



CONOCIENDO EL BAMBÚ PARA SU REPRODUCCIÓN

José R. Mercedes U.

CONOCIENDO EL BAMBÚ PARA SU REPRODUCCIÓN

José R. Mercedes U.



UNPHU
Universidad Nacional
Pedro Henríquez Ureña

José R. Mercedes U.

Conociendo el Bambú para su Reproducción

Conociendo el Bambú para su Reproducción
111 p.

© José R. Mercedes U. 2025

Editado por:

Claudia Acra Despradel

Corrección de estilo:

Alejandro Aguilar

Portada y diagramación:

José Eduardo Collado

de esta edición

© Universidad Nacional Pedro Henríquez Ureña (UNPHU)

Arq. Miguel Fiallo Calderón, Rector

Av. John F. Kennedy KM 7 1/2, Santo Domingo, D.N.

Apartado Postal 1423

Tel.: 809.562.6601 info@unphu.edu.do

ISBN:

Impreso en Santo Domingo, República Dominicana.



Agradecimientos

Agradezco a mi familia por darme del tiempo que les tocaba para que realizara esta publicación. Se agradece especialmente al Ministerio de Educación Superior Ciencia y Tecnología por haber financiado a través del Fondo de Incentivo a la Investigación Científica y Tecnológica FONDOCYT, el proyecto de investigación “Evaluación del comportamiento silvicultural de ocho especies de bambú como alternativa a la demanda de madera nativa para la construcción en República Dominicana” que motivó la producción de este libro. Igualmente, a la Universidad Nacional Pedro Henríquez Ureña por dirigir y administrar la ejecución del proyecto y los aportes realizados para su redacción, en la persona del Ing. Francisco Sanchíz Guardiola, el Ing. Julio Morla y la Lic Natividad I. Sánchez. Se destaca la participación del Comité Técnico del IDIAF (Lic. Pedro Juan del Rosario, Dr. Pedro Antonio Núñez, en especial al Ing. Julio Morrobel), por su empeño en las sugerencias y correcciones de estilo, contenido y metodología. Nuestro más sincero agradecimiento a la Organización Internacional del Bambú y Ratán, INBAR, en la persona del Ing. Pablo Jácome Estrella, por sus oportunas observaciones y por acoger este libro como uno con suficiente contenido profesional y práctico para ser publicado con su auspicio.

Contenido

Agradecimientos	5
Prólogo	11
Prefacio	13
Capítulo I: Introducción y generalidades del mundo del bambú	15
¿Qué es el bambú?	15
¿Para qué nos sirve el bambú?	16
Dónde se desarrolla el bambú	19
Bambúes en las Américas	19
Importancia ambiental	21
Captura CO2 y estrategia foliar	23
Historia y rol del bambú en República Dominicana	24
¿Cuál es el mejor bambú para mí?	26
Capítulo II: Botánica y taxonomía del Bambú	29
Descripción botánica	29
Descripción taxonómica	31
Aproximaciones prácticas para clasificar los bambúes	32
Por su distribución geográfica	32
Por su porte	33
Por su rizoma	34
Rizomas leptomorfos, indefinidos o monopodiales	37
Capítulo III: Reproducción	41
¿Cómo se reproduce o multiplica el bambú?	41
Reproducción sexual	41
Reproducción asexual	44
Detalles metodológicos para la reproducción asexual del bambú	44
Reproducción por corte de raíces	48
Reproducción por chusquines	49
Por cortes o trozos del culmo y ramas	50
Propagación a través de secciones de varas o culmos	50
Propagación por esquejes de ramas	52
Propagación por esquejes de varas y ramas completas	54
Propagación masiva del bambú	55
Propagación por macro proliferación	56
Propagación mediante acodos	59
Sustratos para realizar los acodos	59
Acodos de aproximación o de tierra	61
Acodos aéreos o marcoteado	61

Métodos de reproducción de avanzada tecnología	63
Consejos prácticos para el cuidado fitosanitario del material a reproducir	65
Tratamientos post-colección de los rizomas	66
Tratamiento de los esquejes para inducción de raíces	67
Resumen de los métodos de reproducción y las especies para República Dominicana	69
Capítulo IV: Vivero	73
Diseño y labores	73
Establecimiento del Vivero	73
Partes del vivero	74
Sección de semilleros o canteros	74
Sección de crecimiento	75
Sección del Jardín Clonal	75
Requisitos básicos de un vivero	76
Accesibilidad	76
Tamaño	77
Disponibilidad de agua y riego	77
Suelo y topografía	77
Sol y sombra	78
El medio de reproducción	78
Cercanía al lugar de plantación	78
Tratamientos y labores en el vivero	79
Etiquetado	79
Aplicación de plaguicidas	79
Aplicación de fertilizantes	80
Preparación del suelo	80
Deshierbe	80
Cantereo	80
Construcción de camas para secciones de culmos	81
Construcción de camas con bolsas	82
Colocación de las estacas	82
Atemperamiento o endurecimiento	83
Empaquetado y traslado al campo	84
Nutrición	85
Fitosanidad del vivero	86
Enfermedades	86
Plagas	88
Control de plagas y enfermedades	89
Ventajas o impactos positivos de las medidas preventivas	89
Desventajas o impactos negativos de las respuestas curativas	89

Capítulo V: Silvicultura y cultivo del bambú	91
Factores edafoclimáticos	91
Lluvias y humedad relativa	92
Agua y Riego	92
Temperatura	92
Viento	93
Suelo y pendientes	93
Plantación	94
Preparación del sitio (desyerbe y marcado)	94
Hoyado y abonado	94
Colocación de la planta en el hueco	95
Fertilización	96
Control de malezas en el bambusal	96
Fases de crecimiento	97
Inventario	98
Intensidad de corte y aprovechamiento	99
Ciclos de aprovechamiento	100
Métodos para hacer el corte	101
Control del Bambú	101
Usos del bambú	102
Epílogo	103
Bibliografía	105

Prólogo

El bambú, un pasto gigante, es considerado como una de las plantas más integrales a nivel mundial. Con más de 1,642 especies distribuidas en zonas tropicales, subtropicales y en algunas templadas, el bambú se encuentra presente en diversos ecosistemas que van desde el nivel del mar hasta sobre los 4,000 m s.n.m. La historia del uso del bambú data de hace miles de años atrás. Diferentes culturas del mundo, como las asiáticas y americanas, han utilizado este recurso en su cotidianidad, demostrando que su adaptabilidad y versatilidad aportan activamente al desarrollo de las comunidades.

Gracias a que es una planta autosostenible, de rápido crecimiento y que puede ser utilizada para la creación de objetos diversos como adornos, papel y textiles como sustituto eco-amigable del material de construcción convencional, bio-energía, entre otros, el bambú es considerado una alternativa para solucionar problemas ambientales, sociales y económicos. Actualmente, más de 180 países a nivel mundial deben fortalecer esfuerzos para cumplir con las metas y objetivos establecidos en la Agenda 2030 de los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS), cuyo progreso ha sido ralentizado por los efectos de la pandemia de COVID-19 y otros factores climáticos.

La necesidad de buscar alternativas prácticas, viables y presentes en los territorios es indispensable, por lo que el bambú se muestra como una herramienta que aporta al cumplimiento de varios de los Objetivos de Desarrollo Sostenible, ODS, ya que a través de la implementación de modelos de economía circular y de desarrollo local, este pasto gigante contribuye considerablemente a mejorar las condiciones ambientales, a reducir la pobreza y a lograr un desarrollo sostenible, en especial de las poblaciones rurales pobres. Por tanto, es necesario seguir incrementando acciones que impulsen su posicionamiento y desarrollo de políticas, desarrollar políticas que promuevan su manejo, usos y transformación.

Este libro es una guía que nos brinda un panorama general sobre la importancia del bambú, su distribución, clasificación y proceso de reproducción, facilitando conocimientos técnicos y prácticos sobre este recurso para su fácil desarrollo en campo.

De esta manera, se busca prever que se cuente con más personas comprometidas con el planeta y que apuesten por el bambú como un recurso sostenible y renovable que permite transmitir una esperanza de vida a las actuales y nuevas generaciones.

Pablo Jácome Estrella
Director Regional para América Latina y el Caribe
Organización Internacional del Bambú y el Ratán- INBAR

Prefacio

Los bambúes representan a un amplio conjunto de plantas que se desarrollan de forma natural en los climas tropicales y subtropicales o templados. Sin embargo, por alguna razón no están naturalizados en el continente europeo. Su relación con la humanidad se registra hasta los confines de sus orígenes en las culturas asiáticas, africanas y amerindias.

Hoy día constituyen la fuente de vida de un sector significativo de la humanidad al proveerle de alimentos, techo, medicina, herramientas, esparcimiento, entre otros servicios. Para el mundo científico y ambiental, representan una fuente casi irremplazable para recuperar el equilibrio de la vida en el planeta. Los bambúes contribuyen con la rápida reducción del contenido de dióxido de carbono en el aire debido a su alto potencial para absorberlo y transformarlo en fibras capaces de sustituir la madera.

A escala mundial, más de mil millones de personas viven en casas de bambú y 2.5 mil millones de personas usan productos de bambú. Ramo *et al.* (2021) reportan que el mercado del bambú sumaba cerca de USD 60 billones en el 2017. Este libro es básicamente una recopilación de publicaciones recientes y algunas clásicas, relativas al cultivo de bambú, acompañada por los comentarios del autor en torno a las mejores prácticas para el cultivo y producción del bambú. El lector encontrará un amplio detalle para impulsar su desarrollo, abarcando primero la distribución y clasificación general del bambú, algo de su fisiología de crecimiento para entrar en los detalles de los métodos reproductivos y concluir con algunas características de su cultivo.

El enfoque del documento tiene mucha base académica con informaciones minuciosas y complementarias, pero su orientación es de naturaleza más hacia su aplicación práctica que teórica. Este enfoque le permitirá a cualquier persona interesada en el cultivo de bambú poder comprender y aplicar las informaciones incluidas en el documento. Aun así, se recomienda como buena práctica para los inversionistas particulares, procurar la asesoría de un especialista en bambú, con miras a potencializar el éxito en su cultivo y manejo.

Capítulo I

Introducción y generalidades del mundo del bambú

Este primer capítulo tiene por objetivo introducir al lector en la familiarización con algunas generalidades del bambú. Principalmente en función de la descripción de la planta, sus usos, distribución geográfica, sus portes e importancia para el ambiente y una ligera historia de su rol en República Dominicana. Con esos elementos el lector estará en capacidad de escoger la(s) especie(s) apropiadas para sus condiciones ambientales, edáficas, a sus deseos o necesidades. Escogida la especie, podrá reproducirla con las orientaciones del siguiente capítulo.

¿Qué es el bambú?

El bambú es un pasto gigante. Se desarrolla principalmente en los trópicos y subtropicos, aunque existen numerosas especies que viven en zonas templadas. Los bambúes no son árboles, aunque muchas personas consideran los bambúes como tales. El bambú es una planta extremadamente diversa, que fácilmente se adapta a diferentes climas y condiciones del suelo. Hay quienes clasifican los bambúes como rastreros, herbáceos y leñosos. A las especies herbáceas las llaman “enanías,” crecen solo algunos centímetros, mientras que las de tamaño mediano pueden alcanzar varios metros, y las gigantes rondan los 35 metros de altura, llegando hasta casi 50 m de alto, con un diámetro a veces superior a los 30 cm. Sin embargo, botánicamente no existen bambúes herbáceos. Crecen tan rápido que hasta es posible ver el proceso colocando una vara o regla al lado del brote en crecimiento. Así podrá observarse lo largo del día, cómo éste se extiende hacia arriba.

En América hay identificadas 446 especies, distribuidas en 23 géneros (Ruiz-Sánchez *et al.* 2021), que se distribuyen desde el sur de Estados Unidos, pasando por México, Centroamérica, Islas del Caribe y América del Sur hasta parte de Chile. Es una planta que puede resistir y recuperarse de severas calamidades, catástrofes y daños, un ejemplo extremo (Peña 2015). es que la primera manifestación de crecimiento de vida vegetal luego del bombardeo de Hiroshima y Nagasaki, fue el surgimiento de brotes de bambú. La mayoría de las especies alcanzan su tamaño promedio de 20 a 30 m de alto, en apenas tres meses, aunque en condiciones especiales se ha reportado que algunas especies han alcanzado más de 40 m en 6 meses.

Los bambúes se presentan de forma natural en África, Asia, América y Oceanía. Es decir que está presente en todos los continentes exceptuando Antártica y Europa, justo donde tampoco hay diamantes. Los bambúes crecen en las regiones tropicales y subtropicales. En América se extienden desde el sureste de los Estados Unidos hasta tan al sur como la Patagonia; igualmente, crecen en el norte de Australia y prácticamente en toda Asia y Oceanía. Los diez países con mayor diversidad de bambúes maderables, de acuerdo con Ruiz-Sánchez *et al.* (2021), son: Brasil (168 spp., 17 gen.), Colombia (75 spp., 10 gen.), Venezuela (71 spp., 10 gen.), Perú (58 spp., 6 gen.), México (53 spp., 8 gen.), Ecuador (48 spp., 6 gen.), Costa Rica (39 spp., 7 gen.), Bolivia (37 spp., 7 gen.), Panamá (26 spp., 7 gen.), y Argentina (21 spp., 5 gen.)

Se los puede encontrar naturalmente formando parte de la vegetación secundaria de los bosques, pero en algunos casos constituyen la vegetación principal como ocurre en el nordeste de la India y las zonas montañosas de China donde el bambú cubre muchos miles de kilómetros cuadrados. Al mismo tiempo, algunas especies pueden tolerar climas tan extremos como, por ejemplo, *Phyllostachys edulis* (bambú moso), que puede soportar heladas de hasta -18°C (Guadua bambú, 2023), lo que para la mayoría de las plantas significaría su muerte. Su versatilidad le permite crecer desde el nivel del mar hasta sobre los 4,000 metros de altitud en los Andes y los Himalayas. Siendo así, es fácil comprender que la subfamilia Bambusoideae incluya tanto plantas herbáceas como leñosas, reuniendo entre ambas alrededor de 1,647 especies, de las cuales 1,521 son maderables, identificadas en 123 géneros diferentes, de acuerdo con lo reportado por Vorontsova *et al.* (2016).

¿Para qué nos sirve el bambú?

Desde tiempos antiguos el bambú ha sido una planta presente en la vida de las civilizaciones que lo han tenido como recurso natural en su dominio territorial. Hoy día se le destaca como un recurso y producto de altos y positivos impactos ambientales y ecológicos con un sinfín de aplicaciones (Zhaohua *et al.* 2021). Una de las regiones culturales que más tradición y diversidad de usos tiene en el mundo, y con la cual mucha gente al mencionar la palabra bambú la asocia casi de forma directa, es la civilización oriental o de los pueblos asiáticos. Tanto es así que ya el registro oficial (Ramo *et al.* 2021) de los usos de esta planta llega a más de 10,000 aplicaciones. En estos pueblos, el bambú es parte integral de las casas, el arte, la mueblería, la alimentación, el vestido y las actividades productivas como la construcción, la calefacción, la agricultura. Actualmente se ha dinamizado de forma exponencial hacia diferentes campos de la industria: medicina, energía, madera contrachapada y un sinnúmero de otras aplicaciones.

En el pasado y todavía hoy, en algunos lugares se le asocia con la pobreza, pero su gran utilidad y servicio al ser humano le está dando el calificativo de “Oro Verde,” en el mundo de los cultivos abanderados de la ecología verde. En el sector de las innovaciones, las aplicaciones van creciendo de forma asombrosa convirtiendo el bambú en una apuesta segura de inversión y ganadora del sobre nombre de planta mágica. Para el 2012 (Phimmachanh *et al.* 2015), los productos asociados al bambú y ratán directos, derivados, industrializados, asociados al ratán representaban un mercado mundial cercano a los 1,881 millones de dólares, de los cuales el 29% eran productos industrializados y el 25 % productos de secado. Para el 2017, el valor comercial anual del bambú se estimó en alrededor de USD 60 mil millones; sin embargo, el comercio internacional de productos de bambú fue de aproximadamente USD 2 mil millones. La mayoría de los productos de bambú, según reportan Ramo *et al.* (2021), se producen en Asia, con China a la cabeza, siendo los principales importadores Europa (27 países), Estados Unidos, Japón, India, Singapur, Corea, Australia y Canadá. En el campo de las construcciones, muchas (Figura 1) son ejemplo de belleza y creatividad siendo la arquitectura uno de los campos con mayores beneficios. Algunas construcciones ya son referencia internacional.

Internacionalmente, el bambú ha ganado un creciente interés en las últimas dos décadas debido a los beneficios económicos y ambientales que presenta. A partir del primer año de su plantación inicia la producción de brotes cada año (en un rango de 1 a 15 nuevos brotes cada año). De esta manera se forma un macizo de culmos o varas con diferentes edades. Una vez que el bambusal se ha establecido y las primeras varas están maduras, (entre 3 y 6 años para la mayoría de las especies, 6 a 8 algunas pocas), se pueden cosechar los culmos que han alcanzado la madurez (de 3 a 6 años) dejando las demás que van madurando. Entonces, con el apropiado manejo, se pueden cosechar los culmos maduros cada año, sin causar agotamiento ni degradación de suelos ni de la plantación. La composición anatómica del bambú se asemeja a la de la madera de los árboles, teniendo la ventaja de que luego de su cosecha, pierde su contenido de agua muy rápidamente, lo que es una ventaja para su transporte y manipulación.

Detectar el momento propicio para el corte de los culmos o cañas de bambú; lo da la experiencia que el productor tenga. Un indicador para algunas especies (por lo general las de mayor diámetro) es que muestran su maduración con la presencia de líquenes en su exterior o un verdadero cambio de color. Otras especies dan como indicio de madurez de la caña la pérdida gradual de su capa de cera natural protectora. Otras especies, como las pertenecientes al género *Phyllostachys* o al *Guadua*, van perdiendo los pelillos anulares que adornan sus nudos a medida que maduran. (Phimmachanh *et al.* 2015).



Figura 1: Edificios construidos en base a bambú. A) y C), son vistas de la elegante, amplia y relajante distribución arquitectónica de la “Escuela Verde” en Bali, Indonesia; B) muestra la belleza del ciclo-raso construido en el Aeropuerto Internacional de Barajas, España.

(Fuentes: A) y C) brightvibes.com/es; B). infobae.com

Los bambúes no son árboles, por eso, técnicamente no producen madera, sino fibras similares a la madera. Por esa razón, se los cataloga como “productos forestales no madereros”. Dentro de esta categoría de productos, los bambúes se encuentran entre las especies más importantes por su gran impacto social, económico y ambiental, siendo actualmente uno de los campos más importantes de investigaciones y publicaciones para diferentes organismos internacionales. Esto es independiente a que se trata de un producto cuyas fibras, tienen calidades similares al hierro, ya que pueden ser tan resistentes como él, permitiendo elaborar productos mucho más flexibles y livianos. Debido a su peso varias veces menor, logra condiciones físico mecánicas iguales o mejores con un costo menor. Su capacidad de carga a la tracción, presión y flexión (especie *Guadua angustifolia*) es considerablemente mayor a cualquier madera; gracias a esta condición se le denomina el acero vegetal (Peña, 2015)

Dónde se desarrolla el bambú

Los bambúes se distribuyen ocupando de forma natural toda la faja tropical del planeta. En algunas regiones pasan a ocupar grandes extensiones de zonas subtropicales o templadas. Se les conoce como una familia pantropical. Debido a condiciones topográficas especiales que incluyen montañas muy elevadas, los bambúes, con el paso del tiempo (millones de años), han ido aprovechando las oportunidades de espacios vacíos de partes más altas y frías transformándose mediante mutaciones y adaptaciones, en especies diferentes. De igual forma, tienen presencia en vastas áreas con regímenes pluviométricos tan diversos como zonas de escasas lluvias (400 a 700mm/año), hasta otras con precipitaciones superiores a los 4,000 mm/año, existiendo una lista de especies con habilidades de crecimiento y requerimientos ambientales muy particulares. Troya *et al.* (2014), coinciden grandemente con estas informaciones.

Bambúes en las Américas

De acuerdo con Bystriakova *et al.* (2004), las Américas son colectivamente mucho más ricas en especies de bambú que África continental o Madagascar, pero tienen una diversidad menor que la región de Asia y el Pacífico. Actualmente hay 20 géneros reconocidos de bambúes leñosos que se limitan al Nuevo Mundo. Citando a Judziewicz *et al.* (1999), indican que solo el género *Arundinaria* ocurre tanto en el Viejo como en el Nuevo Mundo y que hay aproximadamente 430 especies de bambúes leñosos del Nuevo Mundo, de los cuales más del 40% pertenecen a un solo género, *Chusquea*.

De acuerdo con Ruiz-Sánchez *et al.* (2021), los llamados bambúes leñosos neotropicales (NWB) son los que conforman el clado nativo de América. Taxonómicamente los NWB son clasificados en tres subtribus: *Arthrostylidiinae*, *Chusqueinae*, y *Guaduinae*.

Geográficamente, cubren gran parte de América desde el norte de México, el archipiélago del Caribe (Indias occidentales), hasta el sur - centro de Chile y Argentina. Su hábitat abarca un rango altitudinal desde el nivel del mar hasta por encima de los 4,000 msnm.

En el caso de los bambúes herbáceos, el 85 % de las especies del mundo se encuentra en el Neotrópico. Se distribuyen desde México hasta la Argentina, siendo Brasil el país más rico en géneros y especies. Estos bambúes tienen culmos semejantes a las hierbas, sistemas simples de ramificación, sistemas rizomáticos elementales, floraciones frecuentes, anuales o bianuales, y

crecen generalmente en el sotobosque de la selva tropical y subtropical por debajo de los 1500 m, donde son polinizados en su mayoría por insectos. Se reporta que la diversidad de especies es mayor entre los 10° y 15° de latitud norte a sur, y disminuye notablemente cerca al ecuador (Soderstrom *et al.* 1988), citados por Londoño (1990). En la literatura y la Web se pueden encontrar varios mapas indicativos de la distribución. Se escogió el de la Figura 2 por que se acerca más a la objetividad geográfica y por disponer de algunas referencias regionales.



Figura 2: Imagen descriptiva de la distribución natural de los bambúes. Echezuría, (2018)

La mayor diversidad de bambúes en el Nuevo Mundo se encuentra en América del Sur. Brasil tiene más del doble de especies de bambú que Venezuela y Colombia que, a su vez, son casi el doble de ricas que los países más ricos de Mesoamérica (Costa Rica y México). Estados Unidos tiene una sola especie de bambú leñoso, al igual que muchas naciones insulares del Caribe. Estudios previos han identificado las áreas de mayor diversidad de bambú y endemismo en el Nuevo Mundo como Brasil, los Andes septentrionales y centrales y México, junto con las todavía poco conocidas Tierras Altas de Guyana (Bystriakova *et al.* 2004). Los resultados de nuestro estudio confirman esto e identifican al estado de São Paulo como el área con el mayor número de especies de bambú leñosas potencialmente concurrentes.

Importancia ambiental

Bystriakova *et al.* (2004) indican que, en todo el continente americano, los rodales de bambú brindan hábitat y alimento para una gran variedad de mamíferos, aves, anfibios e invertebrados, muchos de los cuales son de preocupación para la conservación. En América del Sur, especialmente a mayor altitud y en la zona de la Mata Atlántica, varios mamíferos importantes se alimentan de bambú. Citan además que el oso de anteojos (*Tremarctos ornatus*), clasificado por la Unión internacional para la Conservación de la Naturaleza, UICN, como “Vulnerable,” se alimenta de forma oportunista de brotes de bambú. También citan que los tapires de montaña “en peligro” (*Tapirus pinchaque*) comen cantidades considerables de hierbas, bambú, juncias y bromelias en sus hábitats.

Además, Bystriakova *et al.* (2004) refieren que el tapir de tierras bajas (*Tapirus terrestris*), que se alimenta de hierbas y plantas acuáticas en el Amazonas, consume cantidades sustanciales de hojas y ramas de bambú en el bosque atlántico. Al menos cuatro especies de roedores sudamericanos conocidas como ratas de bambú (*Dactylomys dactylinus*, *D. peruanus* y *D. boliviensis* en Amazonia y *Kannabateomys amblyonyx* en el Bosque Atlántico) usan parches de bambú como su principal hábitat y también comen bambú.

Se indica que al menos del cuatro al cinco por ciento de todas las especies de aves que existen en la Amazonía dependen del bambú, y que 34 especies de aves se encuentran confinadas a matorrales de bambú en al menos una de las regiones de la Amazonia. En el Bosque Atlántico, que se extiende a lo largo de la costa del este de Brasil hacia las partes vecinas de Argentina y sudeste de Paraguay, al menos 27 especies de aves se encontraban confinadas casi por completo a grandes rodales de bambú, o eran más abundantes donde el bambú es común o sirve de forraje más extenso. Bystriakova *et al.* (2004) siguen citando que, en el caso del pinzón uniforme o afrechero plomizo (*Haplospiza unicolor*), el ciclo de vida de la especie está sincronizado con el de los bambúes de siembra (*Chusquea spp.*). Por lo que este pinzón se reproduce en el otoño austral (de marzo a junio) en lugar de la primavera austral. De las especies de aves del Bosque Atlántico asociadas con el bambú, 11 son referidas como de preocupación para la conservación. Si disminuye la superficie de bambú, aumenta su riesgo de continuidad. En Madagascar existe una tortuga (*Geochelone yniphora*), que solo vive en los bosques secos caducifolios de Baly Bay, habitando entre los matorrales de bambú de la zona (Figura 3).



Figura 3: Los bosques de bambú en el oeste de Madagascar son el hogar de la rara Tortuga angonoka o ploughshare tortoise (*Geochelone yniphora*), que ya ha sido declarada como en peligro de extinción. (Bystriakova *et al.* 2004)

Bystriakova *et al.* (2004), citando otros autores dice que el agua que se acumula en los entrenudos de bambú proporciona un hábitat importante para numerosos invertebrados, al igual que algunos anfibios. Además, está surgiendo evidencia de relaciones ecológicas complejas entre los bambúes del bosque y las especies de hormigas que habitan en sus entrenudos. Estas hormigas defienden el bambú del ataque de los herbívoros. Los campos o rodales densos de *Arundinaria gigantea* estuvieron una vez extendidos por toda la porción sudeste de los Estados Unidos, donde proporcionaron refugio y recursos para especies raras como el curruco de Bachmann (*Vermivora bachmani*) “en Peligro Crítico” y el Periquito de Carolina (*Conuropsis carolinensis*) ahora “extinto”. Otras especies que dependen de los cañaverales (de bambú) incluyen al menos cinco especies de mariposas, que requieren la caña como alimento durante la etapa de oruga. Estos hábitats importantes se han reducido mucho debido a la expansión territorial humana, el drenaje y la supresión del régimen de incendios que fue importante para su mantenimiento, con los consiguientes efectos adversos sobre las especies que dependen de ellos.

Captura CO₂ y estrategia foliar

Las hojas del bambú son sumamente activas, pudiendo utilizar gran intensidad luminosa, convirtiéndose en los vegetales más eficientes de las zonas tropicales en la captura de carbono atmosférico (CO₂). La posición inclinada permite captar mejor la luz solar y que los rayos luminosos lleguen con más facilidad y cantidad a mayor número de las hojas localizadas en las partes bajas de la planta. Maoyi *et al.* (2007), continúan describiendo que las hojas de bambú poseen dos tipos de células cloroplásticas dispuestas en dos bandas concéntricas en torno a los haces vasculares. Esta modificación anatómica conduce a una multiplicación por dos e inclusive tres veces la eficacia fotosintética.

De esta manera, si un área boscosa madura captura 14 t/ha de carbono atmosférico, la efectividad de los bambusales por representar una mayor dinámica fotosintética y de captura de CO₂, muy fácilmente puede traducirse en 45 t/ha (hay quienes afirman que hasta 60t/ha.), representando así una alternativa económica de las comunidades rurales, por servicios ambientales López Cárdenas (2010). La biomasa forestal de bambú almacena una gran cantidad de carbono, registrándose una data entre 40 y 50%, casi la mitad del total de la biomasa es carbón (Maoyi *et al.* (2007). Kuehl, *et al.* (2011) presentan datos muy interesantes al respecto.

Es bueno indicar que los datos de captación requieren estudios más detallados por la multiplicidad de especies y las condiciones ambientales en donde se han desarrollado. Arango (2011) cita que para el bambú Moso (*Phyllostachys edulis*), la captura de carbono fue de 102 t/ha. y 289 t/ha., de las que 19 – 33 % fue capturado por los culmos y la vegetación aérea y un 61 a 78 % por la vegetación subterránea (rizoma, raíces) y el suelo. Esto indica que el suelo absorbe y retiene alrededor de 2 a 4 veces más carbono que la parte aérea. A escala nacional en China, el carbono capturado por los bambúes se estimó alrededor de 130.4 – 173,0 t/ha. Kuel *et al.* (2011) indican que en rodales manejados de *P. edulis* se llegan a producir 300 t de carbono luego de 60 años. A continuación, se copia una traducción libre de van der Lugt *et al.* (2018) que en su investigación respecto a la emisión y captura de carbono debaten exhaustivamente el rol del bambú y los comparan en diferentes escenarios:

- Los resultados de la revisión de la literatura muestran que, en general, el bambú tiene un aporte total de carbono al ecosistema (TEC) más bajo (94-392 toneladas de carbono por hectárea [tC/ha]) que los bosques madereros (126-699 tC/ha.), pero su TEC es similar a la de los árboles en plantaciones (85-429 tC/ha). Sin embargo, si se incluyen en los cálculos, la sustitución de materiales por productos de bambú cosechado

bajo técnicas de gestión o manejo intensivo el potencial de reducción de emisiones de carbono de un bosque de bambú gigante como *Phyllostachys pubescens* (Moso) puede ser significativamente mayor que para uno de abeto chino, *Cunninghamia lanceolata*, (296 tC/ha versus 237 tC/ha) creciendo en las mismas condiciones. Aunque depende de la especie de bambú, en el mejor de los casos, el potencial combinado de secuestro de carbono y reducción de emisiones de carbono por su reforestación con bambú, de pastizales degradados podría llegar a 175,7 - 322 tC/ha de tierra reforestada, o alrededor de 645 - 1182 toneladas CO²/ha. La situación se invierte si no se gestiona la plantación de bambú, que se relaciona con un potencial combinado de secuestro de carbono y reducción de emisiones de carbono de solo 49,5 tC/ha para el bambú Moso, que muestra la importancia de gestionar los bosques de bambú.

Historia y rol del bambú en República Dominicana

Mercedes (2006) refiere que en República Dominicana el bambú para uso doméstico fue introducido probablemente dos o tres siglos atrás, pero que como planta de Interés comercial o de utilidad en protección se establece en el siglo XX. La especie *Bambusa vulgaris* es la que más se ha propagado, encontrándose representada en casi todo el país. Se la cultiva como cortina rompeviento en los platanales y como protectora de suelo en cárcavas y riberas de ríos y arroyos. Refiere, además, que, a través de la Embajada del Gobierno de Taiwán, el Instituto Dominicano de Recursos Hídricos, INDRHI, introdujo seis especies de bambú: *Phylotachys makinoi*, Hay; *Dendrocalamus latiflorus*, Mc Clure; *Bambusa dolichoclada*, Hack; *Bambusa stenostachya*, Hack; *Bambusa edulis*, Rivera; *Bambusa oldhamii*, Munra y *Guadua angustifolia*, Kunth para su uso comercial por ser especies adaptables a las condiciones ecológicas presentes en República Dominicana. Recientemente (2018), se ha introducido también la especie *Dendrocalamus asper*, (Schult.) Backer.

La historia de actividad más reciente en la reactivación del uso del bambú en República Dominicana es a partir del 1978, al firmarse el convenio de Cooperación Técnico Agrícola con el Gobierno de Taiwán, introduciéndose las especies citadas para su empleo en el manejo de cuencas, a requerimiento del Instituto Nacional de Recursos Hídricos, INDRHI. En el 1995, Enda Dominicana lo fomentó en la comunidad Yanigua, en Hato Mayor, donde aún hoy día sus residentes tienen casas construidas empleando el bambú en muchas partes de su estructura, usándolo en múltiples formas y actividades.

Desde su introducción para fines comerciales, el bambú se viene utilizando ampliamente en la fabricación de muebles y casas; como soportes de sárn en viveros, tutor para producción de diversos cultivos, etc. Estos usos se hacen sin ninguna planificación para la extracción y en su utilización los criterios de madurez y calidad considerados son pocos. Esta situación hace que paulatinamente se eliminen áreas sembradas para protección de ríos y cañadas. Es importante indicar que exceptuando las áreas donde hay bambú herbáceo como parte del sotobosque, en el país el bambú (leñoso), no existe de manera natural ni en grandes plantaciones comerciales.

Es importante destacar que además de las especies comerciales leñosas, existe un número oficialmente no cuantificado de especies de bambúes traídas con fines ornamentales. Estas especies se encuentran distribuidas en diferentes viveros y localidades en el país. Realizando un estimado de alto riesgo en la certeza, para su confirmación posterior, podría arrojar un rango de unas 25 a 50 especies o variedades. Algunas de estas especies pueden resultar de un gran potencial para otras actividades comerciales. Esto porque algunas de ellas son cultivadas como materia prima para la industria textil como la *Bambusa textilis*, identificada en El Valle y Villa Altagracia, y otras están como ornamentales en propiedades privadas.

Mercedes (2021) indica que en República Dominicana existe un gran interés en el cultivo comercial y de investigación para el desarrollo del bambú. Varias universidades entre las que se destacan la Universidad Nacional Pedro Henríquez Ureña, UNPHU, y la Universidad Agroforestal Fernando Arturo de Meriño, UAFAM, están enfocándose a su estudio y fomento para su empleo en diferentes formas. De igual manera, el Instituto Dominicano de Investigaciones Agropecuarias y Forestales, IDIAF, realizó en la década del 2000 varias plantaciones en asociación con productores para su fomento en la construcción artesanal en la comunidad Los Dajaos, en Jarabacoa, La Vega. Al mismo tiempo, organizaciones de servicio están interesadas en su empleo por el merecido reconocimiento a su valor en el mejoramiento del nivel de vida de las personas de escasos recursos, tanto en zonas rurales como urbanas. De igual forma, se están realizando estudios encaminados a su empleo en la arquitectura como elemento de resistencia y valor estético. El bambú está siendo impulsado y reconocido por sus múltiples potencialidades que tienen que ver con los servicios ambientales y ecosistémicos, la generación de empleos, la retención del suelo, entre otros.

¿Cuál es el mejor bambú para mí?

Los bambúes, tienen una amplia adaptabilidad ecológica, pudiendo vivir en condiciones de tierras llanas a nivel del mar hasta las situaciones topográficas de fuertes gradientes de inclinación montañosa y alturas de 4,000 m s.n.m. De igual forma, se adaptan a condiciones casi desérticas (350 mm/año) hasta las condiciones de los bosques pluviales con 4,000 mm/año. Se adaptan a diversos tipos de suelos, por lo que la escogencia de una o más especies, estará en función de diferentes aspectos asociados al clima, al suelo y al objetivo o finalidad de uso que tenga destinado darle quien los va a plantar. Para una guía preliminar de selección, el interesado puede consultar la Tabla 1. Fue elaborada considerando las características de especies leñosas y “maderables” seleccionadas por el Gobierno de Taiwán, para las condiciones ambientales de República Dominicana. Su principal objetivo es el de destinarlas a sustituir madera y también como fuente de alimentos. Por lo anterior, bajo estas concepciones, se puede aplicar sin restricciones a muchos de los países tropicales.

El elemento tecnológico es también muy importante a considerar para la escogencia de “la mejor especie,” al igual que la existencia de un mercado asegurado para la colocación de la producción. Sin la existencia de estos dos factores más un entrenamiento o la tradición o cultura local en el uso de una o más especies de bambú, el productor o inversionista puede arriesgarse a perder su dinero y tiempo. Cualquiera que sea la situación, es bueno procurar la asesoría de expertos en la materia.

La Tabla 1 está compuesta por cuatro columnas en las que los bambúes se clasifican por su tipo de rizoma y presenta el nombre científico de cada una. En otra columna se presentan algunas de las características ambientales, de crecimiento y dimensiones del culmo. Por último, en la cuarta columna se presentan algunos de los usos más frecuentes o potenciales que se le ha dado a cada especie o por los que podría ser interesante su empleo.

Tabla 1: Descripción general de las características y usos de algunas especies de bambúes leñosos

Rizoma	Nombre especie	Características	Usos
	<i>Bambusa dolichoclada</i> , Hay	Puede plantarse hasta los 700msnm. caña verde, recta de hasta 20 m. y 10 cm de diámetro, entrenudos de 20 a 45 cm.	Artesanía, construcciones tejidos, muebles, tutor de plátanos y otros cultivos, reforestación y protección márgenes ríos y taludes.
	<i>Bambusa edulis</i> , Riviera	Puede plantarse hasta los 700msnm. caña crece en zig-zag, brote con muchos pelos, comestible y delicioso, crece hasta 20 m. con 10 cm de diámetro, entrenudos de 20 a 45 cm., Debe repoblarse cada 6 a 10 años.	Comestible de muy buena calidad, puede consumirse fresco, seco y enlatado; elaboración de instrumentos musicales, pulpa de papel, artesanía, construcciones, tejidos, muebles y otros.
	<i>Bambusa oldhamii</i> , Munra	Puede plantarse hasta la 700msnm. caña de 6 a 12m, con diámetro de 3 a 12 cm, caña verde en zig-zag, entrenudos de 20 a 35 cm. , Requiere suelos fértiles y húmedos.	Comestible de muy buena calidad, puede consumirse fresco, seco y enlatado; elaboración de instrumentos musicales, pulpa de papel, artesanía, construcciones, tejidos, muebles y otros.
Paquimorfo	<i>Bambusa stenostachya</i> , Hack	Puede plantarse hasta los 700msnm. caña verde, crece hasta 25 m, diámetro de 5 a 20 cm, entrenudos de 13 a 35 cm. Nudos muy ramificados. Ramas con espinas muy filosas.	Elaboración de instrumentos agrícolas, reforestación, cortinas rompevientos en playas, construcciones, artesanía, tutores, muebles y otros. Brote amargo, comestible en forma seca, sabor agrio.
	<i>Dendrocalamus asper</i> , (Schult. & Schult. f.) Backer ex K. Heyne	Rango altitudinal de 0 hasta 1.500 msnm. Rango de precipitación óptima 1,800 a 3,600 mm. Crecen bien en varios tipos de suelo, incluso sobre arena y más bien los suelos ácidos, pero prefiere suelos bien drenados y fértiles. Canutos de 30 a 50 cm. Pared de 1.1 a 3.6cm.	Elaboración de instrumentos agrícolas, reforestación, cortinas rompevientos, márgenes de ríos, pulpa de papel, construcciones, balsas de navegación, artesanía, tejidos, tutores, muebles; brote comestible en forma fresca, seca y enlatado, sus hojas se usan para producir alcohol.
	<i>Guadua angustifolia</i> (antes <i>Bambusa Guadua</i>)	Se planta hasta los 700msnm. caña verde, crece hasta 25 m, con diámetro de 15 cm, paredes gruesas, entrenudos de 13 a 35 cm. Sus ramas bajas producen espinas peligrosas.	Construcción de remos, reforestación, cortinas rompevientos, pulpa de papel, construcciones, artesanía, tejidos, tutores, muebles.
Leptomorfo	<i>Phyllostachys makinoi</i> , Hay	Puede plantarse entre los 500 a 2,000 msnm. Temperaturas cercanas a 24oC. Caña flexible de 6 a 16 m, con un diámetro de 2 a 10 cm, color verde, entrenudos de 12 a 40 cm., Aprovechable al 4to. año.	Muy buena calidad y amplio uso en construcción de artesanía, reforestación; casas, tutores, tejidos, muebles, pulpa de papel, cortinas rompevientos, brote delicioso comestible en forma fresca, seca y enlatado.

Fuente: Modificado a partir de Mercedes (2006).

Una vez seleccionada la especie que cumpla con las condiciones locales y de interés, se deben adquirir las plantas, para ello hay dos formas básicas: comprarlas o producirlas. La adquisición de las plantas requiere fundamentalmente que tengan garantía de buena calidad por parte del suplidor. La segunda forma es mediante su reproducción a partir de material disponible en la zona. En los próximos capítulos se expondrán varios métodos más o menos tradicionales de reproducción del bambú, acompañándolos con detalles explicativos de los más recientes avances en la investigación relativa a la reproducción del bambú.

Capítulo II

Botánica y taxonomía del bambú

Al referirse, solo al bambú, se abre un campo de potenciales confusiones entre las personas. Así, quien hable puede referirse a una especie en particular de tipo gigante o maderable, pero quien le escucha, puede interpretar que es una especie ornamental y herbácea. Puede ser que ambos coincidan en que se está refiriendo a una especie leñosa grande, pero uno piensa en una que crece de manera agrupada y el otro en una que crece de manera aislada.

Lo mismo acontece al referirse a la forma de reproducir el bambú. Dado que diferentes especies responden mejor a una técnica reproductiva, en tanto que otras especies responde a técnicas diferentes. Es necesario que antes de penetrar en los detalles de la multiplicación del bambú se establezcan y aclaren una serie de conceptos y definiciones que permitan una mejor claridad y uniformidad en lo que se quiere transmitir y enseñar.

Descripción botánica

Los bambúes pertenecen a un grupo muy particular de plantas que está asociado a la alimentación directa o indirecta de la humanidad. La clasificación desarrollada por la ciencia botánica los ubica dentro de las plantas con flores científicamente llamadas angiospermas. Que, a su vez, son divididas en dos grandes grupos: las plantas monocotiledóneas y las dicotiledóneas. Las plantas monocotiledóneas casi siempre son plantas de naturaleza herbácea y a ella pertenecen los lirios y azucenas; las orquídeas, gramíneas (trigo, maíz, caña de azúcar, el bambú) y también las palmeras. Sus hojas son alargadas como lanzas o machetes. A diferencia de los árboles, sus hojas tienen un sistema de nervaduras que van casi en paralelo; sus raíces son relativamente finas, numerosas y sin una principal; no tienen ramas y sus “tallos” no engruesan con el paso del tiempo (Mercedes, 2006).

El bambú es como una hierba gigante que al cortarse rebrota generalmente, desde debajo del suelo. El bambú es una planta monocotiledónea caracterizada por el tipo de raíz especial que posee llamado rizoma. Se resalta que también le caracteriza la formación de bastones verticales denominados cañas, culmos o varas que son sus “tallos.” La Tabla 2, elaborada a partir, entre otros, de Clark *et al.* (2015) y González (1999), esquematiza algunas diferencias entre las plantas monocotiledóneas y las dicotiledóneas.

Tabla 2: Principales diferencias entre las plantas monocotiledóneas y dicotiledóneas

Características	Monocotiledóneas	Dicotiledóneas
Piezas florales	Habitualmente tres	Habitualmente cuatro o cinco.
Granos con polen	Con un surco o poro.	Con tres surcos o poros.
Hojas por nudo	Una	una, dos o más
Base folia	Ancha, envolvente	Angosta, no envolvente.
Cotiledones (hojas seminales)	Uno	Dos
Haces vasculares en el tallo joven	Dispersos	En un anillo simple.
Nervaduras o venas (hojas)	Nervios principales en paralelo	Nervios generales tienden a ser reticulados.
Crecimiento secundario (leñoso)	Ausente	Presente.
Partes subterráneas	Rizomas (bambú) y raíces	Raíces.
Tallos	Culmos. Normalmente huecos y segmentados.	Troncos. Sólidos y continuos.
Sección dura del "tallo"	En la periferia o sección exterior.	En el centro del tronco.
Sistema vascular	No Cambium, no crecimiento en grosor con la edad.	Presencia de Cambium. El tronco aumenta en grosor con la edad.
Tejidos conductores	Floema y xilema juntos. Unidos en cada haz vascular	Tejidos conductores (floema y xilema), separados por el Cambium.
Corteza	Ausente	Los tallos tienen corteza (corcho + 2 floema).
Comunicación	Com. lateral o radial, sólo en los nudos	Comunicación radial en todo el tronco.
Crecimiento en altura	Extremadamente rápido. En una estación de crecimiento (seis meses) pueden alcanzar hasta 40.0m o más	El crecimiento en altura y grosor (diámetro) es lento a lo largo de varias estaciones de crecimiento.
Asociación intra - específica	Los culmos crecen asociados a la red de rizomas. En el bosque desarrollado, cada vara depende de las conectadas al mismo rizoma madre.	Cada tronco es individualmente independiente de los demás árboles del bosque.
Efectos de cosecha	El aprovechamiento de los culmos de una misma macolla o red, afecta directamente el resto de la comunidad.	Exceptuando los efectos ambientales que se crean, como cada tronco es independiente, su aprovechamiento no afecta el resto de árboles en el bosque.
Efectos de cosecha	El aprovechamiento de los culmos de una misma macolla o red, afecta directamente el resto de la comunidad.	Exceptuando los efectos ambientales que se crean, como cada tronco es independiente, su aprovechamiento no afecta el resto de árboles en el bosque.

Fuente: Modificado a partir de Clark *et al.* (2015) y González (1999)

Desde el punto de vista vegetativo, las plantas de bambú (orden Poales) están conformadas por una parte aérea (caulinar) y una parte subterránea o rizomática. Los rizomas conforman un sistema subterráneo, que además de las raíces, está integrado por tallos y hojas modificadas, que cumplen funciones de reservas y reproductivas. La parte caulinar se manifiesta como un tallo hueco, fistuloso o macizo, con entrenudos cortos y muy aproximados. Su consistencia varía de acuerdo con su estado de desarrollo; inicialmente puede ser suave, carnoso y tornarse paulatinamente en resistente, casi leñoso.

Rúgolo *et al.* (2016) describen que en cada nudo del rizoma se desarrollan yemas que pueden dar origen a otro rizoma o bien a un vástago aéreo. En la parte aérea o caña, las yemas son axilares de hojas modificadas llamadas catáfilos, representados por una vaina aguda o acuminada, desprovista de lámina, generalmente coriácea, glabra, brillante o pubescente, blanquecina, castaña o rojiza, que se presentan imbricadas por la proximidad de los nudos. A nivel de estos se desarrollan raíces adventicias, que absorben agua y los nutrientes y, además, fijan el rizoma al suelo.

Generalmente se hace referencia a tres grupos principales de bambúes. El primer grupo se llama bambú monopodial. Por debajo del suelo forman extensiones largas y delgadas del rizoma, cuyas yemas producen brotes individuales con intervalos más o menos regulares. Los bambúes simpodiales, constituyen el segundo grupo. Sus rizomas, generalmente tienen cuellos cortos y gruesos, cuyas puntas (yemas) producen los pseudo-tallos o culmos (Dunkelberg, 1992). El tercer grupo son los bambúes trepadores. Pueden crecer muy irregularmente y formar matorrales impenetrables. Los bambúes trepadores no tienen capacidad de autosostento, a diferencia de otros bambúes herbáceos erectos, como por ejemplo los *Pleioblastus* y *Sasa*, que se emplean como ornamentales.

Descripción taxonómica

La clasificación taxonómica de los bambúes es muy compleja. Su organización ha sido traumática pasando por numerosos cambios de nombres en las familias, tribus, géneros y especies. En muchos casos, uno de sus miembros fue clasificado con diferentes nombres debido a su capacidad de adaptación a los diversos ecosistemas, que los hacía parecer como especies diferentes. A los fines de este libro, como guía preliminar, es importante indicar que el orden Poales incluye la familia de las gramíneas (hierbas) e incorpora la de los bambúes. Las gramíneas incluyen el arroz, el maíz, la caña de azúcar y todos los pastos extensos de praderas en África, Asia, Rusia, la Patagonia y América del Norte, conforme indica Ruiz-Sánchez (2021).

El término bambú describe todos los pastos altos o semejantes a árboles o que tienen un tallo leñoso o ramificado duradero. En el clado de las Poales, existen más de 1600 especies diferentes con algunas subespecies parciales. De acuerdo con Vorontsova *et al.* (2021) en su libro “Lista de Cotejo para el bambú y el ratán”, que fue profundamente revisado por científicos y especialistas en bambú y ratán de todo el mundo, se especifica en varias partes, un total de 1,642 especies de bambúes leñosos y herbáceos. Esta lista va en crecimiento y por ejemplo apenas hace unas semanas (Jiménez, *et al.* 2025), han publicado la descripción de una nueva especie (*Aulonemia* insolita, Bambusoideae) por lo que ya son 1,643 especies oficialmente clasificadas. Esta

actualizada información sugiere que respecto al planteamiento de clasificar algunas especies de bambúes como herbáceos o a la totalidad de ellos como leñosos, aún no hay un consenso universalmente aceptado o rechazado.

Por otra parte, la estructura celular de lignificación del tejido de bambú y sus propiedades son muy similares a los del tejido de madera propiamente dicho. Por lo que a la biomasa del bambú también se le ha denominado madera. Pero, a diferencia de los árboles, el bambú tiene una superficie externa que es dura y que se suaviza hacia dentro (Dunkelberg, 1992). En las especies forestales, el comportamiento en dureza es inverso, suave en el exterior y más resistente hacia el interior (duramen). De acuerdo con varios autores y de forma simple, la Tabla 3 presenta una síntesis de la amplia clasificación dada a los bambúes en la que se incluyen como ejemplos algunos géneros.

Tabla 3: Aproximación a la taxonomía de los bambúes

Taxonomía	Nomenclatura
Reino	Plantae
División	Magnoliophyta
Clase	Liliopsida
Orden	Poales (Gramineae)
Familia	Poaceae
Géneros (algunos)	Arundinaria, Bambusa, Dendrocalamus, Sasa, Chusquea, Gigantochloa, Guadua, Phyllostachys.

Elaboración propia a partir de: Añazco (2013), Servicio Nacional Forestal y de Fauna Silvestre (2021), Ruiz-Sánchez (2021) y Vorontsova et al. 2016.

Aproximaciones prácticas para clasificar los bambúes

Las descripciones anteriores permiten entender de forma muy amplia lo que es un bambú, en comparación con las demás formas o especies botánicas. Sin embargo, la gran cantidad de especies de bambúes y su alta capacidad de hibridarse requiere de conocimientos y entrenamiento muy cuidadoso, surgiendo especialistas en botánica del bambú, para clasificarlos botánicamente. A continuación, para ir dominando las posibilidades de identificarlos a grandes rasgos, se delinean algunas descripciones o pistas muy amplias (tomadas de diferentes fuentes principalmente Vorontsova *et al.* (2016); Clark *et al.* 2015) y otros que serán citados para las especificaciones de lugar.

Por su distribución geográfica

Los bambúes no tienen un solo origen geográfico. Eso le imprime, a su vez, una fuerte diferenciación en su apariencia y su comportamiento. Por lo que los bambúes no poseen las mismas características. Farrelly (1984), Vorontsova *et al.* (2016) y Ruiz-Sánchez *et al.* (2021) presentan una buena docu-

mentación al respecto. La Figura 4 esquematiza un primer acercamiento al conocimiento en base a la distribución natural de los bambúes (Poales) y, en particular, de la familia Poaceae (anteriormente Gramineae), conforme a su origen geográfico, la que, por lógica, conlleva a una relación filogenética coincidente con la presencia de subfamilias y tribus.

Por su porte

Una segunda forma de clasificar los bambúes es por su porte. En esta clasificación, las especies de bambú suelen separarse en dos grandes grupos, que es una forma de distinguirlos muy común, la cual los divide en: bambúes herbáceos y bambúes leñosos o maderables (Vorontsova *et al.* 2016).

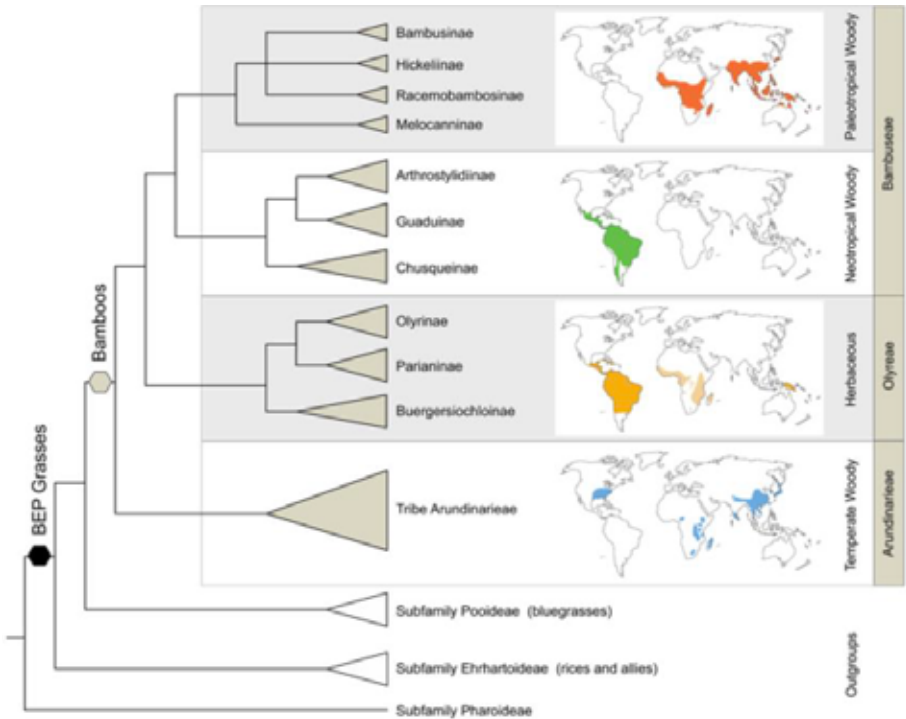


Figura 4: Distribución de las Gramíneas o Poales conforme a sus familias y subfamilias.

Fuente imagen tomada de: Bamboo Phylogeny Group (s.f); Kelchner *et al.* (2023)

Bambúes herbáceos: pertenecen a la familia Olyreae y se caracterizan por poseer un sistema simple de ramificación, con predominancia de un sistema rizomático simple y floraciones frecuentes, anuales o bianuales. Kumar *et al.* (2021) presentan un buen documento respecto a su clasificación. Generalmente son polinizados por insectos y crecen en el estrato bajo de la selva tropical, por debajo de los 1.500 m de altitud. Algunos de sus miembros suelen crecer apoyándose en las ramas de los árboles, por lo que se les denomina trepadores. Añazco (2013) indica que carecen de hojas caulinares y generalmente se ubican por debajo de los 1,000 m s.n.m.

Bambúes leñosos o maderables: se encuentran en el grupo Bambusoideae, que se caracteriza por sus culmos erectos (se denomina culmo a la parte emergente del suelo que es un pseudo-tallo, comúnmente llamado caña y también vara). Esta parte tiene un alto contenido de células lignificadas motivo por el que se les llama leñosos (no son maderables pues lo que poseen son fibras lignificadas, capaces de sustituir los usos de la madera). Carecen de sistemas complejos de ramificación, tienen fuertes sistemas rizomáticos y para algunas de sus especies sus ciclos de floración son prolongados con intervalos de hasta 120 o incluso 150 años, en tanto que otros lo hacen en 15 a 30 años. Crecen preferentemente en hábitats abiertos (son oportunistas o colonizadores emergentes), entre los 0 y 4,000 m de altitud y generalmente (Peña, 2015) son polinizados por el viento. A su vez, a los bambúes arbustivos o leñosos se los subdivide en cinco grupos como muestra la Tabla 4, cuyas medidas son una propuesta del autor, pues no existe un consenso profesional entre los especialistas:

Tabla 4: Clasificación de los bambúes por rango de longitud del culmo (m) en su habitat natural

Denominación propuesta	Rango longitudinal (m)
Bambúes enanos	≥ 0.03 y ≤ 5.0
Bambúes Pequeños	> 0.5 y ≤ 3.0
Bambúes Medianos	> 3.0 y ≤ 10.0
Bambúes Grandes	> 10.0 y ≤ 20.0
Bambúes gigantes	> 20.0

Fuente: Mercedes J. 2025

Por su rizoma

La planta de bambú tiene dos partes: una aérea y una subterránea. La aérea es reflejo del comportamiento de su sección subterránea constituida por un conjunto botánico llamado rizoma. Los rizomas en la mayoría de los casos no son visibles pues están debajo del suelo. De acuerdo con Kigomo (2007), los taxónomos emplean ese comportamiento de desarrollo para describir la morfología y el comportamiento del rizoma, pero por extensión para todas

las partes de la planta. Como las varas nacen desde el rizoma, la distancia y, en cierta manera, la forma en que surgen sobre el suelo permite una primera línea de acercamiento para identificar las especies y clasificar los bambúes en grandes grupos. Los rizomas, como tales, presentan dos partes que se reconocen como: cuello y el rizoma propiamente dicho. El cuello, se sitúa en la zona de origen y presenta un diámetro menor. Consiste en un corto segmento con nudos, entrenudos y brácteas, sin yemas y sin raíces. Los rizomas presentan un desarrollo subterráneo horizontal, aunque también ocurre el desarrollo vertical.

En las Figuras 5 y 6, se presentan dos esquemas de la apariencia general de los rizomas. De acuerdo con esta clasificación, se reconocen dos tipos o grupos básicos de rizomas según su conformación y el tipo de multiplicación que presentan: 1) rizomas definidos y 2) rizomas indefinidos.

Rizomas paquimorfos, definidos o simpodiales: Los rizomas definidos se caracterizan por ser cortos, gruesos, curvos y sub fusiformes, rara vez tienen forma esférica. Se ramifican en forma simpodial, la yema apical desarrolla un vástago aéreo y las yemas laterales o axilares forman nuevos rizomas subterráneos, que repiten el mismo sistema. El sucesivo desarrollo de este sistema determina la formación de una mata densa y apretada, cespitosa, generalmente de contorno circular. Las yemas son de forma circular y su ápice generalmente diverge del rizoma. Algunas especies desarrollan matas de gran altura, cuyo anclaje se produce gracias al importante desarrollo subterráneo de los rizomas (Rúgolo *et al.* 2016).

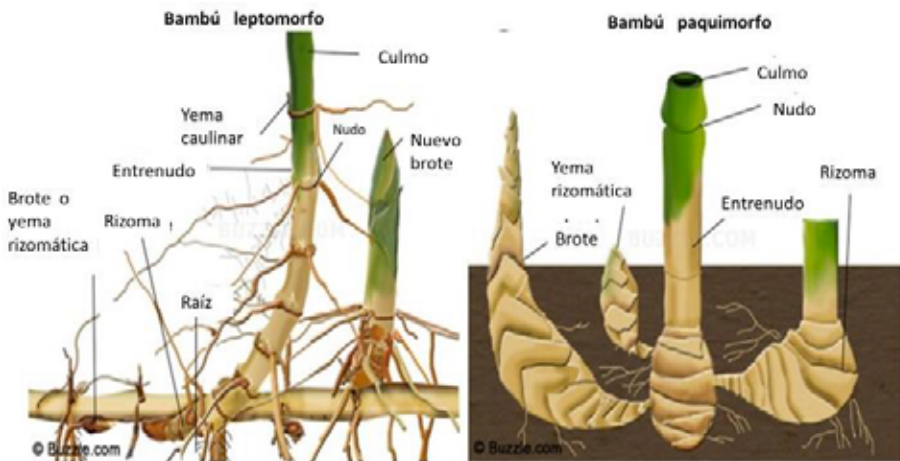


Figura 5: Esquemas constitutivos del rizoma de una planta de bambú.
Traducción libre y modificado a partir de Permatree (2016).

La morfología de los rizomas definidos varía de acuerdo con las especies, pero generalmente los rizomas definidos son sólidos, se presentan engrosados y, por ello, han sido denominados paquimorfos, comunes en los bambúes tropicales. Un carácter destacado respecto a su morfología es que, a nivel de su parte proximal son mucho más delgados, denominándose a esa zona cuello. A su vez, los bambúes paquimorfos pueden ser de dos tipos:

- Rizomas con cuello corto y entrenudos breves: de acuerdo con Akinlabi *et al.* (2017), estos rizomas al no separarse mucho de su rizoma madre (Figura 7-a) promueven el crecimiento típico de los culmos en grupos o cepas aglutinadas (macollas). Ej. *Bambusa* sp., *Dendrocalamus giganteus*, *Gigantochloa apus* y *Guadua* sp.) Los rizomas paquimorfos con cuello corto se presentan en la mayoría de las especies de *Bambusa*, así como en *Colantheia*, *Merostachys* y *Rhipidocladum* (Rúgolo *et al.* 2016)
- Rizomas paquimorfos con cuello largo: Excepcionalmente el cuello de algunas especies de bambúes puede alcanzar varios pies o hasta metros de longitud y la parte notablemente engrosada de donde surgirá la nueva vara, se manifiesta en la parte distal de los rizomas (Figura 7-b). Los rizomas paquimorfos con cuello largo son más frecuentes en especies asiáticas. En América este carácter se manifiesta en el género *Guadua* (Rúgolo *et al.* 2016).

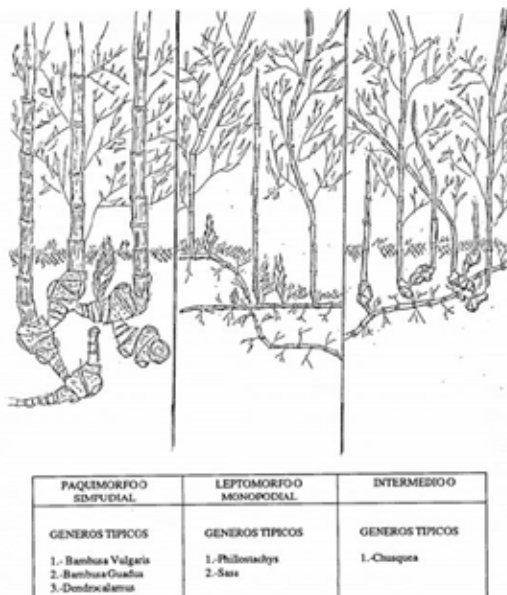


Figura 6: Diagrama de los tipos de bambú en función del tipo de rizoma, según Akinlabi *et al.* (2017)

Los entrenudos de los rizomas paquimorfos son más anchos y asimétricos (es decir, más grandes en el lado donde se encuentran los brotes). Los brotes en cada nudo están en una fila, generalmente cinco a cada lado del rizoma. Cuando los rizomas paquimorfos están inactivos, las yemas tienen forma de cúpula, pero es asimétrico (Rao *et al.* 1996). Los rizomas paquimorfos se distinguen por tener una parte superior (lado superior, que produce tallos) e inferior (lado inferior, donde se producen sus raíces.) Todos los bambúes tropicales (los formadores de grupos o macollas) tienen rizomas paquimorfos. Ejemplos de este tipo son: *Bambusa*, *Dendrocalamus*, *Thyrsostachys* y *Gigantochloa*, Akinlabi *et al.* (2017); también *Elytostachys* y *Oxytenanthera* (Hidalgo, 1974).

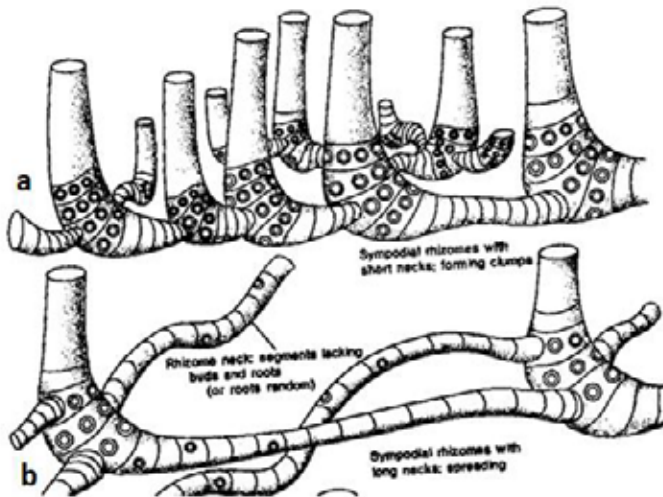


Figura 7: Rizomas simpodiales o paquimorfos: de cuello corto (arriba) y cuello largo (debajo).

Fuente: IPGRI, (1998)

Rizomas leptomorfos, indefinidos o monopodiales

Los rizomas leptomorfos o monopodiales, de acuerdo con Akinlabi *et al.* (2017) y Banik (1995), son propios de las especies que prosperan en regiones templadas, son resistentes al frío y heladas. Una buena descripción de estos rizomas es facilitada por Banik (1995), quien dice que son largos y delgados, cilíndricos o subcilíndricos. Suelen ser más pequeños que la parte aérea (culmo) que originan. Los entrenudos son más largos que anchos, de longitud relativamente uniforme y simétricas, huecos (rara vez sólidos). Los nudos pueden o no estar elevados o hinchados.

En el nudo generalmente hay una sola yema e hilera de raíces, como ocurre con *Phyllostachys aurea* y *Phyllostachys pubescens*. No tienen yemas en varios nudos y las raíces pueden estar ausentes o ser escasas. En estos rizomas, generalmente, no se distingue una parte superior y otra inferior. De acuerdo con (Rao *et al.* 1996) y Rúgolo *et al.* 2016), la mayoría de las yemas producen culmos y unas cuantas producen otros rizomas, cuyos cuellos son siempre cortos. En el caso del género *Melocanna*, indica Akinlabi *et al.* (2017), sus rizomas son frecuentemente alargados

Además, existen **los rizomas anfimorfos o anfipodiales**, constituyen un tercer grupo que reúne las características de los dos anteriores y se comportan mostrando un hábito de crecimiento intermedio entre ambos. Combina los dos grandes tipos (leptomorfos y paquimorfos) en una misma planta. Rúgolo *et al.* (2016), indican, además que el cuello suele ser muy corto y poco notable especificando que las yemas son de contorno subtriangular o navicular y el ápice es paralelo al eje del rizoma. Estos rizomas pueden presentar vástagos aéreos simples o ramificados, mediante el desarrollo de sus yemas (leptomorfos con culmos simples tipo leptomorfo o monopodial o leptomorfo con culmos ramificados, tipo paquimorfo respectivamente). En este grupo, un caso típico corresponde al género *Chusquea*. La Figura 8 esquematiza los últimos dos tipos de rizomas descritos.

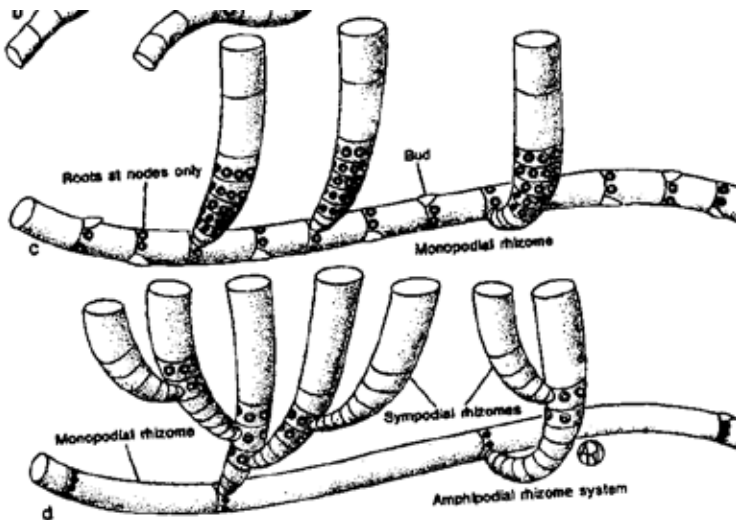


Figura 8: Rizoma monopodial o leptomorfo, arriba en c) y rizoma anfipodial o intermedio debajo en d). Fuente: IPGRI, (1998)

Los vástagos jóvenes emergentes del suelo (brotes de bambú), en todos los bambúes se caracterizan por presentar un tallo carnoso con entrenudos cortos, cubiertos por hojas imbricadas, caracterizadas por presentar una vaina muy desarrollada y láminas breves, en este estado de desarrollo, en Argentina llaman “turiones”. Su crecimiento, a veces notablemente rápido está acompañado por la maduración y endurecimiento de las cañas que comienzan a desarrollar ramificaciones axilares a nivel de los nudos (Rúgolo *et al.* 2016). La Figura 9 presenta un esquema para el género anfipodial *Chusquea*.

La forma de crecimiento conlleva a una distribución particular para cada tipo rizomático que se asocia con la capacidad de ocupación del terreno. En base a estas formas de crecimiento hay quienes han querido crear una novedosa categoría de clasificación o agrupamientos de los bambúes. La cual desde el origen de su conceptualización es errónea. En esta clasificación se parte de la capacidad del bambú para esparcirse en el espacio, a lo que identifican como capacidad de “caminar”. En ella se llama caminantes a los bambúes de tipo leptomorfo y no caminantes o los de tipo paquimorfo. Esa capacidad de ocupar nuevos espacios libres, la tienen todos los bambúes, por lo tanto, todos los bambúes son “caminantes.”

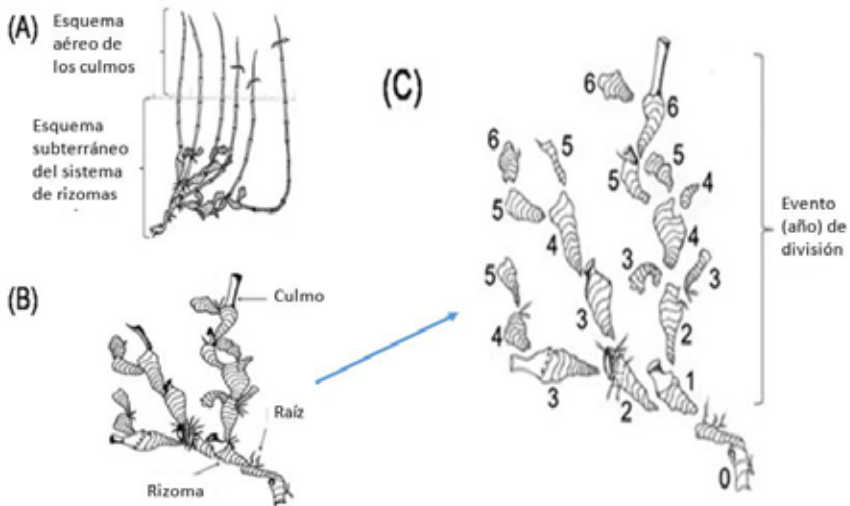


Figura 9: Rizoma intermedio (anfipodial) con detalles para *Chusquea* spp. “A” esquema de la apariencia aérea y subterránea de una planta, “B” detalles del rizoma. “C” detalles del patrón de eventos de separación y las divisiones del rizoma. Los números refieren la secuencia de los momentos (años), comenzando desde la raíz (planta inicial, identificada con el 0). Modificada de Tagle *et al.* (2013)

La Tabla 4, fue modificada a partir de Salgado (2015), es un resumen de los detalles descritos en las páginas precedentes. Se destacan los nombres genéricos de los rizomas y sus características más destacadas en la forma. Se enfatiza el origen de los brotes aéreos y se describe la apariencia sobre el suelo del bambusal que producen, así como la velocidad de ocupación de la superficie horizontal del suelo.

Asociado a esta calificación también se fomenta una denominación sinónima que, en términos ecológicos, carece de fundamento. En esta pretendida equivalencia los bambúes paquimorfos son llamados “no invasivos” y los leptomorfos “invasivos.” Este último concepto puede estimular en algunas personas un sentimiento o actitud de rechazo a los bambúes leptomorfos, interpretando el término con implicaciones algo alarmantes, pues son calificativos con relación a la posibilidad de tornarse incontrolables en el dominio territorial, lo cual no es correcto.

Tabla 5: Clasificación de los bambúes según las características de los rizomas

Nombres genéricos (rizoma = bambú)	Tipo o forma del rizoma	Origen del brote, tallo, culmo, vara o caña	Desarrollo de los brotes o culmos sobre el suelo y avance en el terreno
Paquimorfo (simpodial)	Corto, grueso y agrupados.	De la yema del ápice del rizoma.	Juntos, aglutinados, formando matorrales o macollas. En el campo se ven las plantas en grupos, mas o menos densos, según especie. Poco avance espacial a partir de su punto de plantación.
Metamórficas (Anfipodial) (Grupo intermedio, poco frecuente).	Combina ambos grupos.	Indistintamente en una yema (del ápice o de una lateral) del rizoma.	Unas veces aglutinados otras separados, combina ambas formas. Avance "lento" a partir de su punto de plantación.
Leptomorfo (monopodial)	Cilíndrica, alargados y separados.	De las yemas laterales del rizoma.	Separados, aislados o independientes. En el campo se ven los tallos distanciados. Avance espacial notable si no se le controla.

Fuente: Modificado por Mercedes, J. (2025) a partir de Salgado (2015)

En las ciencias ambientales se reconoce que toda especie animal o vegetal por características ecológicas o biológicas propias suyas o de su entorno, procura asegurar o ganar un espacio para su continuidad como especie. Unas especies serán más rápidas y otras más lentas en el aprovechamiento de la oportunidad o la búsqueda y dominio de un espacio liberado, pero todas las especies tienden a hacer esto de forma natural. En el caso del bambú leptomorfo, como para cualquier otra especie, si no se realizan los controles pertinentes, con el paso del tiempo esa especie ganará más espacio para su uso (en función de altura, diámetro de copa o de nuevos hijos alrededor). Eso no es invadir espacio, es cumplir con una ley natural de adaptación y supervivencia. Si se tienen los controles de lugar, la especie permanecerá confinada al lugar que se le permita o asigne.

Capítulo III

Reproducción

En este capítulo, se sintetizan las modalidades de mayor uso o potencial para la reproducción del bambú. El enfoque es dirigido hacia la reproducción masiva con el objetivo de su rápido fomento ya sea a escala comercial, de protección o de alguna de las otras modalidades de manejo sostenible del bambú.

La selección del sistema de reproducción o multiplicación de las plantas de bambú depende de diferentes variables. Algunas de las más importantes son la cantidad de plantas a reproducir, la disponibilidad de tiempo para hacerlo, las condiciones climáticas, además del hábito de crecimiento que determina el rizoma, entre otras. Sin embargo, y de forma independiente a todos esos factores, existen dos grandes tipos o formas de reproducir las plantas: la sexual y la asexual. Cada una tiene sus métodos para la reproducción, así como sus ventajas y desventajas, que se describirán a continuación.

¿Cómo se reproduce o multiplica el bambú?

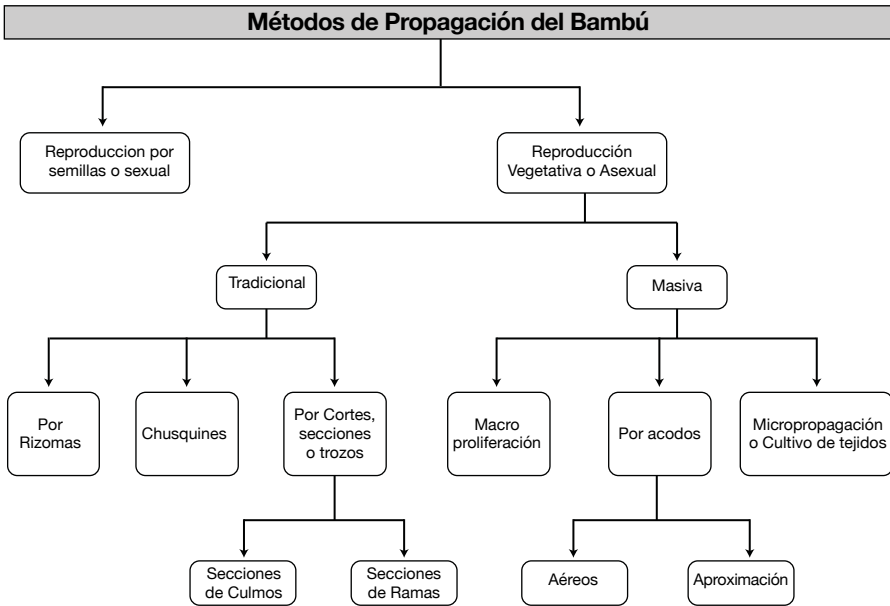
La reproducción de las plantas de bambú en una escala pequeña es muy fácil, pero en un marco de gran escala o comercial, este tema se puede convertir en un dolor de cabeza. Sin embargo, las técnicas fundamentales para cualquiera de las escalas son las mismas. La Figura 10 es una adaptación a lo propuesto por Salam *et al.* (2007), para esquematizar las diferentes opciones disponibles de multiplicación del bambú.

Reproducción sexual

Esta es la propagación a través de semillas botánicas. Es la multiplicación o reproducción mediante la técnica de poner a germinar las semillas del bambú. En general, la técnica es muy simple, pero tiene varias desventajas:

- La mayoría de las especies de bambú florecen sólo una vez y luego de fructificar mueren.
- La cantidad de semillas producidas por especie varía grandemente de una a otra y en el tiempo

- El período de viabilidad de las semillas es muy reducido (se prolonga si se refrigera a 0 °C). El porcentaje de fertilidad de las semillas es muy bajo.
- Las características genéticas de las plantas obtenidas son diferentes a las de la planta madre, por la alta hibridabilidad de los bambúes.
- El costo de recolección (y por tanto el precio de las semillas) tiende a ser elevado.



Modificado por Mercedes J., (2025) a partir de Salam et al. (2007).

Figura 10: Esquema con los principales métodos de reproducción para las plantas de bambú. Modificado a partir de Salam *et al.* (2007).

Debido a las desventajas antes descritas, para la gran mayoría de las especies de bambú, la reproducción por semillas o sexual es uno de los sistemas menos recomendables. Sin embargo, puede ser empleado y es necesario indicar que es aconsejable que el productor, siempre que se pueda, disponga de un campo con material vegetal suficiente para reproducción que provenga de semillas. La importancia de esta práctica es porque se necesita asegurar que al momento en que la plantación (que se encuentra en producción) florezca y todas las plantas de una misma progenie de semillas mueran, se disponga de suficiente material de otras progenies para establecer una nueva plantación o que pueda coleccionar suficientes semillas para iniciar la nueva plantación. El procedimiento para la reproducción por semillas (Figura 11) es sencillo:

- Se recomienda que, aunque las semillas pueden nacer directamente en fundas con tierra, se coloquen en un germinador con grava o arena previamente desinfectadas.
- El tiempo de germinación, variará con la especie, entre 10 y 30 días.
- Se debe regar con frecuencia para estimular la germinación y, una vez germinados, asegurar su supervivencia y crecimiento.
- Al alcanzar los 10 a 30 cm de altura, se trasplantan a las bolsas de polietileno o el envase en que se vayan a desarrollar.
- Desde la puesta en germinación hay que realizar los cuidados pertinentes y aplicar los protocolos de prevención y vigilancia fitosanitaria para estimular su crecimiento y su fortalecimiento para llevarlas al campo.

Una vez que las semillas han germinado, las plántulas tienden a entremezclar sus raíces. Al momento de ir a realizar el trasplante a las bolsas temporales, se requiere separarlas, esto se hace manualmente como se ilustra en la Figura 12. Es importante no dañar los pequeños culmos en desarrollo y minimizar los cortes a las raíces.

Reproducción asexual

Se entiende por reproducción asexual, cualquier tipo de generación o producción de plantas similares a la planta madre que se obtenga por manipulación de cualquier parte de la planta que no sea mediante la germinación de la semilla. Incluso cuando la semilla se pone a germinar y parte del tejido que creará la nueva planta es utilizado para una reproducción, las plantas que surgen de esos procesos son producidas de forma vegetativa.



Figura 11: Plántulas de bambú nacidas de semillas colocadas en dos envases plásticos.

Fuente: KFRI (2014)

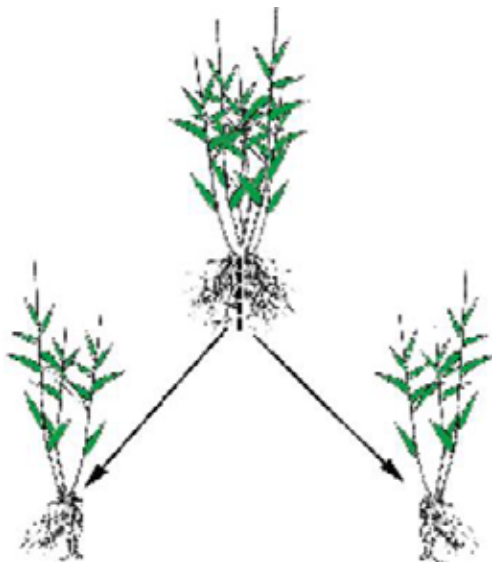


Figura 12: Separación de las plántulas a trasplantar a envases definitivos. Fuente: Kigomo (2007).

Detalles metodológicos para la reproducción asexual del bambú

La reproducción asexual o vegetativa tiene una serie de variantes. Algunas de esas técnicas se pueden aplicar exitosamente a varias especies, pero hay especies que de forma práctica sólo responden a una o tal vez dos de ellas. El técnico o productor debe informarse de manera particular, acerca del (de los) método(s) idóneos para reproducir la(s) especie(s) que vaya a utilizar. A continuación, se describen las técnicas mencionadas en el esquema de la Figura 10.

Reproducción por rizomas

Esta modalidad de reproducción hay quienes la separan en dos métodos diferentes: reproducción por rizomas y la denominada *offset cutting*. Aunque existen diferencias, en este manual se trabajarán como un solo método. De acuerdo con Seethalaksmi (2016), un *offset* (rizoma reproductor) es la porción basal de un culmo con el axis del rizoma y raíces unidas al mismo (Figura 13). Resalta el autor que los culmos deben ser cortados (rebanados) de forma que al menos dos o tres nudos permanezcan en la base. Ahlawat *et al.* (2002) indican que no deben sobrepasar de 5 nudos. En tanto que la propagación por rizomas consiste en secciones frescas de rizomas (de unos 15 a 30 cm.) conteniendo al menos una yema del año anterior.

Akinlabi *et al.* (2017) destacan que el **proceso de propagación por rizomas** se ha usado tradicionalmente para propagar especies de bambú que no forman grupos, donde los rizomas son leptomorfos o intermedios. Rara vez se usan para regenerar o propagar plántulas de bambú de rizoma paquimorfo. Tal como se indicó antes, el rizoma es un tallo subterráneo, que consta de dos partes, a saber, el rizoma real y el cuello del rizoma, que es la base del rizoma original. El tallo del rizoma tiene nudos, los nudos cercanos al cuello siempre carecen de brotes y los más alejados e inferiores generalmente producen raíces. Normalmente, el rizoma original tiene raíces o primordios de raíz y brotes en todos los nudos.

En los rizomas paquimorfos, los nudos para potenciales brotes están en una fila, generalmente cinco a cada lado del rizoma. Los rizomas paquimorfos se distinguen por tener una parte superior (lado superior) de donde normalmente salen culmos y una inferior (lado inferior), donde se producen más de sus raíces. De acuerdo con Akinlabi *et al.* (2017), todos los bambúes tropicales tienen rizomas paquimorfos (*Bambusa*, *Dendrocalamus*, *Thyrsostachys*, *Gigantochloa*, entre otras) pero las especies de *Melocanna*, a veces tienen rizomas alargados. Independientemente al tipo de rizoma, el procedimiento a seguir, en esencia, es ir cavando alrededor del rizoma y separándolo del grupo principal o planta madre. Por tanto, el método de propagación del rizoma implica separarlos con una sección de varas de los grupos.

Luego, la caña de bambú se corta en un ángulo oblicuo a una distancia de cuatro o cinco nudos del rizoma (Akinlabi *et al.* 2017). Aunque el corte se hace inclinado, procurando minimizar daños por rajaduras al culmo, por asuntos de seguridad laboral es aconsejable redondear las puntas para evitar cortes a humanos o animales, tal como muestra la Figura 13. Después de lo cual, se le arranca del suelo con sus raíces y rizomas intactos, para la regeneración y el desarrollo de nuevos brotes.

La Figura 14 muestra tres de los pasos a seguir para obtener un rizoma de tipo paquimorfo, conforme a Poppens (2004), quien indica cinco puntos importantes a considerar: 1.- Asegúrese de la edad del culmo a seleccionar, la cual debe ser de 1 a 2 años. 2.- La longitud de la vara tiene que ser entre 1.0 y 2.5 m. 3.- Remueva el suelo alrededor del rizoma con cuidado. 4.- Verifique que el rizoma posee yemas suficientes y saludables. 5.- Separe el rizoma cortando sus cuellos de conexión con otros rizomas. Si la fuente de reproducción está cerca del lugar de la plantación, se puede sacar el culmo directamente y trasladarlo lo más pronto posible al sitio donde se está plantando. (Figura 14.C puede representar el momento del saque o el del establecimiento directo en finca).

2

A Manual for Vegetative Propagation of Bamboos

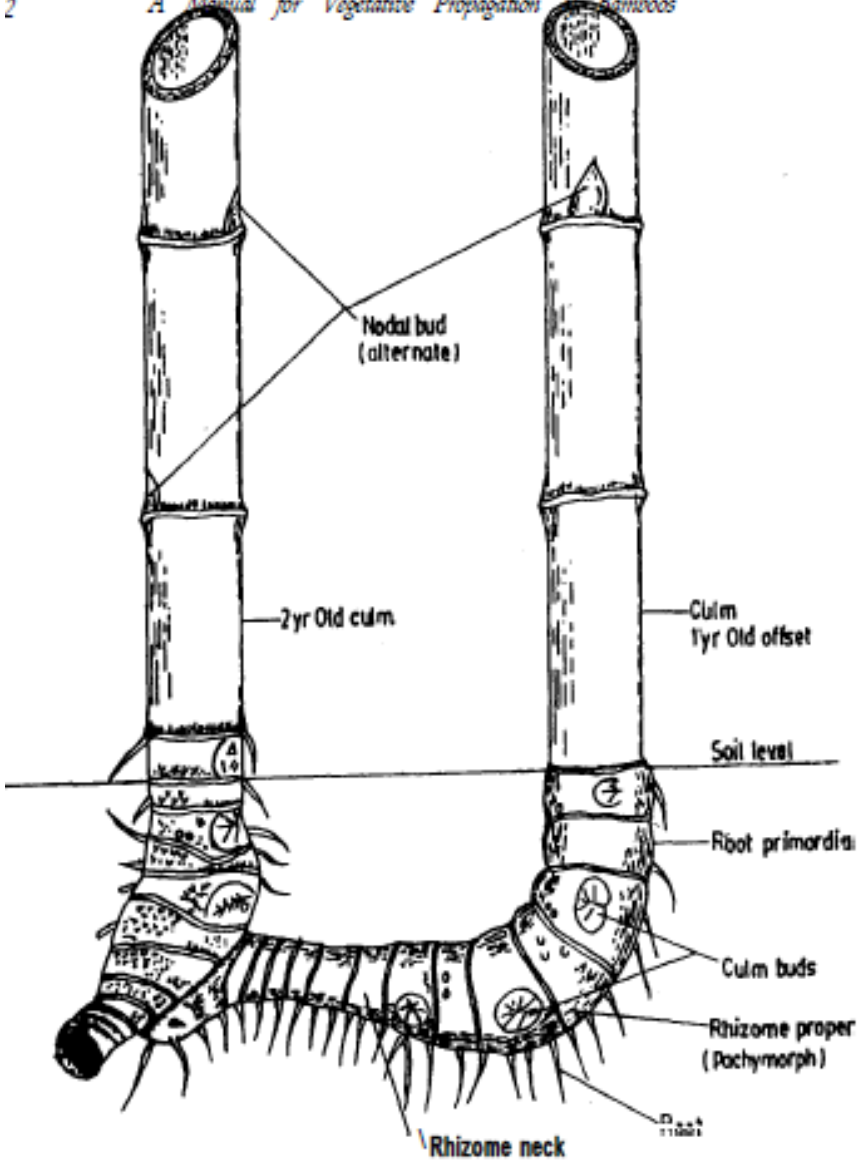


Figura 13: Esquema de “offset” mostrando la sección de culmo unida al rizoma y algunos órganos presentes en el mismo. Fuente: Banik (1995)

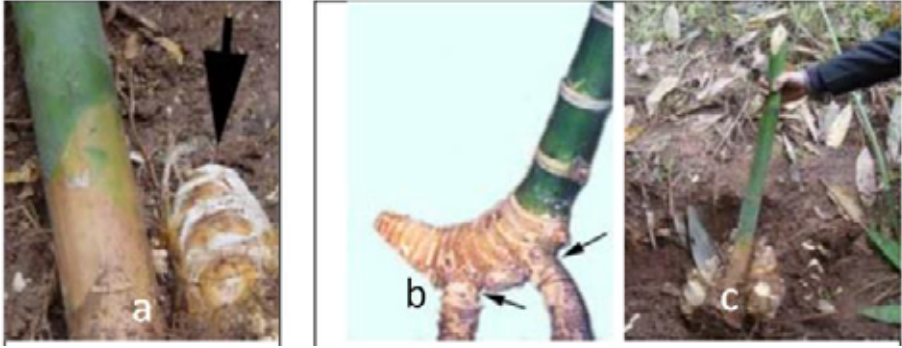


Figura 14: Reproducción por offsets: a), verificar la salud de las yemas, b) puntos de corte señalados por flechas y c) separación de las uniones con otros rizomas. Poppens (2004).

Existe una limitación en cuanto a la propagación con este sistema, ya que es un proceso laborioso y lleva mucho tiempo remover y extraer los rizomas. Por lo tanto, el número de propágulos que se extraerán para granjas o plantaciones grandes es limitado. De igual forma, los envases en que deben colocarse para su cuidado en el vivero también son grandes y requieren una gran cantidad de sustrato o suelo para asegurar su adecuado desarrollo, tal como se aprecia en la Figura 15. Por ello, el método es más recomendado o apropiado para unidades productivas relativamente pequeñas. Estas demandas hacen que su utilización conlleve al uso de una gran cantidad de mano de obra y por lo tanto su costo de producción tiende a ser mucho mayor que el de otros sistemas reproductivos. La Figura 16 muestra rizomas y offsets con los brotes iniciales. De acuerdo con Akinlabi (2019), los rizomas y offsets deben ser colectados al menos dos o tres meses antes de la estación de lluvia o plantación.



Figura 15: Rizomas y offsets (secciones de rizomas) envasados para su desarrollo en vivero.

Fuente: Ginwal (2021)



Figura 16: Secciones de rizomas al inicio de producción de brotes, listas para su traslado al campo. Fuente: Ginwal, (2021)

Reproducción por corte de raíces

Este sistema se aplica principalmente a las especies de bambúes leptomorfo, empleando las secciones de los rizomas sin culmos (se cortan en un rango de 50-60 cm de largo con aproximadamente 10-15 nudos y sus raíces. En el proceso de transferir los rizomas a lugares distantes (Seethalaksmi, 2016), se debe tener cuidado de envolverlos en turba o paja húmeda, después de lo cual se pueden cubrir con polietileno o algún material orgánico, una vez que se ha eliminado el suelo. La Figura 17 muestra los sistemas radiculares tipo paquimorfo y leptomorfo luego de ser lavados. A los fines de reproducción, la sección de raíz debe contar con una a tres yemas con raíces y varios centímetros de raíces a ambos lados.



Figura 17: Sistemas radiculares tipo paquimorfo (A) aquí del género *Fargesia* y leptomorfo (B) del género *Phyllostachys*; lavados luego de ser extraídos. En ambas se observan numerosos brotes nuevos que pueden ser empleados para su trasplante al campo o bolsas. Fuentes: A, Bamboo Garden (s.f.) y B, Bamboo sourcery (s.f.)

Reproducción por chusquines

Este método es muy empleado para el género *Guadua*. Se denomina “chusquín” a las plantas delgadas y pequeñas que generan los rizomas en manchas que han sido sobre aprovechadas o afectadas por incendios, quemas o acción del viento. Giraldo Herrera, *et al.* (2007) y Botero Cortés (2007) indican que provienen de una yema basal del rizoma que se activa entre el 1° y 2° mes de aprovechado su tallo aéreo o culmo. Los chusquines son un mecanismo de defensa de la planta, que busca asegurar la continuidad de la vida como especie. Al no tener follaje que promueva la fotosíntesis propia de la planta viva, su rizoma genera rápidamente este tipo de plantas pequeñas. La cantidad puede ser significativa (5 a 20 chusquines), el número de los próximos reemplazos variará conforme a las condiciones fisiológicas de la planta y las ambientales presentes.

El seguimiento al desarrollo de los chusquines, según reportan las fuentes consultadas, mostró que su primera fase de desarrollo genera brotes igual de delgados y pequeños, pero que cumplen el papel de colonización del área donde está plantado (ver Figura 18); posteriormente y una vez que han colonizado el área de sembrado, empiezan a aparecer brotes con el doble del diámetro del que las generó y con altura directamente proporcional al diámetro. De esta manera empieza el proceso de crecimiento de la planta. Antes que ello ocurra, se procede a separar todos los brotes –delgados - generados por el chusquín original (proceso de deshije) que se siembran por separado, para que se inicie nuevamente el rebrote y así continuar el proceso de reproducción de chusquines hasta obtener el número de plantas deseado.



Figura 18: Chusquín plantado, para su reproducción en un huerto clonal en Colombia. Fuente: CAFEGA, 2010.

Por cortes o trozos del culmo y ramas

Esta es una de las modalidades más comunes y una de las que geográficamente se conoce en todos los países con bambúes arbóreos nativos. Incluye una variedad de técnicas simples y no tan simples, que dan buenos resultados. Algunos de los consejos o recomendaciones señalados para una modalidad, por ejemplo, corte de culmo completo, es completamente aplicable para otras modalidades reproductivas como, por ejemplo, la sección de ramas.

Propagación a través de secciones de varas o culmos

La propagación vegetativa usando las varas completas, es una alternativa viable y tiene varias ventajas sobre otros métodos. Ahlawat *et al.* (2002), citan que el éxito y la supervivencia son más altos (40 a 80 %) que con el método anterior (rizomas). Este método a veces se acompaña con el tratamiento de los esquejes de los culmos con productos reguladores del crecimiento para inducir la formación de raíces. El método ha sido probado para la mayoría de las especies de bambú económicamente importantes y se ha reportado con éxito. Por lo que, la multiplicación a gran escala de variedades superiores es posible a través de este método. Una vez trasplantadas, las plantas obtenidas a partir de esquejes desarrollan sus tallos mucho más rápido que las plántulas de semillas. Para utilizar este método de propagación de bambú a través de esquejes los pasos prácticos involucrados según Ahlawat *et al.* (2002), cuando se emplean los culmos son:

1. Extraiga los tallos que tengan de 2 a 3 años, asegurándose de que posean nudos (yemas) saludables. Cúbralos al nivel del suelo o justo encima del primer nudo.
2. Retire la parte superior blanda y tupida de las hojas del tallo (brote) y recorte las ramas laterales, cuidando de no lesionar los brotes axilares en los nudos mientras retira las hojas y las ramas laterales.
3. Transporte las cañas al sitio de vivero lo más rápido posible. Evite el secado de la sección envolviendo los extremos cortados en bolsas de yute húmedas o incrustándolos en cajas con polvo de serrín húmedo o materiales similares.
4. Prepare esquejes con 2-3 nudos, dejando 5-7 cm a cada lado de los nudos usando preferiblemente una sierra para metales o un cuchillo muy afilado para bambúes siendo preferible una sierra de mano.
5. Se recomienda afilar y desinfectar frecuentemente las herramientas en uso para la labor, de esta forma no se desgarran los extremos cortados y

se disminuye la posibilidad de transmisión de patógenos u otras causas de infecciones. Evite las rajaduras (Figura 19).

6. Haga una abertura (de unos 2 cm de largo y 1 cm de ancho) o haga dos agujeros (de unos 7 mm de diámetro) en el centro del entrenudo. Asegúrese de hacer los agujeros para que los brotes o ramas axilares en ambos nudos se encuentren en un plano horizontal al suelo (Figura 20).
7. Rellene los huecos con agua y algún fertilizante o enraizador. Coloque el trozo cortado para el hueco y proceda a enterrar la sección.

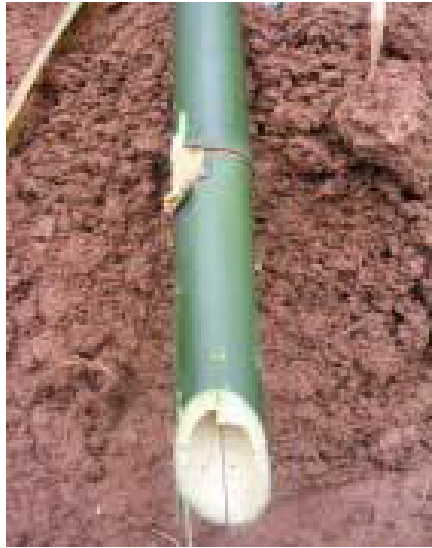


Figura 19: En el corte del bambú deben evitarse las rajaduras, afectan la hidratación y arriesgan la sanidad del material a reproducir. Fuente: Poppens, (2004)



Figura 20: Haga un agujero entre cada dos nudos, rellene el canuto con agua enriquecida con nutrientes y/o con hormonas enraizadoras. Reponga la sección cortada y cubra el culmo con tierra. Fuente: Poppens (2004)

Las secciones se pueden sumergir en una solución de hormonas antes de llevarlas a los lechos o camas de arena (Ahlawat *et al.* 2002), y provea una alta humedad para estimular el desarrollo de los nuevos brotes de tallos y raíces, al tiempo que reduce el secado de la rama en desarrollo. Luego del desarrollo de los brotes, recorte las ramas que han brotado dejando solo las plántulas en desarrollo y trasplántelas a las fundas o al cantero colocándola como se muestra en la Figura 21- a. Espere unos 4 a 6 meses (según la especie y el clima local) en las fundas o bolsas con las plantas a la sombra y con suficiente humedad para que crezcan hasta su endurecimiento y plantación.

Este método es muy prometedor especialmente cuando las especies tienen una prominente rama primaria que sale de la base del culmo como ocurre con *Bambusa balcooa* (Bhaluka), *B. bambos*, *B. vulgaris*, *B. wamin*, *Dendrocalamus hamiltonii* y *D. asper* (Seethalaksmi, 2016). Cuando la parte basal de la rama se emplea como estacilla, el método se asemeja al método de reproducción por acodos (solo que aquí no se separa de la vara). De acuerdo con Poppens (2004), la selección de la rama y el corte de su sección extrema se debe hacer con un año de anticipación para fortalecerla.

Propagación por esquejes de ramas

Para reproducir el bambú por secciones o esquejes de ramas, hay que seleccionar buenas cañas de bambúes de paredes gruesas a las que se les extraen las ramas laterales basales con alto potencial para desarrollar raíces fuertes. Se le cortan todas las ramas débiles en el nudo dejando solo la más desarrollada que se seleccionó (Figura 22 - a). En la rama seleccionada deje de 2 a 4 nudos y pódela las hojas que nacen de la que usted seleccionó (Figura 22 - b). Espere a que desarrolle raíces, lo que puede variar de 4 a 6 meses según especie y clima (Figura 23 - A). Pódele todas las ramas secundarias y realice el corte lo más limpio y cercano al culmo (Figura 23 - B), cuidando no dañar las raíces desarrolladas. Trasplántela en la bolsa para su crecimiento y futuro traslado al campo. Asegúrese de proveer sombra inicial y suficiente humedad (riegos) hasta su endurecimiento y plantación.

Esta modalidad de reproducción se podría colocar en una categoría de reproducción rápida, cercana a la reproducción masiva, en especial si se sigue un esquema diferente al descrito previamente. La variación esencial es que la rama seleccionada se lleva directamente a un germinador o a una bolsa siguiendo los pasos siguientes:

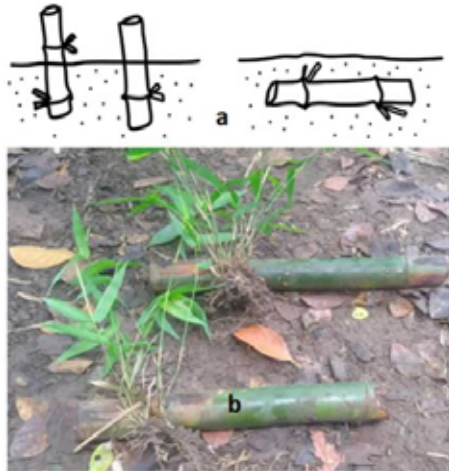


Figura 21: Esquema con a) esquejes de ramas colocados en una cama de enraizamiento y b) esquejes de *B. vulgaris*, enraizados. Fuente: Hornaday (s.f.)

- Escoger ramas de uno a 2 años
- Cortar las ramas en esquejes de uno a dos nudos, nunca pasar de tres nudos por esqueje.
- Colocar el esqueje en el sustrato para enraizar.
- Los esquejes se pueden colocar en forma vertical, inclinada u horizontal.
- Si el esqueje es de un solo nudo (una yema) este debe quedar en contacto a nivel del suelo o soterrado a no más de dos veces su ancho.
- Es conveniente humedecer los esquejes en una fórmula de protección contra enfermedades o de estimulación de las raíces.
- Una vez preparada la estaca, se coloca en forma inclinada, en los bancales, enterrando al menos uno de los nudos y dejando otro en contacto superficial con la tierra.
- Si la estaca se coloca horizontalmente, se aumenta el potencial de enraizamiento y de brotación de nuevas ramas.
- Cuando ya está germinada, se separan los nuevos brotes, igual que como se hace con el chusquín o el sistema de macroproliferación.



Figura 22: Rama vigorosa escogida para reproducción, libre de las ramas débiles que le acompañaban (a). Hay que quitarle el extremo tierno (b), y realizarle una poda al resto de las ramitas propias de la que fue seleccionada



Figura 23: Luego de haber podado la rama ya enraizada se procede a separarla del culmo (A) sepárela con una herramienta bien afilada, preferiblemente una sierra y se lleva al área de desarrollo para colocarse en una funda o en un cantero (B). Fuente: Poppens (2004)

Propagación por esquejes de varas y ramas completas

En base a que de una sola vara se pueden obtener múltiples brotes nuevos para la plantación, esta modalidad de reproducción, al igual que la reproducción por secciones de ramas o culmos, también se puede colocar en la categoría de reproducción rápida, cercana a la reproducción masiva. La diferencia es que, con esta técnica, las ramas o culmos no se seccionan, sino que se colocan enteros con la mayor cantidad de yemas posibles en los canteros. El sistema consiste en:

- A. Escoger ramas de 2 a 3 años y buena salud.
- B. La rama se seccionará para usarla directamente en fundas o en el campo o canteros (Figura 24),
- C. Cuando la rama se vaya a cubrir por completo, asegurarse que la mayoría o todas las yemas y en relación con el suelo estén a los lados, no encima ni debajo de la vara.
- D. Es aconsejable realizar, en la parte superior de la caña, un pequeño hueco entre cada dos nudos.
- E. El vacío (canuto) se completa con un agua enriquecida con nutrientes y/o enraizadores, y luego se tapa con la sección desprendida para formar el lugar del hueco. Si ese trozo se destruyó, entonces improvisa con alguna piedra o trozo de madera.

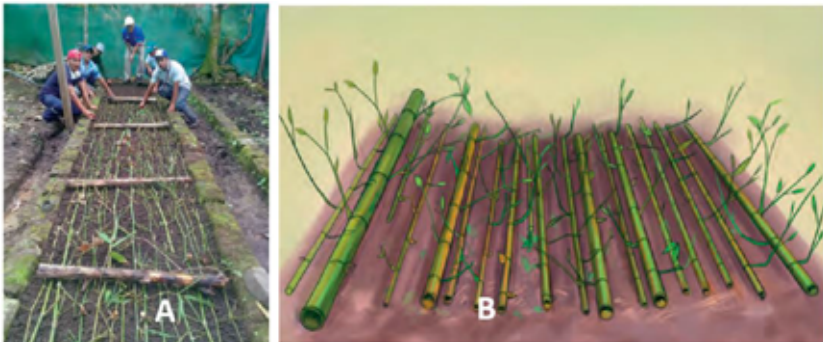


Figura 24: Esquejes para multiplicación de bambú. A) Esquejes de ramas y B) Esquejes de Culmos o varas. Fuente: Servicio Nacional Forestal y de Fauna Silvestre (2021)

Propagación masiva del bambú

Las técnicas descritas anteriormente, son buenas, sin embargo, para satisfacer la demanda de material de siembra en grandes cantidades, es necesario utilizar técnicas más efectivas que puedan dar como resultado la producción masiva de plántulas. Algunas de estas técnicas modernas son el acodado, la macroproliferación y el cultivo de tejidos. Todas estas técnicas también presentan variaciones significativas y todas ellas tienen una significativa pérdida de plantas en el proceso. La solución parece haber sido encontrada por Kumar, quien durante la década de 1990 desarrolló y describió por primera vez en todo el mundo una nueva tecnología universal de bajo costo que él mismo denominó por primera vez como “Tecnología de macroproliferación” a principios de la última década del siglo XX, en 1991 (Kumar, 2015).

Macroproliferación es el método que utiliza cortes de rizomas para producir múltiples plántulas basándose en su habilidad de proliferar. Es importante indicar que los rizomas a ser llevados al vivero necesitan tener raíces y brotes o al menos las yemas para producirlos. Debido a que una sola plántula puede producir múltiples culmos y raíces (entre tres y siete) dependiendo de la especie, al igual que acontece con muchas semillas de bambú germinadas, el método también ha sido exitoso en la producción a partir de plántulas provenientes de semillas (Akinlabi *et al.* 2017.) En este caso, cuando la semilla ha germinado, las plántulas producidas están en una fase de alta capacidad de reproducción celular, en ese momento se le puede aplicar esta técnica y se obtiene una mayor cantidad de plántulas. Durai *et al.* (2021) hacen referencia a este sistema señalando la necesidad de que, independiente a su origen, para aplicar la técnica hay que asegurarse que estén libres de malezas.

Propagación por macro proliferación

Nautiyal (2014) dice que, como muchos otros pastos, el bambú tiene una alta capacidad de proliferación inherente para reproducirse, probablemente debido a su largo período entre una producción de semillas y otro. Utilizando este hábito fisiológico se desarrolló la técnica de multiplicación de plantas separando los pequeños rizomas recién formados (Figuras 25 a 28). La técnica se denominó macroproliferación de plántulas. Nautiyal (2014) cita que la multiplicación de una plántula de bambú por separación de rizomas conduce a un material de plantación de menor tamaño, sin embargo, las plántulas de *B. bambos*, *B. tulda*, y *D. hamiltonii*, de 5 a 9 meses de edad se pueden multiplicar de 3 a 5 veces mediante esta técnica. Cada año, las plántulas se pueden multiplicar al mismo ritmo y una gran parte de ellas se pueden plantar mientras se mantiene un stock para continuar la macroproliferación. La tasa de supervivencia es del 90 – 100 %

Las plántulas de *B. arundinacea*, *B. tulda* y *D. strictus* criadas en bolsas de polietileno de gran tamaño (15 x 23 cm) produjeron un mayor número de brotes (número 6-8) en un año que en bolsas de tamaño pequeño (10 x 15cm) que solo rindieron de 2 a 3 plántulas por vez. Nautiyal (2014) indica, además, que Kumar, (1988) lo empleó para la multiplicación de plántulas de *B. arundinacea*, *D. strictus* y *D. hamiltonii*. En los años de 1991 y 1992, desarrollando un plan detallado para la producción continua trasladables al campo en cantidades masivas. Hasta la fecha, diez especies de bambú prioritarias en la India: *Arudinaria falcate*, *Bambusa bambos*, *B. tulda*, *B. nutance*, *B. vulgaris*, *B. multiplex*, *Dendrocalamus strictus*, *D. hamiltonii*, *D. asper* y *D. membranaceus* se han propagado en masa a través de esta tecnología en la Disciplina de Fisiología Vegetal del Instituto de Investigación Forestal, Dehradun, en la India.

Las plántulas con 4-5 brotes se sacan de la cama. Luego, la tierra se elimina mediante lavado o agitación (Nautiyal, 2014). Cada culmo con un pedazo de rizoma y raíces se separa cuidadosamente con un cuchillo o tijera con buen afilado y se plantan en macetas separadas como plántulas. En condiciones adecuadas de vivero, éstos producirán culmos y el proceso se puede repetir, lo que permite obtener una buena cantidad de plántulas sanas para su establecimiento en el campo. En las Figuras 25 y 26, se muestran algunos detalles del proceso descrito.



Figura 25: a) Secciones de culmos de *Bambusa vulgaris* con cavidades formadas y selladas. b) desarrollo de brotes y c) brotes mostrando el sistema radicular desarrollado, en este momento, se puede aplicar el método de macroproliferación, al separar las plántulas. Fuente: Ginwal (2021)

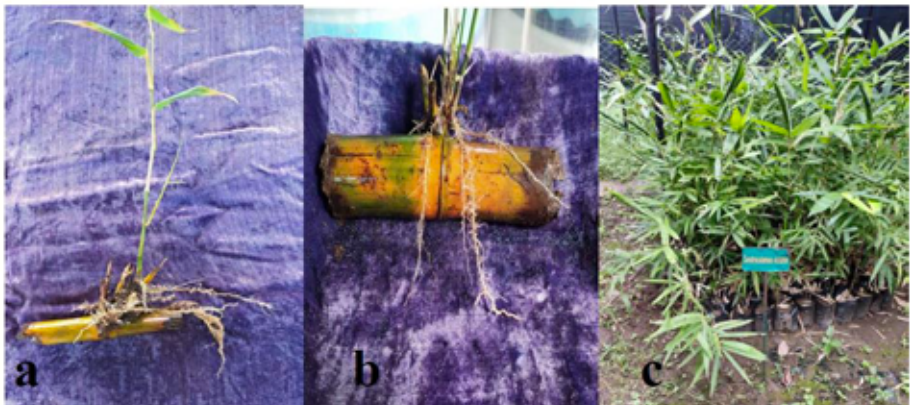


Figura 26: Sistema de macropropagación de *Dendrocalamus strictus*: a) y b) Secciones de culmos de un nudo. c) Bancal con plantas producidas. Fuente: Ginwal (2021)

La principal ventaja de este método es que una vez que la semilla o las plántulas de bambú están disponibles, el proceso puede continuar hasta los 10 años con descendientes de la misma planta madre. La razón es que el intervalo de tiempo entre la última multiplicación y la floración subsiguiente se acorta. El método tiene otra gran ventaja relacionada con el manejo, pues las plántulas proliferadas, al igual que con la técnica de chusquines, siguen siendo de tamaño pequeño debido a la separación continua de los rizomas, lo que facilita su manipulación y transporte en el vivero y su trasplante en el campo de producción final.

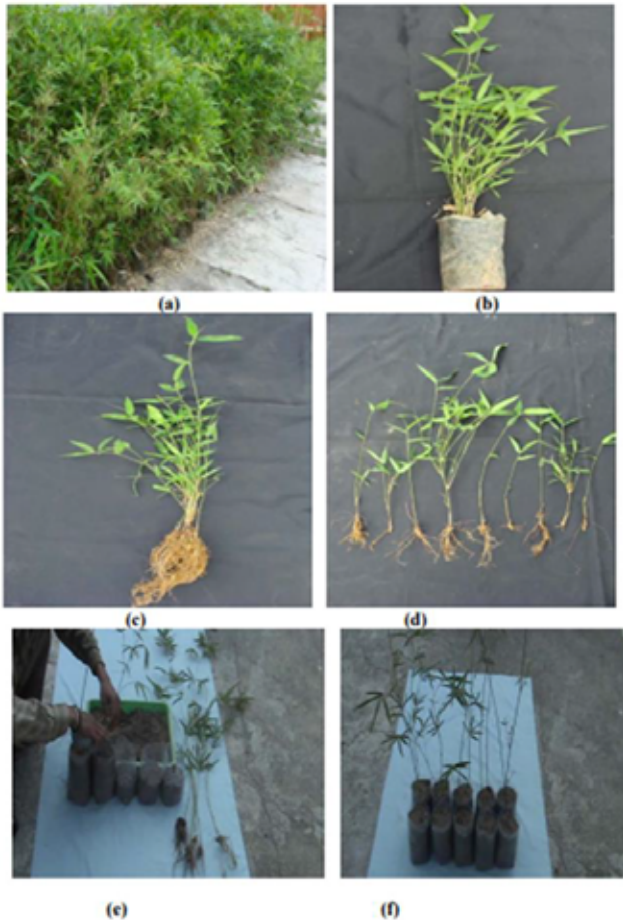


Figura 27: (a) Plántulas de semillas., (b) plántula macollada por macro proliferación (c) Macolla luego de removérseles el suelo, (d) separación individual de las plántulas con raicillas y pequeños rizomas, (e) y (f) Cada plántula es establecida en una funda independiente. Traducción libre de Nautiyal (2014).



Figura 28: A) Plantas obtenidas por macro proliferación y B) en proceso de ser trasplantadas para continuar la reproducción. Ginwal 2021

Propagación mediante acodos

Este método de propagación es relativamente simple y seguro. Es más efectivo en especies que producen ramas con primordios radicales en el punto de unión con las varas establecidas en el campo, tal como se muestra en las Figuras 27 y 28. Existen especies que necesitan de una estimulación para la formación de estos primordios en los nudos. Hay tres tipos de procedimientos de estratificación: a) acodos simples o de aproximación en tierra, b) acodos aéreos o marcoteado y, c) acodos de tocones. En todos ellos, el procedimiento esencial es el mismo: colocación (de / en) los nudos (de / en) un sustrato estimulante para el desarrollo de raíces. El sustrato debe poder retener la humedad y, en algunos casos, es bueno que se le agregue alguna hormona enraizadora.

Sustratos para realizar los acodos

Para asegurar el prendimiento de los acodos, el productor debe preparar un medio que estimule la planta a producir raíces. Cuando el sustrato o mezcla estimulante está en contacto con el nudo y la rama, activa los procesos fisiológicos de la planta y esta cree que se encuentra en contacto con el suelo real, e inicia la producción de raíces. El proceso debe estar garantizado. El sustrato se puede preparar con materiales propios de la finca o de la comunidad o prepararse con material producido en otras partes disponible en el mercado. En la Figura 29 se presentan algunos materiales útiles para elaborar sustratos de enraizamiento.

Una mezcla local tiende a ser bastante orgánica y se compone por un poco de tierra de bosque y un poco de hojarasca a medio descomponer o turba de una laguna o líquenes del bosque. Estos materiales le darán a la rama nutrientes y un espacio donde las raíces crezcan sin morirse por la acción del aire. Se agrega un poco de agua con miel para proveer a la rama de humedad y sustancias que estimulen la formación y crecimiento de las raíces. Esta agua es almacenada en el suelo y la hojarasca. Al envolverse el sustrato y amarrarse como una bolsita por debajo de la rama (para sostenerlo) y también se atan fuertes por encima para que con las lluvias no se contamine o con un exceso de temperaturas no se evapore y se seque matando las raíces.

Una mezcla menos local puede ser hecha con materiales importados como podría ser vermiculita o perlita o la misma turba en caso de no encontrarse en la comunidad. Estas materias se mezclan con humus sólido o fibras de coco o aserrín de plantas de hojas anchas. Una vez preparado el sustrato se le adiciona algo de agua con un poco de fertilizante completo y micronutrientes más enraizadores y se procede a colocarlo en la base de la rama como se indicó anteriormente.

Acodos de aproximación o de tierra

Para los acodos de aproximación al suelo, se seleccionan varas de macisos saludables con 1 año y se le podan sin dañar las yemas latentes. A cada uno se lo hala o dobla hacia el suelo, donde es “medio enterrado” con un sustrato de suelo bien preparado. Se procura hacerlo de tal manera que los brotes a lo largo del culmo (la vara) estén preferiblemente en posición lateral (Figura 30 b), de acuerdo con Ahlawat *et al.* (2002). Otra forma es cubriendo cada yema potencial de dar una nueva planta con algún sustrato.

Este tipo de acodos se realiza doblando el culmo (de un año) para que todos los nudos estén al alcance del trabajador, facilitándole acceder a las ramas a acodar como muestra la Figura 30 - b. Para facilitar el proceso, se aconseja que se la incline y se le ate a otra vara, estaca o algo que la mantenga cerca del suelo (al alcance de quien va a trabajar). Como la vara sigue viva y unida al rizoma, no es necesario adicionar agua o nutrientes.



Figura 29: Algunos productos orgánicos e inorgánicos que por sí mismos pueden servir como sustratos, o ser combinados para la preparación de sustratos. Fuente: LiveWorksheets (s.f).

Acodos aéreos o marcoteado

De las varas escogidas, las ramas se podan a aproximadamente 2.5 a 4 cm del nudo, de tal manera que las yemas inactivas no se dañen o lesionen (ver Figura 30 a). En el punto de nacimiento de las ramas (en el nudo del culmo), se coloca una mezcla de tierra de jardín con algún material que retenga agua (musgo, fibra de coco, hojas semi-descompuestas u otras materias similares), en partes iguales o de un tercio de tierra y dos de fibras. Ese sustrato debe cubrir todo el alrededor del nacimiento de la rama y ser fijado con algún material preferiblemente impermeable (el proceso se detalla más adelante). A esa mezcla se le añade agua enriquecida con hormona(s) de enraizamiento.

Asegúrese que la mezcla sea suficientemente consistente para estimular la formación de raíces, pero lo suficientemente suelta como para que las nuevas raíces crezcan bien. Igualmente, con capacidad para retener abundante agua. Antes colocar el sustrato preparado a la rama, se toma un trozo de material impermeable que se ata por debajo del nudo/rama.

Luego se toma suficiente sustrato para envolver el nudo o rama y se procede a cubrir todo el nudo con el material impermeable utilizado como se muestra en las Figuras 31 y 32. Concluido el proceso se ata en la parte superior asegurándose que no tenga fisuras por las que pueda entrarle agua en días de lluvia. Pasadas unas seis a diez semanas, los nudos con raíces exitosas se separan del tronco para convertirse en nuevas plantas con sus propias raíces y se pueden llevar al campo para establecer la plantación.

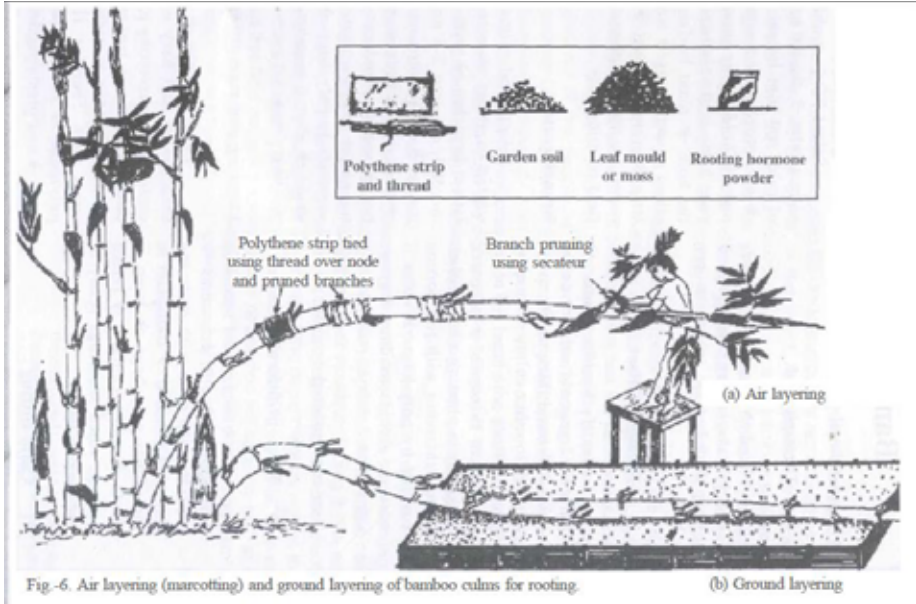


Figura 30: Esquema de doblado de la vara para realización de acodos. a) para acodos aéreos (air layering); b) para acodos de tierra (ground layering). Fuente: Ahlawat *et al.* (2002)



Figura 31: a) Realice la poda de las ramas y deje solo la de mayor desarrollo o principal. b) Coloque el sustrato enraizador y c) Ate bien el sustrato alrededor de la rama acodada, asegurando los extremos y reduciendo la posibilidad de entrada de agua. Fuente. Modificado de Poppens (2004)

El enraizamiento, ya sea aéreo o en tierra, también se puede inducir en algunas especies de bambú cortando la parte superior del tallo y eliminando los tallos recién emergidos en la macolla. Se ha reportado un éxito del 28 % tanto por acodos aéreos como terrestres en bambúes, principalmente en la zona central del culmo, pero varía de una especie a otra y se recomienda realizarlos en los meses de abril y mayo (en el hemisferio norte).



Figura 32: a) Acodos aéreos realizados en diferentes varas de una macolla o macizo. (Lantican, 2009); b) Rama mostrando raíces sanas luego del proceso de acodado y c) proceso de separación de la rama de su planta madre empleando una sierra afilada, limpia (Poppens 2004)

Métodos de reproducción de avanzada tecnología

Se entiende por avanzada tecnología el empleo de equipos, aparatos y sustancias especializadas, en laboratorios o infraestructuras diseñadas para fines específicos de producción de plantas con características especiales o masivas. La Figura 33 presenta algunas imágenes relacionadas con estas técnicas, a las que se les llama también de reproducción por tejidos. Un documento de INBAR (s. f.) indica que funciona con algunas especies y se hace a partir de genotipos seleccionados y manejables en plantaciones. Estos sistemas se empezaron a desarrollar hace años y pueden realizarse a partir de tejidos procedentes de semillas o de partes vegetales no seminales. De acuerdo con Ramasamy (2009), para el año 1985, la técnica se empezaba a emplear para la multiplicación masiva de los bambúes. Desde entonces, se han desarrollado numerosas investigaciones que han terminado con el establecimiento de protocolos de multiplicación para diferentes especies.

La Figura 33 muestra los resultados de explantes obtenidos de la reproducción *in vitro* a partir de una planta de seis años de la especie bambú gigante *Pseudoxytenanthera stocksii* (*Dendrocalamus stocksii*), usando diferentes medios enriquecidos con aditivos (ácido ascórbico, sulfato de adenina, ácido cítrico y arginina), sacarosa y suplementados con varias concentraciones de citoquininas (6-bencilaminopurina [BAP] y 6-furfurilaminopurina [Kn]). Estos resultados fueron obtenidos y presentados por Rajput, *et al.* (2019). Nótese que el desarrollo es semejante al comportamiento de plantas provenientes de semillas con la diferencia que aquí la gran producción de futuras plántulas es mucho mayor, mostrando una gran uniformidad en su estructura. Todo lo cual le da ventajas económicas y operativas para su manejo y transporte.

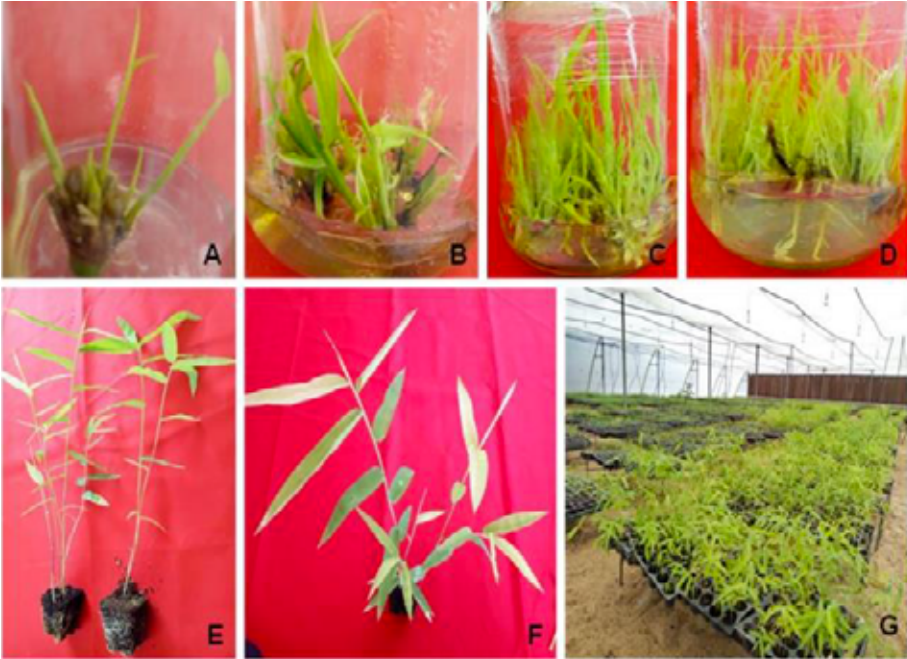


Figura 33: Respuesta en la producción de explantes de *Pseudoxynanthera stocksii* (*Dendrocalamus stocksii*), en diferentes medios de cultivo. Arriba (A, B, C, y D) emergencia de las yemas en concentraciones diferentes de hormonas (BAP, IBA y NAA). Abajo trasplante para el endurecimiento (E y F) y plántulas en el vivero en entrenadores de raíces. Fuente: Rajput *et al.* (2019)

A pesar de que ya se tienen los avances antes descritos, existen aún muchas especies de bambúes para las que no se han desarrollado procedimientos (protocolos) de reproducción de alta eficacia. En este tratado no se hace mayor detalle debido a que el método requiere de infraestructuras con características particulares para facilitar condiciones de asepsia total. Esta es una de las principales limitantes para su aplicación por los productores de bambú. Además, se necesita de una serie de equipos / aparatos y materiales de laboratorio que hacen de la técnica un tema con exigencia de formación o entrenamiento particular.

Por su naturaleza, en comparación con los demás sistemas de reproducción sexuales o asexuales, el sistema de micropropagación, cultivos de tejidos o reproducción *in vitro*, es el de mayor potencial presente y futuro en base a la enorme cantidad de plántulas que puede dar origen en un solo esfuerzo y período de multiplicación y las características que lo avalan:

- A. Garantía genética del material que se lleva al campo.
- B. Las condiciones de producción implican una total seguridad en la calidad.
- C. El tamaño de las plantas obtenidas le facilita su manejo y operatividad en el transporte y su establecimiento en el campo.
- D. El tamaño de la plántula le permite hacer hoyos para la plantación más pequeños.
- E. La asepsia del proceso de producción le asegura el no transporte de plagas o enfermedades de un lugar a otro.

Sin embargo, la mayor limitación para el productor tradicional de bambú es que establecer un centro de reproducción *in vitro* para su uso particular puede resultar en muchos casos incosteable e insostenible. No así, la posibilidad de adquirir las plántulas en un centro especializado, en el que cada planta le podría resultar incluso más barata que producirla él mismo con los métodos tradicionales. En ese sentido, es recomendable verificar si en su país existe algún laboratorio de producción de plantas *in vitro* al que le pueda encargar la producción de sus plantas.

Las grandes desventajas de este método, además de su alto costo son que, aunque se reproducen con cierta facilidad, al momento de su traspaso al área de atemperamiento en el vivero, algunas especies comienzan a presentar dificultades de adaptación a condiciones menos favorables. La situación se complica en el campo donde la supervivencia puede reducirse hasta un 50%¹, esta situación hace que para el productor el costo del método sea mayor.

Consejos prácticos para el cuidado fitosanitario del material a reproducir

Aunque todo el proceso de extracción del material a reproducir se ejecute siguiendo los pasos correspondientes y de la mejor manera, existe la posibilidad de que el número de plántulas exitosas se reduzca por mortandad. Esto es debido a que, si al productor se le pasa por una o algunas actividades para el cuidado del material que está reproduciendo, podría facilitar la aparición de alguna deficiencia nutricional o de la presencia de alguna enfermedad o plaga, y el que un número no determinado de las plantas pueda morir en el vivero o en el campo por estas ligerezas involuntarias. A continuación, se presentan algunos consejos con el objetivo de reducir el riesgo de estas pérdidas.

¹ Comunicación personal Jácome, P., 2023.

Tratamientos post-colección de los rizomas

El tratamiento posterior a la recolección es cuando solo se usan rizomas. Los rizomas se recogen y en el proceso de siembra (Akinlabi, 2017), se colocan horizontalmente para que enraícen durante un tiempo en el área de germinación. Otra variación de este método es trasplantar los rizomas directamente en el campo o la finca después de separarlos de las macollas. Estos autores indican que cuando las plantas se van a producir a partir de una pieza de rizoma, se separan en un rango de uno o dos brotes por pieza (sección de rizoma). Cada sección debe medir al menos 15-20 cm de largo, tener de tres a cuatro nudos y por lo menos una yema intacta. El tamaño del rizoma puede afectar la supervivencia de los brotes, a mayor longitud, se requiere una mayor cantidad de nutrientes para el crecimiento de nuevos brotes. Una regla de aproximación para la longitud de los cortes del rizoma en especies de tallos con diámetros gruesos es que la longitud debe ser aproximadamente cinco veces la circunferencia basal del culmo (Akinlabi *et al.* 2017). Por ejemplo, el diámetro para *Phyllostachys*, es de 2.0 cm. Por tanto, de acuerdo con la oración anterior la longitud mínima de corte ha de ser de 10 cm.

La plantación utilizando el rizoma de bambú, es principalmente para plantaciones pequeñas, ya que es un trabajo intensivo, en comparación con el uso de semillas (propagación sexual) o de otras modalidades de propagación vegetativa. Debe indicarse que la siembra de rizomas es apropiada y eficiente durante la estación lluviosa, conforme cita Akinlabi *et al.* (2017). Los procedimientos para plantar esquejes de rizoma de bambú directamente en la granja son los mismos que los de la siembra de las plántulas cultivadas, excepto que los esquejes se pueden plantar directamente en los hoyos de campo sin colocarlos en bolsas. Los siguientes factores, extraídos de diferentes fuentes, deben observarse cuidadosamente para lograr un proceso de plantación de rizoma eficiente en la plantación o granja:

- Los esquejes se deben transportar a la brevedad al sitio de plantación.
- Se debe aflojar el suelo en los hoyos de plantación previamente preparados.
- El rizoma cortado debe plantarse en posición vertical, con el nudo del culmo más bajo por encima del suelo.
- Se deben colocar los esquejes en el centro del hoyo de siembra y llenar el hoyo con tierra, asegurándose de que las cañas estén firmes en los agujeros.
- Debe haber un riego regular de la planta y, de ser posible, colocar un mantillo orgánico (una especie de colchón de hojarasca) alrededor de la plántula para mantener el suelo húmedo.

- Al colocarlos en la cama del vivero para enraizamiento, se emplea una relación de 3: 1 de suelo con arena, con los rizomas plantados a 10 cm o 15 cm de profundidad y las plantas separadas a 25 cm (Banick 1997). Es necesario humedecer los rizomas, así como disponer de un mantillo para mejorar el crecimiento. Los brotes jóvenes deben mantenerse a la sombra cuando emergen.

Tratamiento de los esquejes para inducción de raíces

Una vez extraído el culmo del suelo, se recortan las ramas laterales de cada nudo y la punta de culmo de bambú. Hecho lo anterior, se procede a dividir el culmo en secciones de dos yemas y un entrenudo (ver Figura 34). Aunque se puede hacer con cualquier instrumento apropiado y bien afilado, se está recomendando hacer el corte de los tallos con sierra para metales (hack-saw). Hacer una abertura en el centro del entrenudo de corte de tallo usando una sierra para metales y cincel. Conserve el bloque de bambú o la viruta eliminados para volver a tapar.

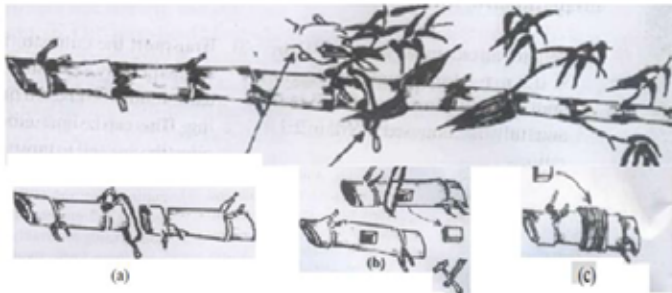


Figura 34: Arriba, desrame del culmo del bambú, a) separación en secciones de dos a tres nudos, b) apertura de huecos preferiblemente con sierra o cincel para corte uniforme sin roturas y, c) tapado con la sección separada para la apertura y amarre para conservar la solución protectora y/o estimulante.

Fuente: Ahlawat *et al.* (2002)

El aseguramiento de buenas plantas para ser establecidas en el sitio de la plantación, además de necesitar de una buena preselección de las plantas madre, requiere un seguimiento al material vegetativo recolectado. Esto es para garantizar la mejor calidad de las plántulas a producir y a establecer para obtener la producción biomásica deseada. Kigomo (2007) y Ahlawat *et al.* (2002), entre otros autores, delinean algunos elementos básicos como recomendaciones a ser consideradas para aplicarse por el productor de las plántulas.

Algunas recomendaciones dadas por Ahlawat *et al.* (2002), en cuanto a la composición del estimulante radicular indican que se puede disolver 20 g de ácido bórico en medio litro de agua. Vierta esta solución en un recipiente limpio y agregue agua para completar 100 litros. Mezcle la solución completamente revolviendo. La concentración final de ácido bórico será de 200 mg / litros de agua o equivalente a 200 ppm (partes por millón). Esta solución es suficiente para tratar 1000 esquejes. Se vierten aproximadamente 100 ml de la solución en la cavidad del culmo. Para evitar derrames, use una botella o un embudo para verter la solución a través de los agujeros perforados.

Por su parte, Kigomo, (2007), dice que el tratamiento más recomendado para la inducción de raíces es el uso del ácido 1-Naphthaleno acético (NAA). Se prepara disolviendo 10 g de NAA en 250 ml de alcohol etílico (95 %) en un envase limpio y mezclando bien la solución. Luego, se agrega agua pura hasta completar 100 litros, asegurándose de moverlos y mezclarlos completamente. La concentración final será de 100 mg/l de agua o el equivalente a 100 partes por millón (ppm). Esta cantidad de solución es suficiente para tratar 1,000 segmentos. Para volúmenes más pequeños se pueden preparar manteniendo la equivalencia de NAA. Escurra unos 100 ml de la solución en la cavidad del culmo a través del hueco. Se recomienda emplear un dispositivo de transferencia que evite el derrame. Recuerde que el culmo debe ser tratado lo más pronto posible y de preferencia el mismo día, casi luego del corte. De no ser posible, los culmos deben permanecer húmedos por no más de tres días. Shen *et al.* (2020), realizaron trabajos interesantes en este campo.

Para tapar los huecos del culmo, si el fragmento se ha dañado y no puede ser usado para volver a cubrir el hueco, se pueden cerrar con cera derretida o envolviendo y atando con una tira de polietileno u otro material. Asegúrese de que la envoltura de amarre esté apretada para que la solución no se filtre o desperdicie. Mantenga los esquejes en posición horizontal con la abertura hacia arriba.

Es necesario recordar que después de la extracción, los esquejes de culmos y ramas deben tratarse lo más pronto posible para la inducción radicular (preferiblemente el mismo día). Si el sitio de plantación está muy lejos y hay un retraso(s) inevitable(s) para la siembra, los esquejes tratados pueden conservarse hasta tres días manteniéndolos en aserrín húmedo u otro material que retenga la humedad y frescura (Ahlawat *et al.* 2002). Los culmos de bambú tienen una alta velocidad de pérdida de agua. Por tal motivo, la protección de los extremos cortados y los procesos de rápida protección en ambientes frescos y de alta humedad son tan importantes para asegurar que las yemas conserven la mayor viabilidad, lo cual se encuentra muy relacionado al contenido interno de agua de las células.

Resumen de los métodos de reproducción y las especies para República Dominicana

Para esquematizar lo descrito anteriormente y a manera de resumen conceptual, se presenta en la Tabla 6 un extracto con las principales ventajas y desventajas de los métodos de reproducción del bambú. La misma fue modificada a partir de lo descrito por Seethalaksmi, (2015). El método hace referencia además a la sección o parte de la planta empleada para la reproducción.

La Figura 35, es una comparación cualitativa de las principales variables a considerar al momento de seleccionar un método de reproducción u otro, conforme a las necesidades del productor. Fue desarrollada por Reátegui *et al.* (2017), a partir de estudios fundamentalmente realizados con la especie *Guadua angustifolia*. Sin embargo, las informaciones y precisiones que contiene bien pueden aplicarse a otras especies de bambúes, especialmente las de tipo paquimorfo.

Tabla 6: Ventajas y desventajas de diferentes métodos de propagación vegetativa de bambú*

Método	Ventaja(s)	Desventaja(s)
Offset (trasplante de rizomas y corte de rizomas)	Alto porcentaje de sobrevivencia, Tradicionalmente bien conocido. Útil tanto para especies de bambúes de paredes finas y gruesas.	Número de nuevas plantas limitado, Demanda mucha mano de obra o trabajo; tienden a ser pesados y difíciles de transportar.
Corte de culmos	Comparativamente mejor que el método de Offset. Produce una mayor cantidad de plantas. Es un método de fácil enraizamiento aplicable a la mayoría de las especies.	Bajo porcentaje de enraizamiento para bambúes de paredes finas en comparación con los de paredes gruesas. Necesita grandes áreas de viveros en comparación con los de semillas.
Corte de ramas	Las ramas están disponibles en mayor cantidad que los culmos.	Porcentaje de enraizamiento bajo, Técnicas no estandarizadas para muchas especies. Solo usar las ramas del primer tercio (inferior) del culmo.
Acodado	Bueno para unas cuantas especies	Respuesta de enraizamiento pobre y limitada a temporadas específicas. Exige mucho trabajo.
Macroproliferación	Económico y simple, útil para varias especies; alta producción de plantas en función del tiempo y el espacio.	Requiere de un stock de plantas madres obtenidas por otros métodos de reproducción.
Micropropagación o reproducción in-vitro**	Económico a gran escala; Asegura la calidad genética del material de origen. Homogeneidad en el material que se lleva al campo. Requiere poco espacio en comparación con los demás sistemas.	Requiere de una alta inversión inicial en infraestructuras, equipos y exige el dominio de los protocolos y prácticas metodológicas. Altos riesgos de pérdidas por contaminación del material en reproducción.

* Las nuevas plantas mantienen la sincronización con la floración de la planta madre.

**No aplica, si es a partir de embrión de semillas
Traducción libre a partir de Seethalaksmi, (2015)

Se pueden apreciar en la Figura 35, otros aspectos importantes para la selección del método a utilizar en la reproducción del bambú y que complementan el contenido de la Tabla 5. Resaltando nueva vez que estas informaciones son para *Guadua angustifolia* tres aspectos importantes que resaltar son 1.- el de los costos (el productor debe elegir el método que le sea más económico), 2.- la facilidad de transporte del material seleccionado en campo al vivero (existen especies que no resisten el traslado a grandes distancias o por más de 6 horas luego del corte pues el proceso de deshidratación las inhabilita para reproducirse) y 3.- el del tiempo de estancia (tiempo/velocidad de crecimiento) en el vivero (mientras más tarde, es más caro su costo de mantenimiento o producción. En caso de no ser superable, el productor debe planificar para que tiempo de traslado coincida con el de inicios de lluvias).

	ESQUEJES	TALLOS	CAIMANES	CHUSQUINES
COSTO DE PRODUCCIÓN UNITARIO (es el costo de producir una unidad)	Medio	Medio	Alto	Bajo
IMPACTO AL BOSQUE SEMILLERO DURANTE EXTRACCIÓN DE MATERIAL	Bajo	Alto	Alto	Bajo
FACILIDAD DE TRANSPORTE DE MATERIAL VEGETATIVO	Fácil	Difícil	Difícil	Fácil
TIEMPO DE PRODUCCIÓN EN VIVERO	Lento (8 meses)	(No se reproduce en vivero)	(No se reproduce en vivero)	Rápido (2 meses)
ESCALA DE PRODUCCIÓN	Alta	Intermedia	Baja	Alta
PROBABILIDAD DE PRENDIMIENTO EN VIVERO	Bajo	(No se reproduce en vivero)	(No se reproduce en vivero)	Alto
CALIDAD O VIGOROSIDAD DE PLANTONES	Intermedio	Intermedio	Intermedio	Alta
PROBABILIDAD DE PRENDIMIENTO EN CAMPO DEFINITIVO	Bajo	Bajo	Medio	Alto
VELOCIDAD DE CRECIMIENTO EN CAMPO DEFINITIVO	Lento	Lento	Intermedio	Rápido
				

Figura 35: Comparación de varios métodos de propagación vegetativa para *Guadua angustifolia*.

Fuente: Reátegui *et al.* (2017)

La Tabla 7 esquematiza las características para diez especies de bambúes leñosos existentes en República Dominicana. Estas especies son las primeras en introducirse al país, basado en: 1.- su capacidad para sustituir gran parte de los productos elaborados con o a partir de la madera, 2.- su potencial adaptación a las condiciones ambientales existentes y 3.- Su potencial de reproducción masivo para plantaciones multipropósitos. La tabla especifica el tipo de rizoma por especie e indica el tipo de reproducción que funciona con cada una de ellas. Al mismo tiempo, resume sus características más distintivas y sus usos comunes.

El fomento de plantaciones con estas especies puede ser planificado con objetivos únicos o múltiples, para suplir materia prima para la industria artesanal, la producción de artículos industriales o para usos en la generación de electricidad o calor (biomasa). Al momento, el Estado (dominicano) las ha fomentado con fines de protección ribereña y más recientemente dirigiendo su enfoque hacia la disminución de la presión de corte ilegal en los bosques, como medio de sustitución de madera para usos artesanales y decorativos en construcciones y proyectos turísticos.

Tabla 7: Métodos de reproducción recomendados y características principales de algunos bambúes presentes en República Dominicana (marcos de plantación comunes)

Especie y marco de plantación (m)	Rizoma	Reproducción		Características distintivas	Usos comunes
		Sugerida	Potenciales		
<i>Bambusa Dolichoclada</i> (Plantar ± a 5 x 6)	Paquimorfo	Rizomas y culmos enterrados	Rizoma, acodo aéreo, culmo seccionado o entero, sección de ramas.	Entrenudo con nudo pequeño; ramas decumbentes.	Muebles y construcción, tutores agrícolas.
<i>Bambusa edulis</i> (Plantar ± a 6m x 7m)	Paquimorfo	Rizomas y culmos enterrados	Rizoma, acodo aéreo, culmo seccionado o entero, sección de ramas.	Color verde claro, pelillos marrones alrededor del nudo y hojas caulinares.	Comestible excelente calidad, construcción y pulpa, instrumentos musicales.
<i>Bambusa oldhamii</i> (Plantar ± a 5 x 6)	Paquimorfo	Rizomas y culmos enterrados	Rizoma, acodo aéreo, culmo seccionado o entero, sección de ramas.	Ramas jóvenes en zig-zag; crece hacia fuera como sombrilla abierta.	Comestible excelente calidad, muebles y construcción.
<i>Bambusa vulgaris vr striata</i> (Plantar ± a 6 x 7)	Paquimorfo	Sección de culmos o culmos enteros enterrados	Rizoma, acodo aéreo, culmo seccionado o entero, sección de ramas.	Yemas grandes, nudo sobresaliente, capa lisa, fibra fina; color amarillo con líneas verticales verdes finas.	Construcción, terminaciones de botes y vehículos; albañilería; tutores agrícolas, pulpa, energía.
<i>Bambusa vulgaris vr vulgaris</i> (Plantar ± a 6 x 7)	Paquimorfo	Sección de culmos o culmos enteros enterrados	Acodo aéreo; culmo seccionado; sección de ramas.	Igual al anterior; color verde claro brillante, sin líneas.	
<i>Bambusa stenostachya</i> (Plantar ± a 5 x 7)	Paquimorfo	Rizomas y culmos enterrados	Acodo aéreo; culmo seccionado; sección de ramas.	Espinas curvas en las ramas; nudos muy ramificados.	Instrumentos agrícolas, construcciones, artesanía, tutores, muebles. Brote amargo-agrío, comestible en forma seca.
<i>Dendrocalamus asper</i> (Plantar ± a 7 x 9)	Paquimorfo	Acodos, rizomas y culmos enterrados	Acodo aéreo; culmo seccionado; sección de ramas.	Raíces en el tallo y las ramas.	Multipropósito, industrial, comestible de excelente calidad, construcciones duraderas, energía.
<i>Dendrocalamus latiflorus</i> (Plantar ± a 7 x 9)	Paquimorfo	Rizomas y culmos enterrados	Acodo aéreo; culmo seccionado; sección de ramas.	Culmos gruesos, yemas grandes, hojas grandes.	Comestible, muebles, ebanistería y artesanías, hojas para envolver y preparar alimentos.
<i>Guadua angustifolia</i> (Plantar ± a 5 x 7)	Paquimorfo	Chusquin	Rizomas, sección de ramas y culmos	Nudo con cinto de pelillos blancos de ± 1.0 cm.	Construcción, tejidos, pulpas, laminados, tutores, muebles.
<i>Phyllostachys makinoi</i> (Plantar ± a 5 x 6)	Leptomorfo	Rizomas y culmos enterrados	Secciones de ramas	Color verde claro, pelos fuerte en la base curvos hacia atrás.	Comestible, construcción, muebles finos.

Elaborado por Mercedes, J. (2024), a partir de Mercedes, J. (2006).

El fomento de plantaciones con estas especies puede ser planificado con objetivos únicos o múltiples, para suplir materia prima para la industria artesanal, la producción de artículos industriales o para usos en la generación de electricidad o calor (biomasa). Al momento, el Estado (dominicano) las ha fomentado con fines de protección ribereña y más recientemente dirigiendo su enfoque hacia la disminución de la presión de corte ilegal en los bosques, como medio de sustitución de madera para usos artesanales y decorativos en construcciones y proyectos turísticos.

Estas especies son las primeras en introducirse al país, basado en: 1.- su capacidad para sustituir gran parte de los productos elaborados con o a partir de la madera, 2.- su potencial adaptación a las condiciones ambientales existentes y 3.- Su potencial de reproducción masivo para plantaciones multipropósitos. La tabla específica el tipo de rizoma por especie e indica el tipo de reproducción que funciona con cada una de ellas. Al mismo tiempo, resume sus características más distintivas y sus usos comunes.

El fomento de plantaciones con estas especies puede ser planificado con objetivos únicos o múltiples, para suplir materia prima para la industria artesanal, la producción de artículos industriales o para usos en la generación de electricidad o calor (biomasa). Al momento, el Estado dominicano las ha fomentado con fines de protección ribereña y más recientemente dirigiendo su enfoque hacia la disminución de la presión de corte ilegal en los bosques, como medio de sustitución de madera para usos artesanales y decorativos en construcciones y proyectos turísticos.

Es importante resaltar que las necesidades básicas de los residentes en los campos de los países en desarrollo son esencialmente las mismas, y las realidades socioeconómicas de los países tienen limitaciones y demandas semejantes. En función de ello, se entiende que por el comportamiento morfológico y fisiológico los bambúes presentan una gran oportunidad para un país fomentar un amplio plan de extensión y financiamiento de inversiones en industrias de alto valor agregado tanto a escala de productores, como de naciones.

En función de lo anterior, se entiende que las características de comportamiento estructural, mecánico, morfológico y fisiológico de estas especies pueden servir como respuesta para satisfacer gran parte de la demanda de madera en República Dominicana. Los usos y aplicaciones que se les ha dado en sus países de origen y en los que ya se han introducido, junto a los múltiples avances tecnológicos realizados a partir de las investigaciones académicas e industriales muestran muchas ventajas para su multiplicación y fomento. Esos avances están ampliando la capacidad de usos reales y potenciales del bambú como una gran oportunidad para que cualquier país lo fomente bajo un amplio plan de extensión y financiamiento de inversiones en industrias, lo cual representaría la posibilidad de darle un mayor valor agregado.

Capítulo IV

Vivero

El vivero es el área en la que se realizarán las actividades reproductivas del bambú descritas con la finalidad de entregar el material necesario para el establecimiento del nuevo bambusal. Es el sitio en el que se desarrollará gran parte de las actividades que conlleva todo lo descrito anteriormente. Es el centro de reproducción de las plantas a llevar al campo.

Diseño y labores

El vivero es el eje operativo para el abastecimiento de materia prima del proyecto productivo, cuyo rendimiento se mide con la entrega de plántulas sanas constituidas por pequeñas cañas o culmos de bambú. Estratégicamente el gerente o el productor en el vivero tiene que equilibrar o armonizar tres elementos para lograr el éxito:

- A. Producir en el menor tiempo y espacio, la totalidad de plantas necesarias para la superficie planificada como unidad productiva.
- B. Producir plantas, sanas y vigorosas, con capacidad de adaptarse a las condiciones del ambiente natural con el mayor potencial en las tasas de prendimiento, crecimiento y producción.
- C. La relación beneficios - costos favorables, es decir, la producción de las plántulas tiene que ser competitiva y rentable en relación con otras modalidades de obtención de plantas de calidad similar.

Establecimiento del vivero

Mercedes (2006) indica que mediante el establecimiento de un vivero se facilita el desarrollo y cuidado de las plántulas para su traslado posterior a la zona de siembra definitiva. Su gran ventaja es que la producción de las plántulas en el vivero, con los cuidados pertinentes, permite altos porcentajes de sobrevivencia en la plantación. En general, los viveros del pequeño y mediano productor se establecen dentro o al lado del área productiva con el objeto de economizar esfuerzos en su traslado, así como reducir, durante este período, los riesgos de daños a las plantas producidas mientras son manipuladas para su establecimiento en la zona de producción final.

El objetivo del vivero es propiciar el desarrollo de las plantas en buenas condiciones de sanidad, vigor y funcionalidad fisiológica. En República Dominicana, coincidiendo con muchos otros países del hemisferio norte, la mejor época de siembra para la mayoría de las especies es a principio de primavera hasta principios del otoño (abril – septiembre), aunque hay especies que se pueden producir todo el año.

Los viveros pueden ser establecidos directamente en el campo, bajo la sombra de los árboles. Si es así se realiza una poda o entresaque de los árboles para regular la cantidad de luz que recibirán las plántulas. En otros casos se establecen en una estructura que suele cobijarse con una tela especial llamada sarán. Es una especie de malla con diferentes características (colores, dimensiones y aperturas). El sarán tiene la ventaja que permite una distribución pareja de la luz en todo el vivero. Igualmente, reduce la posibilidad de aparición de plagas. Estas infraestructuras se aconsejan cuando el vivero es con carácter más permanente y con miras a la venta de las plantas.

Partes del vivero

Las formas de los viveros, sus dimensiones e infraestructuras varían grandemente con las disponibilidades económicas del productor, el clima, la topografía, el sistema de reproducción y la especie a reproducir, entre otros factores. Un requisito es que los viveros tienen que instalarse donde haya agua abundante para el desarrollo de sus labores. Preferiblemente cerca de cursos de agua que ayuden a elevar la humedad relativa del entorno.

De igual forma, es obligatorio disponer de un buen sistema de drenaje que evite el exceso de agua en el terreno del vivero, así como de una zona de preparación de las mezclas ya sea de suelo o de sustrato para los acodos. Pero, independiente a lo anterior (que puede incluir, además, área de servicio sanitario, almacén de herramientas y equipos, entre otras) un vivero elemental y funcional de bambú (Figura 36) esencialmente consta de tres áreas o secciones que son: 1.- la sección del semillero, 2.- la sección de crecimiento y 3.- la sección del jardín clonal.

Sección de semilleros o canteros

Son estructuras de 1.0 – 1.20 m. de ancho, de hasta 10 – 20 m. de largo, donde se ponen a brotar / crecer las yemas de las secciones de ramas, varas o rizomas. Los canteros o semilleros deben construirse en terrenos relativamente planos (Figura 37) con pendientes no mayores al 5%. Si el suelo está muy compactado (duro), se necesita desmenuzarlo. Es aconsejable agregarle

arena o materia orgánica o una mezcla de ambas para evitar que en poco tiempo vuelva a adquirir esa dureza. Para las secciones de propagación (cortes de tallos, rizomas, etc.) se aconseja un distanciamiento de 25 a 40 cm. entre una y otra. El área de semillero puede incluir una pequeña infraestructura abierta o cerrada donde se pongan a germinar las semillas del bambú.

Sección de crecimiento

Es el área donde se trasladan las plantas producidas en el semillero o jardín clonal después del trasplante o repique desde la zona de germinación. Aquí se espera que las plantas crecerán uniformemente hasta alcanzar una altura adecuada para la plantación definitiva.

Esta altura se puede lograr entre los 6 y 12 meses después de la brotación. Hasta hace unos años, las secciones de reproducción o propágulos eran colocadas directamente en las fundas, pero se producían pérdidas de plantas y fundas por diferentes razones.

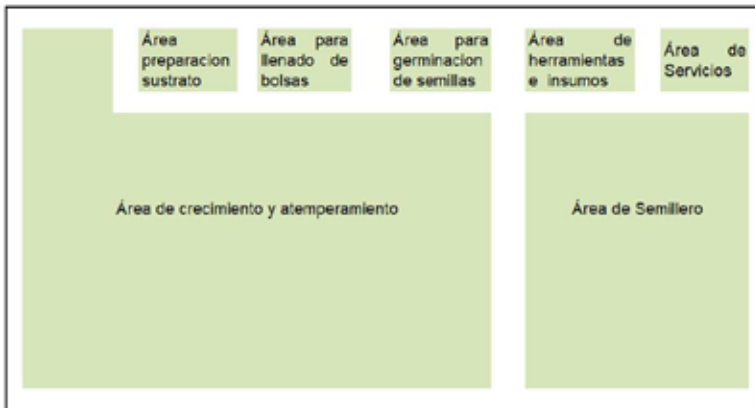


Figura 36: Esquema propuesto de las áreas básicas de un vivero pequeño para reproducción de bambú, que todo productor puede desarrollar. Las áreas de germinación y de servicios pueden ser estructuras elementales o, en caso de no ser necesarias, no estar presentes.

Sección del Jardín Clonal

Es el área donde se tienen clones productores de yemas, las cuales se extraen para la obtención del material de siembra. En algunos casos, esta sección puede ubicarse en la unidad productiva comercial donde se escogen algunas plantas. Cuando se le establece como tal, las plantas madre se suelen plantar en un marco entre 3m. x 3m. y 4m. x 4m. según las especies. Una vez establecidas las plantas madre, se puede iniciar la extracción del material de

propagación a partir de 1–2 años (Mercedes, 2006). La sección clonal debe ser manejada de forma especial y dársele un monitoreo continuo para prever su buen estado de salud nutricional y fitosanitario. Plantas mal nutridas dan material de mala calidad y si están enfermas se puede esparcir enfermedades o plagas.

Requisitos básicos de un vivero

La mayoría de los viveristas y especialistas en producción de plantas están de acuerdo en que, para que un vivero pueda cumplir con sus objetivos, se requiere que por lo menos se presenten las siguientes características:

Accesibilidad

El vivero debe estar situado en unas condiciones topográficas tales que faciliten todas las actividades relacionadas con la adquisición de los materiales para la producción de las plántulas y su traslado al sitio de plantación. De igual forma, en caso de ser un vivero para distribución de plantas a productores diversos, se necesita que los caminos de acceso sean transitables con facilidad, aun en épocas de lluvia, que es cuando probablemente se realice un gran tránsito de vehículos para llevar las plántulas al campo. La Figura 37 muestra la topografía plana de un área de vivero en República Dominicana.



Figura 37: Área de germinación con canteros deteriorados por el tiempo. Ahora jardín clonal de *Bambusa oldhamii*, en Comadreja, Cotuí. En la imagen de izquierda a derecha, la encargada del vivero; el Ing. J. Morla del Fondo Especial para el Desarrollo Agropecuario, FEDA y el Ing. F. Sanchís, Univ. Nacional Pedro Enríquez Ureña, UNPHU. (Foto J. Mercedes)

Tamaño

El vivero debe ser lo suficientemente grande como para que en el tiempo deseado y los momentos de plantación se produzcan las plantas necesarias para cubrir el predio destinado al establecimiento de la plantación. El productor tiene que calcular, en base a la superficie a plantar, la especie a utilizar y su marco de plantación o pie de campo, cuál es el tamaño mínimo que necesita para su vivero. De igual forma, considerar cómo hacer las diferentes labores o actividades con la menor inversión posible. A eso se debe agregar un porcentaje adicional de plantas para reponer las que potencialmente morirán por diferentes causas (plagas, enfermedades o maltrato involuntario).

Disponibilidad de agua y riego

Dado que las plantas de bambú son un organismo vivo, se necesita que el vivero cuente con una fuente de abastecimiento de agua, no necesariamente potable pero sana, no contaminada. Es importante recordar que la brotación del bambú está muy relacionada con la presencia de humedad en el suelo. Esta debe ser suficiente y segura tanto como para que las plántulas en desarrollo dispongan de toda la que necesiten para crecer sin estrés. Esa situación conlleva a su vez la planificación de un sistema de riego.

El agua es necesaria para las plántulas jóvenes y los esquejes en camas, bolsas o tubos de polietileno u otro “empaquetado”. Durante el tiempo frío o de lluvias, el riego puede ser mínimo como una vez al día. Sin embargo, durante la estación seca, el riego debe hacerse dos, tres o más veces al día, de acuerdo con el estado de desarrollo de las plántulas, la especie, el sustrato y las condiciones del viento. Para que las plántulas se mantengan húmedas y sin estrés, el viverista debe tomar decisiones según las condiciones locales y la apariencia de las plántulas.

En la misma forma que es necesario disponer de un sistema de riego eficiente, es imprescindible diseñar y mantener un buen sistema de drenaje que evite el exceso de agua en el terreno del vivero. De otra forma, la ocurrencia de enfermedades y la muerte de parte de la producción se convierten en un problema permanente. La universidad de Sassari (2017) recomienda que en la etapa de producción de plántulas en bolsas y por secciones de culmos o ramas, el riego sea diario o interdiario a partir de las 3.00 p.m.

Suelo y topografía

La topografía local es un factor crucial e, idealmente, el sitio debe inclinarse suavemente hasta aproximadamente 5 % para que el agua de lluvia se pueda

escurrir sin causar erosión. En general, las cimas de las colinas y los fondos de los valles son inadecuados; ubicaciones en pendientes medias a bajas son preferibles. La producción de vivero requiere un suelo bien drenado y fértil, con una textura cercana a los suelos francos. En caso de que el suelo del sitio no reúna esas características, se puede mejorar con el uso de insumos tales como el compost.

Sol y sombra

Las plantas en un vivero necesitan un buen equilibrio de luz solar y sombra. Deben evitarse los sitios sombreados a lo largo del día. El sombreado parcial es deseable en las áreas relativamente secas para evitar una temperatura excesiva que provoque alta transpiración en las plántulas, durante el día. Durante las etapas de los días de desarrollo de las primeras hojas/ramas, es bueno que las plantas reciban luz parcial. Luego la cantidad de luz puede aumentar. Las zonas áridas con condiciones de poca precipitación, bajos niveles de nubosidad y de humedad relativa no son adecuadas para un vivero de bambú. En especial si las plantas a producir son nativas de lugares con más de 1000 mm de lluvia anual.

El medio de reproducción

Para aplicar la mayoría de los métodos de reproducción del bambú, es necesario disponer en el vivero de un sustrato o material de soporte y anclaje para el material en reproducción. Este sustrato puede ser de diferentes sustancias y materias, sin embargo, para ir al campo definitivo donde se desarrollará, es conveniente que sea en base a suelo o tierra. En la primera fase en el vivero, si se ha de trasplantar a otro envase, entonces se recomienda que sea de naturaleza arenosa, franca o limosa. Pues los suelos arcillosos o pegajosos pueden dañar las raíces en desarrollo al momento de realizar algunas labores que conllevan movimientos como el trasplante.

Cercanía al lugar de plantación

Es conveniente que el vivero se ubique lo más cerca posible al sitio de plantación. De esta forma se reducen las dificultades de movimiento y costos asociados al traslado al campo. Es una de las mejores formas para disminuir los riesgos de daños durante el transporte de las plantas.

Tratamientos y labores en el vivero

El vivero es como una especie de corazón para el sistema productivo del agricultor. Casi siempre tiene alguna actividad ya sea en proceso de preparación o de ejecución. Algunas de ellas no parecen tener relación con la reproducción del bambú, pero son fundamentales para el desarrollo del cultivo. A continuación, se describen algunas.

Etiquetado

Cuando en el vivero se reproducen varias especies, puede ser necesario identificarlas para diferenciarlas una de otra. En especial, si su cuidado en el vivero se encomienda a personas que no son experimentadas en su diferenciación e identificación. Al etiquetar las plantas, es aconsejable utilizar un sistema de codificación que no solo se refiera a la especie, sino que incluya también la procedencia de la planta madre de cada una de las especies en reproducción, así como la fecha de establecimiento o la edad de la planta.

Tener las plantas etiquetadas o identificadas reduce la posibilidad de que, al momento de su traslado al campo o su establecimiento definitivo, se produzcan confusiones que pasado un tiempo (semanas o meses) ya sea difícil de resolver como por ejemplo tener mezclas de especies en la plantación.

Aplicación de plaguicidas

Dependiendo de las condiciones en el vivero, desde el momento en que se inicia la preparación del vivero se deben tomar las precauciones necesarias para erradicar las posibles incidencias de plagas y enfermedades a las plántulas que se han de producir. En la misma forma, es necesario que alrededor de un mes luego de plantados los culmos, rizomas o plántulas, se realice una evaluación detallada del estado fitosanitario de las plantas con miras a aplicar los productos reguladores o controladores del organismo patógeno que se presente. Esta es una de las formas más eficientes para garantizar la sanidad de las plántulas en desarrollo. Sin embargo, desde antes del momento en que el material reproductivo va a colectarse para llevarlo al vivero, es necesario que se mantenga una observación constante de su evolución. Existen dos tendencias de manejo y control:

- La agroecológica (también llamada orgánica) con un impacto ambiental negativo muy bajo, criticada en ocasiones por su efectividad y
- La de uso de productos sintéticos (también llamada química) con una alta eficacia, que es criticada por afectar, además, otros elementos de los ecosistemas y por sus riesgos de contaminación.

Aplicación de fertilizantes

Es común escuchar personas o encontrar en la literatura que los bambúes crecen en suelos degradados y que son plantas recuperadoras de suelos, lo cual es cierto. En base a eso, hay quienes afirman que el bambú no necesita ser fertilizado. Ese es un gran error, pues todo organismo vivo necesita estar bien nutrido para desarrollarse. En esa línea el bambú, al igual que la mayoría de las plantas gramíneas, responde muy bien y rápidamente a las aplicaciones de fertilizantes.

Las aplicaciones de fertilizantes se pueden hacer en diferentes momentos y de diferentes formas. La primera aplicación se recomienda al momento de preparar las secciones vegetativas para su germinación, al sumergirlas en soluciones de tratamientos preventivos y/o nutricionales o colocarlas en los entrenudos. Las siguientes, según se vea el desarrollo de las plántulas, pueden ser al suelo o al follaje.

Preparación del suelo

Aquí se incluyen dos grandes fases o momentos. La primera está relacionada con el establecimiento del material vegetativo (secciones de bambú) en el suelo para la estimulación de la germinación. La segunda con el establecimiento o trasplante de las plántulas obtenidas a bolsas para su endurecimiento y traslado al campo. Esta preparación se compone de varias actividades, las cuales se detallan a continuación.

Deshierbe

El deshierbe en el vivero es esencial para la salud y el vigor de las jóvenes plantas. Su control e incluso, su erradicación, conlleva a que de esta forma se reduzca el consumo de los insumos empleados para el cuidado de las plantas y la posibilidad de ocurrencia de algún problema fitosanitario, por causa a la presencia de plantas hospederas de agentes que puedan convertirse en plagas o transmitir alguna enfermedad. El bambú es una planta muy resistente y competitiva; aun así, es recomendable controlar las hierbas no deseadas. Se recomienda realizarlo de forma manual, extrayendo las hierbas luego de irrigar el vivero.

Cantereo

Es el establecimiento de las camas de producción de plantas. Esta labor tiene varias funciones importantes, una de ellas es la de organizar el material en reproducción de forma que sea más fácil contabilizar la disponibilidad de

las plantas y otra, la de facilitar los controles y procesos fitosanitarios. Para el cantereo o creación de bancales, se describen dos modalidades básicas:

Construcción de camas para secciones de culmos

Se establecen directamente en el suelo previamente arado y roturado en pequeños trozos. El objetivo es romper la estructura del suelo (si fuera necesario) para establecer los culmos, sus secciones, o los trozos de ramas o las varas enteras del bambú a partir de los cuales se obtendrán las plántulas destinadas al campo (Figura 38). Con un suelo suelto, se facilita el desarrollo tanto de las ramas como de las raíces.

Al momento de construirlos, es importante recordar tener en cuenta, la vegetación presente para mediante la labor de aclareo o de poda, propiciar la cantidad de luz y sombra adecuada. De igual forma la pendiente para organizar los canteros de manera que no propicien el encharcamiento ni la erosión.

Los canteros se establecen marcando sus límites en alguna forma y se delimitan o separan dejando un espacio de 30 a 50 cm de ancho entre ellos. Es por ese espacio que se movilizarán los trabajadores del vivero para realizar las labores necesarias y asegurar la producción de las plántulas. Los canteros también pueden ser establecidos en forma de muros y surcos. Si el terreno es algo inclinado, se recomienda realizar terrazas o bancales a curvas de nivel. Con esta actividad se concluye lo que es la preparación del sitio para el vivero.

Construcción de camas con bolsas

Estos canteros o bancales se forman directamente con las bolsas en las que se han traspasado las plántulas provenientes de los canteros para secciones de culmos. En cada bolsa se coloca una planta completa, extraída de la zona de germinación (Figura 39). Estas plantas se han de cuidar estimulando su crecimiento y fortaleza, hasta que alcancen el tamaño mínimo que les permita establecerse en el campo y sobrevivir hasta el momento de su aprovechamiento. En esta modalidad, (Universidad de Sassari, 2017), se deben remover las bolsas o fundas. Se recomienda una frecuencia de una vez cada 15 a 30 días. Aunque puede ser mayor, no pasar de 45 días para que las raíces no se pequen a la tierra.



Figura 38: Canteros en tierra para estimular el enraizamiento de estacas de bambú.
Fuente: Ginwal (2021).

Colocación de las estacas

Si el método de reproducción es a partir de secciones de varas o ramas, los esquejes se colocan en surcos horizontales, a lo largo de los lechos del vivero (Figuras 40, 41 y 42). Es necesario asegurarse que los orificios / aberturas queden hacia arriba y las yemas de los futuros brotes estén colocados lateralmente. Aun si no se realizan los huecos (no es lo más conveniente), es aconsejable hacerlo para facilitar el desarrollo de las yemas. Se pueden plantar de manera conveniente alrededor de 50-60 esquejes en un lecho elevado de 10 m X 1,0 m de tamaño (unas 6 plantas/esqueje/m²). Cubra los esquejes con una capa de suelo de 2-3 cm.



Figura 39: Canteros de bolsas con la especie *bambusa vulgaris*. Vivero del Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales, Novillero, Villa Altigracia, República Dominicana. Foto: Mercedes (2022).

Luego de que los cortes de ramas o de los culmos (de dos o tres yemas) hayan germinado, se espera a que muestren suficiente fortaleza y cantidad de nuevas plántulas, para extraerlos del suelo, se limpian un poco y, si fuera necesario, se lavan con agua y material de control fitosanitario. El proceso de limpieza tiene que hacerse con cuidado, para evitar daños al sistema radicular. Hecho eso, se procede a separar los nudos mediante el corte para su trasplante, dejando una distancia mínima de unos 5 cm a cada lado de cada nudo enraizado y con ramas.

Atemperamiento o endurecimiento

Las plantas, que durante los primeros tres a seis meses de desarrollo, han estado bajo muchos cuidados y atenciones, se tienen que someter a un proceso de adaptación que consiste en un período de endurecimiento, aclimatación o adaptación de las plántulas, a las condiciones naturales del campo o sitio de plantación definitivo donde se desarrollará la plantación (Figura 43). Se realiza en el área de crecimiento. Durante un período de uno a tres meses (según el clima y las especies) a las plántulas se les reduce el suministro de agua, ya sea por reducción en el volumen suministrado o por reducción de la frecuencia. Para eso se trasladan a campo abierto en el vivero para exponerlas a las condiciones normales y naturales que encontrarán en el campo o lugar en que se trasplantarán para su desarrollo y futuro aprovechamiento. El primer día de traslado se las humedece bien para evitar la excesiva deshidratación de las hojas. Al mismo tiempo, se las expone al viento y se le aumenta la exposición a la luz solar. Luego de este proceso, las plantas pueden ser llevadas al campo de plantación definitiva, pues se supone que podrán sobrevivir sin ayudas significativas.



Figura 40: Reproducción por esquejes o secciones de culmos o ramas. Izquierda, secciones de dos o tres nudos / yemas. Centro, secciones colocadas en los surcos. Derecha, brotes iniciales de las secciones establecidas. Fuente: Ginwal (2021)



Figura 41: Izquierda, bancal de germinación de secciones de culmos o ramas germinadas. Centro secciones mostrando las raíces. Derecha, plantas individualizadas mediante su corte, para su trasplante posterior. Fuente: Ginwal (2021)



Figura 42: Propagación de cortes de ramas para ser colocados en entrenadores de raíces luego de un tratamiento de hormonas. Fuente: Ginwal (2021)

Empaquetado y traslado al campo

Para el traslado al campo las plantas que fueron producidas bajo grandes esfuerzos y cuidados tienen que ser enviadas garantizado el mínimo de daños y pérdidas. Dependiendo del sistema de producción (semillas o asexual) así como de los medios de transporte, se elige el mejor sistema de empaque. El empaquetado es el proceso de reunir un número manejable de plantas tal que, con el mínimo esfuerzo se pueda trasladar al campo la mayor cantidad de plántulas para su establecimiento final con la menor cantidad de daños y pérdidas de la producción proveniente del vivero.



Figura 43: Separación de las plantas germinadas de las secciones o culmos, para su posterior trasplante en bolsas y atemperamiento. Fuente: Ginwal, 2021

En el caso del bambú, cuando las plantas se establecen en bolsas grandes o muy grandes, de acuerdo con el sistema de reproducción y la especie, es más adecuado hablar de transporte individual y no de empaquetado. Es necesario asegurar siempre que las plantas de diferentes especies se mantengan separadas y bien diferenciadas unas de otras, tanto en el vivero como al momento del traslado al lugar de plantación. En ese sentido hay que cuidar que cada planta mantenga su etiqueta.

Nutrición

Es necesario que a las plantas (desde que llegan del campo en forma vegetativa) o de semilla (luego que germine) se le provea de todos los nutrientes que necesita para que su desarrollo sea vigoroso, sano y fuerte. Una planta bien nutrida es más resistente al ataque de cualquier agente patógeno. De igual forma, una planta bien nutrida es una planta que se desarrolla mostrando las mejores características de su especie. Es decir que, en condiciones adecuadas luego de su plantación final, alcanzará los mayores diámetros y las mayores alturas y, consecuentemente, producirá los mayores rendimientos.

Las deficiencias de algunos nutrientes tienen como consecuencia cambios de color en las hojas. Por ejemplo, la falta de nitrógeno produce hojas amarillentas; si es de fósforo y/o potasio se tornan rojizas; si falta manganeso, hierro o magnesio las nervaduras permanecen verdes, pero todo el resto de la hoja se pone amarillo. Cabe indicar que se ha planteado hace tiempo una teoría

que plantea la existencia de una relación entre las deficiencias o desbalances nutricionales con la presencia de algunas plagas y enfermedades. Si se presentan estas dificultades, es bueno consultar un especialista quien podrá determinar si esa es la causa o puede ser otra y le recomendará la acción más conveniente para la recuperación de la salud de sus plantas. Independiente a ello, es bueno mezclar el sustrato con algo de abono orgánico o realizar una o dos aplicaciones de abono foliar si su suelo o sustrato es poco fértil.

Fitosanidad del vivero

Como se ha mencionado en varias partes de este libro, el vivero es el centro de actividades reproductivas y es también el lugar clave para el buen desarrollo de la futura plantación de bambú. Por ambas razones tiene que ser vigilado para controlar cualquier tipo de amenaza al sano y buen crecimiento de cada una de las plantas que se están produciendo. Si en el vivero se genera una enfermedad o una plaga que no se erradica o sana, cuando esas plantas se entregan para ser utilizadas en otra región o en la propia finca, se estará contribuyendo a esparcirla y luego resultará más difícil de controlar. Por tal motivo, el viverista o quien este reproduciendo el bambú tiene que aplicar buenas prácticas de sanidad vegetal. Algunas señales de alerta son amarillamientos o marchitez de las hojas; hoyitos o pérdidas de partes de la hoja o plantas muertas o marchitas

Enfermedades

Los viveros son sitios propicios para el desarrollo de enfermedades bacterianas y fungosas debido a la gran humedad que tiende a haber en el ambiente. Además, ocurren enfermedades virales a consecuencia de la presencia de insectos que gustan de las plantas tiernas. De acuerdo con Kaushick (2015) y Mohanan (1994), las más frecuentes son:

- **Damping-Off:** Afecta a las plántulas durante la germinación o justo después de ella, mientras que los tejidos de las plántulas aún son succulentos. La enfermedad se presenta en parches en los 7 a 12 días después de la siembra. Se caracteriza por la pudrición de las semillas y/o de la radícula. Seguida por un marchitamiento posterior a la emergencia caracterizada por el desarrollo de lesiones marrones empapadas de agua cerca del nivel del suelo y el colapso de la plántula afectada.

Los principales hongos patógenos asociados con la enfermedad son *Fusarium moniliforme* Sheld, *F. oxysporum* Schlecht y *Rhizoctonia solani* Kuhn son.

- **Tizón:** es el nombre común para varias enfermedades. Una de ellas ocurre en áreas altas y húmedas, afectando las plántulas de bambú de 20 a 30 días de edad. Las especies *B. bambos*, *Oxytenanthera monostigma*, *Ochlandra travancorica*, *Thyrsostachys siamensis*, son susceptibles pero *D. strictus* y *D. brandisii* son de las más susceptibles. La incidencia y la gravedad de las enfermedades dependen de la especie de bambú, el agente causal y las prácticas del vivero.

La infección inicia como lesiones empapadas de agua en el tallo de las plántulas cerca del nivel del suelo, luego se propaga rápidamente y afecta todo el brote, excepto una o dos hojas juveniles. El tallo y el follaje de las plántulas infectadas se descoloran y se necrosan. Luego las hojas tienden a enrollarse, secarse y caen. El tallo y diferentes hongos están involucrados en estas enfermedades, algunos son: *R. solani*, *Thanatephorus cucumeris* (Frank) Donk), *Exserohilum rostratum*, *E. holmii*, *Bipolaris maydis* (Nishikado y Miyake) Shoem., *B. urochloae* (Putterill) Shoem., *Bipolaris* sp., *Dactylaria* sp., *Alternaria alternata* (Fr.) Keissler, *Curvularia pallescens*, *Cochliobolus pallescens* (Tsuda y Veyama) Sivan., y *Colletotrichum gloeosporioides*. Hay que reducir la cantidad de riego y recolectar partes afectadas quemándolas.

- **Roya de la hoja:** La enfermedad es causada por el hongo *Dusturella divina*. Afecta a la mayoría de las especies de bambú siendo *B. bambos*, *D. strictus* y *D. brandisii*, especies comúnmente afectadas. La infección severa causa necrosis y marchitamiento del follaje afectado y así como la muerte regresiva de las plántulas. El hongo de la roya también afecta a los bambúes en rodales adultos.
- **Mosaico Rayado:** produce retraso en el crecimiento de las hojas y de las plántulas La enfermedad causada por un virus (posiblemente BMOV). Aparecen rayas de color amarillento pálido a blanco verdoso tanto en las hojas jóvenes como en las maduras. A menudo, las rayas individuales se fusionan y las hojas se vuelven de color blanco verdoso y coriáceas.
- Las plántulas afectadas muestran un crecimiento lento y su tallo se vuelve delgado, frágil, colgante y fácil de romper. Los nuevos brotes desarrollados a partir del rizoma también muestran síntomas de enfermedad similares. Por lo general, los virus que causan el rayado de las hojas, el retraso en el crecimiento de las plántulas y las enfermedades del mosaico se transmiten mecánicamente, a través de semillas o propágulos vegetativos. Se han reportado casos de afecciones en *Dendrocalamu latiflorus* y *Bambusa oldhamii*, en China.

Plagas

En el vivero, las mayores plagas de los bambúes están constituidas por los insectos chupadores. Normalmente se ubican bajo las hojas (en el envés) y pueden pasar desapercibidos. Sus daños se detectan por un encorvamiento de las hojas, es común la aparición de puntos amarillos y si el ataque es severo, un casi total amarillamiento de las hojas. En muchos casos se los encuentra a lo largo de los culmos formando colonias grandes de color blanco amarillento a marrón claro o parduzco. Las plagas que atacan el bambú durante la fase de vivero pueden ser numerosas, pero hasta el momento son ocasionales y de incidencia leve. De acuerdo con Kaushik (2015), algunas de las potenciales plagas son:

1. **Termitas o comejenes:** aunque su daño es considerado como menor, podrían ser significativos en sitios con alta presencia de estos géneros. Atacan principalmente las raíces y rizomas en desarrollo en el vivero. El principal género es *Odontotermes*.
2. **Coleópteros o escarabajos:** atacan principalmente comiéndose el rizoma en desarrollo. El principal género es *Holotrichia*, De acuerdo con Brias *et al.* (2009), también se pueden presentar ataques de *Estigmena* y *Conarthus*.
3. **Ortópteros (Orthoptera) o grillos:** Son insectos de alto riesgo pues pueden afectar defoliando las plantas en desarrollo. En República Dominicana son frecuentes algunos tipos de grillos o saltamontes, pero su incidencia como causantes de daños no es significativa. Dos géneros comunes son *Acrididae* y *Pyrgomophyidae*.
4. **Lepidópteros o mariposas:** Sus larvas son grandes defoliadores pudiendo convertirse en plagas destructivas. Consumen las hojas como fuente nutricional a gran velocidad. Kaushik, (2015) menciona que algunos de los géneros de bambúes más afectados son *Bambusa*, *Dendrocalamus* y *Phyllostachys*. Este es uno de los órdenes de insectos más frecuentes y dañinos. Entre los géneros que más se reportan están *Algedonia*, *Pioneaflavo*, *Calmochrous*, *Stenadontaradialis*, entre otros.
5. **Otras familias:** Akinlabi *et al.* (2017), mencionan otras familias como causantes de daños en los viveros son: *Thripidae*, *Aleyrodidae*, *Aphididae*. En tanto que Brias *et al.* (2009), señalan a los generos *Asterolecaniidae*, *Pseudococcidae*, *Diaspididae* y *Coccidae*.
6. **Roedores:** Esta es una plaga que puede presentarse en especial si se reproduce bambúes por semillas. Ocurre al momento de su establecimiento debido a que estas son fuentes de nutrientes que los ratones y ratas procuran. Para reducir sus daños hay que colocar raticidas o trampas. (Brias *et al.* (2009)

Control de plagas y enfermedades

La producción de plantas sea para autoconsumo o para su distribución a terceros, requiere de un extremo cuidado fitosanitario, de lo contrario, la propiedad, la comunidad o región puede verse en una situación de contaminación que podría ser catastrófica según la plaga o enfermedad de que se trate. Por tal motivo, es necesario realizar los esfuerzos de lugar para evitar su propagación en especial en el vivero.

De acuerdo con Rabik *et al.* (s.f.), existen dos maneras para manejar, controlar o erradicar las plagas y las enfermedades: 1) empleando medidas preventivas y b) ejecutando medidas curativas. Las medidas preventivas incluyen todas aquellas acciones que se realizan para evitar la llegada o aparición de la(s) plaga(s) o la(s) enfermedad(es). Generalmente no conllevan daños al ambiente ni sus recursos. En cierta forma son medidas agroecológicas o de infraestructuras como por ejemplo, la creación de barreras.

Las medidas curativas incluyen desde artefactos de control tipo trampas hasta el uso de sustancias venenosas como pesticidas (sean naturales o artificiales). Siempre es aconsejable el uso permanente de las medidas preventivas. A continuación, se presentan algunos aspectos citados por esta fuente respecto a las ventajas y desventajas del uso de una u otra de estas estrategias de manejo para las plagas y enfermedades.

Ventajas o impactos positivos de las medidas preventivas

- Mantener un suelo y un cultivo de bambú saludables minimizará el impacto de las plagas y enfermedades de por sí. Resultando así que los ataques de plagas y enfermedades a los macizos de bambú bien gestionados sean insignificantes.

Desventajas o impactos negativos de las respuestas curativas

- Los pesticidas y fungicidas químicos son insumos externos costosos y rara vez son utilizados por los productores de bambú.
- Los pesticidas químicos son perjudiciales para el ambiente y también perjudiciales para las poblaciones de enemigos naturales que controlarán las plagas a niveles tolerables.
- Los pesticidas químicos e incluso los naturales, utilizados a largo plazo, crean resistencia en la(s) plaga(s) o enfermedad(es) objetivo(s).
- Si su enfoque para el manejo de plagas es aislar una sola plaga o enfermedad mediante su “erradicación”, su lucha será para eliminar todo el ecosistema de bambú.

Poppens (2004) plantea que, en la fase de vivero, el control de enfermedades consiste principalmente en identificar y eliminar las plantas infestadas lo antes posible para evitar una contaminación generalizada. El control de plagas por su parte implica mantener a los pájaros y roedores alejados del semillero. El cultivo, especialmente en los meses fríos, ayuda a reducir ciertas plagas del suelo. La misma fuente enfatiza que también se puede aplicar control químico, pero puede implicar riesgos para la salud o daños al medio ambiente.

Capítulo V

Silvicultura y cultivo del bambú

La silvicultura es el cuidado, cultivo y manejo de los árboles, que en conjunto forman la selva o bosque. Como el bambú no es un árbol, se hace un uso extensivo del concepto, aplicándolo al cultivo de las diferentes especies de bambúes. El conocimiento silvicultural abarca desde las exigencias climáticas y de suelo hasta los cuidados culturales o de mantenimiento, incluyendo los aspectos que van desde las técnicas de establecimiento o plantación, hasta los de manejo, aprovechamiento y extracción.

Por tanto, debido a que incluye tantas operaciones y actividades, se requiere que todo el ciclo productivo se planifique cuidadosamente, iniciando con el diseño del vivero y el de la plantación, de forma que se complete al menos 2 semanas antes de la siembra. Realizar esta planificación y llevarla a cabo, asegurará que las plántulas se colocarán a las distancias e intervalos especificados, que se dispondrá de los insumos, que las plantaciones serán puras (una especie) y así se obtendrán los rendimientos esperados para cada una de las fases de manejo del bambusal.

Dado que el objetivo principal de este libro es la reproducción, se presentan a continuación algunos elementos de complemento orientativos acerca del cultivo y manejo del bambú y se refiere al interesado a consultar documentos específicos acerca de estos temas. La mayor parte fueron tomados de Mercedes (2006), para los demás, se realizan las citas pertinentes.

Factores edafoclimáticos

Los factores edáficos y climáticos son numerosos y cada uno de ellos puede tener efectos directos en el comportamiento y desarrollo de las plantas de bambú tanto en el vivero como en el campo de cultivo. De todos ellos se mencionan los que más fácilmente se pueden identificar y, por tanto, que se pueden prever cómo enfrentarlos o manipular sus efectos sin el uso de equipos sofisticados o caros.

Lluvias y humedad relativa

Estos no se pueden manipular, por lo que el productor se tiene que adaptar a ellos considerando, por ejemplo, que el rango de requerimientos pluviométricos de los bambúes (más de 1,640 especies) va desde un mínimo cercano a los 400mm hasta más de 4,000 mm. En el caso del *Oxytenanthera abyssinica* (Brias *et al.* 2009) indica que prefiere condiciones casi desérticas entre 350 y 700 mm, en tanto que, la *Guadua angustifolia* se la ha encontrado en sitios con un registro de 5,000 mm (Guadua bambú, pag web, s.f.).

En general se requiere que llueva al menos 100 mm/mes durante 6 meses para garantizar el desarrollo del bambú. Lo ideal para la mayoría de las especies, es que, en las plantaciones o bosques de bambú, la humedad relativa se encuentre entre 60 % y 85 % (Mercedes, 2006). Las especies nativas de zonas áridas o desérticas son excepciones a estos parámetros de humedad.

La humedad relativa para plantaciones comerciales, en áreas tropicales, se favorece cuando están establecidas en las cercanías de ríos o lagos. Cuando la plantación alcanza los 2 años, el bambusal comienza a crear su propio microclima y optimiza la humedad relativa para su mejor desarrollo. Aunque existen especies cuyos requerimientos de lluvia están por debajo de los 1000 mm anuales y que no requieren de alta humedad relativa. Los entendidos en el cultivo del bambú indican que, para el desarrollo y emergencia de sus brotes se requiere de al menos 100 mm de lluvia mensual, bien distribuida. En tanto que, para que los rizomas crezcan, se necesitan 200 mm o más al final del verano (agosto-septiembre en el hemisferio norte). (Soderstrom *et al.*, 1979 y Liese, 1985).

Agua y Riego

Es bueno que las plantaciones de bambú se realicen con las primeras lluvias de las estaciones lluviosas (período de huracanes en América y de monzones en Asia) con miras a garantizar la humedad requerida en el suelo para el desarrollo de las plantas. Las plantas adultas pueden resistir un tiempo la inundación o saturación total del suelo, pero las nuevas son relativamente susceptibles tanto a los excesos como a las deficiencias de agua. (Jaquit, 2000), citado por Mercedes, (2006).

Temperatura

La mayoría de las especies de bambúes se encuentra ubicada en las zonas tropicales en las que la gran variación de condiciones de clima, suelo y topografía provee un amplio abanico de condiciones. Por esta razón, los bambúes tienen una enorme plasticidad ecológica y algunos de ellos se adaptan a situaciones muy variables en temperatura, precipitación y características del suelo.

La mayoría de los bambúes se desarrollan en temperaturas que varían entre los 9 °C y los 36 °C. Sin embargo, algunas especies se desarrollan a temperaturas más frías, tales como algunas especies del género *Arundinaria* que resiste las heladas de Chile. Y el género *Phyllostachys* con especies como la *Ph. aurea* que es resistente al viento, la sequía y las bajas temperaturas (hasta -20°C), pero que no resiste las heladas continuas (Peña, 2015).

En las zonas frías, las mejores regiones para un crecimiento vigoroso de los rizomas y para el cultivo de matas son aquellas donde hay un período caliente más largo durante el otoño que en la primavera, conforme a Soderstrom *et al.* (1979) y Liese (1985). Durante el período de calor las plantas crecen y guardan reservas nutritivas en sus rizomas que emplean para sobrepasar los meses de inactividad fotosintética.

Viento

El bambú es empleado como cortina rompevientos por su gran flexibilidad, aun así, es bueno procurar información sobre la velocidad del viento en el área donde se quiere establecer una plantación. Las velocidades óptimas del viento son las brisas de hasta 15 km / hora. Cuando las velocidades del viento alcanzan más de 80 Km / h, pueden causar problemas en el desarrollo a las plantaciones de bambú e incluso producirle daños mecánicos. Francis (s.f.) hace referencia a los daños por vientos huracanados en Puerto Rico. Bajo esas condiciones, es común la rotura de varas muy jóvenes y el que culmos maduros se caigan.

Suelo y pendientes

Al seleccionar el sitio de plantación, verifique la calidad del suelo. El bambú puede crecer bien en la mayoría de los suelos, incluyendo suelos maltratados e infértiles, pero como todo ser viviente, prefiere los más favorables, en su caso: suelos fértiles, aluvionales, porosos, profundos y con un alto contenido de humedad, pero no inundables por mucho tiempo, donde desarrollará su mayor y mejor potencial. No resiste suelos salinos. Algunas especies de bambú pueden crecer en suelos con pH de hasta 3.5, pero en general el pH óptimo se encuentra entre 5.0 y 6.5 (Liese, 1985). Los bambúes pueden crecer muy bien en pendientes empinadas, motivo por el que se emplean como controladores de erosión y estabilizadores de laderas.

Además de lo anterior, el buen drenaje del suelo es muy importante y determinante en el éxito de la plantación. Verifique que la tierra no sea propensa a inundaciones, en caso de serlo, necesitará realizar los drenajes pertinentes. El bambú, aunque existen especies que pueden resistir inundaciones de un

par de meses, en general no se desarrolla bien en suelos saturados de agua permanentemente y menos durante la fase de establecimiento. Por lo tanto, es preferible que la plantación esté situada en pendientes que faciliten el flujo o escorrentía del agua.

Plantación

El establecimiento de plantaciones de bambú depende mucho del uso final que se dará a su producción. Este también está relacionado con la especie, el suelo y el clima. A continuación, se bosquejan algunos elementos muy básicos que se aconseja a todo el que desee invertir en el desarrollo o establecimiento una plantación de bambú. Se hace un llamado determinante a que el cultivador debe tener asegurado el mercado antes de invertir.

Preparación del sitio (desyerbe y marcado)

Las plantas de bambú exigen abundante luz al inicio de su desarrollo; por lo que el terreno debe estar libre de sombra. En terrenos inclinados o susceptibles a la erosión, la sombra se elimina mediante podas y chapeos para las plantas no deseadas de porte bajo, en un diámetro de 1.5 m. Este es el método de anillamiento, plateau o coronas, que consiste en eliminar totalmente las malezas altas del suelo alrededor en el terreno de la plantación. Este proceso también puede ser sustituido o apoyado con el establecimiento de mulching natural o películas de protección artificial.

Para el marcado se puede disponer de una cuerda sobre el suelo donde se marca la distancia de los hoyos de acuerdo con el marco seleccionado. Los marcos de plantación apropiados para cada especie, promueven la productividad. Para el marco de plantación deben considerarse, además, criterios ecológicos y fisiológicos, entre otros.

Hoyado y abonado

Hacer un hoyo amplio para establecer la planta del bambú brinda la ventaja de que las raíces tienen un buen espacio para crecer inicialmente sin resistencia del suelo y que cuando termine la época de lluvia puede almacenar un poco de agua. El hoyo recomendado para la siembra debe medir unos 60 cm de largo, por 60 cm de ancho y 60 cm de profundidad. Para especies de porte pequeño puede ser la mitad en todos los sentidos (Kigomo, 2007). En lo posible es bueno picar o quebrar el fondo del hoyo para facilitar la oxigenación, el almacenamiento y drenaje del agua, así como el futuro desarrollo radicular del bambú. La Figura 44 muestra un esquema de hoyos para diferentes sistemas de reproducción y siembra de bambú.

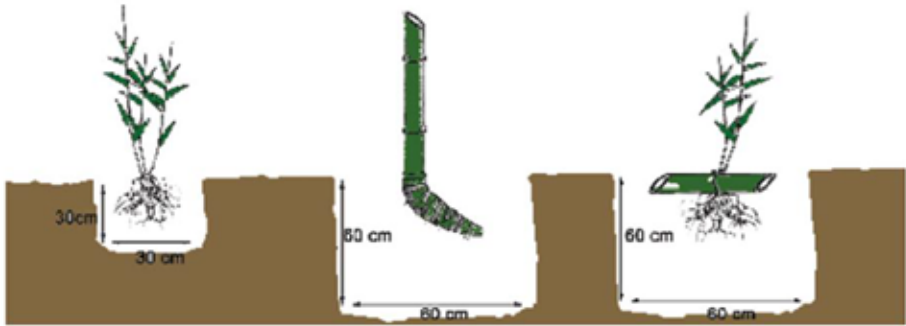


Figura 44: Esquemas del tamaño del hoyo para la plantación final, en función de la procedencia de las plántulas: izquierda, de semillas o ramas; Centro y derecha, de rizomas y secciones de culmos. Kigomo, 2007.

Aunque normalmente las plantas que salen del vivero no son las que se han de convertir en culmos aprovechables, sino que proveerán la energía a los primeros culmos, las plantas se deben establecer lo más erectas posibles en posición vertical. Eso le permitirá una mayor capacidad de competencia con posibles malezas. Para su establecimiento en el campo se presenta como referencia la Tabla 7, basada en el tamaño en plantaciones adultas, recordando que siempre es bueno procurar la orientación de un experto.

Colocación de la planta en el hueco

En general, no se ara el terreno para establecer el bambú. Se recomienda hacer huecos para su plantación, antes de que inicie la temporada de lluvias y, si es posible, agregarle en el fondo fertilizante, preferiblemente orgánico o estiércol, mezclado con una capa de la parte superior del suelo. Cuando la plantación se realiza con trasplantes directos (sin la etapa del vivero), es necesario tomar medidas de prevención encaminadas a asegurar el éxito de la plantación enfocada en la mayor sobrevivencia de las secciones utilizadas como, por ejemplo:

- A. Si se emplea el método de secciones de tallo, colocar dos secciones por hoyo; para asegurar un mayor número de yemas con posibilidades de para brotar.
- B. En la propagación por cepellón o rizoma asegurar el buen contacto del cepellón y sus raíces con el suelo.
- C. C. Las especies de géneros ornamentales (*Fargesias*, *Thamnocalamus* y *Sasas*, entre otras) hay que proveerlas de abundante agua de riego, suelo rico, protección contra las malezas y sombra parcial. Esto estará en función de su origen y requerimientos particulares.

Fertilización

Se recomienda aplicar en el fondo del hueco, una cantidad de varios kilos de abono orgánico mezclado con el suelo que se coloca en el fondo del hoyo para proveer fertilización la cual varía según las especies y las condiciones de suelo de cada país y localidad. Este material, además, promueve la vida de la microfauna y eso se refleja en una mayor salud y velocidad de crecimiento del bambusal.

En áreas más secas, con precipitaciones de menos de 1000 mm, el *mulching* contribuye con el establecimiento o prendimiento de la plantación y el crecimiento del bambú. El *mulching* se logra al esparcir uniformemente una capa de hojarasca u otro material orgánico en la superficie del suelo alrededor de la planta recién establecida de bambú o de la cepa o macolla en desarrollo juvenil del bambú. El *mulching* es una forma efectiva de prevenir el crecimiento de hierbas o plantas no deseadas en el bambusal. Ayuda a conservar la humedad del suelo y puede aportar nutrientes orgánicos a la planta.

Control de malezas en el bambusal

Los bambúes son muy resistentes y competitivos, aun así, en sus primeros meses de establecimiento, al igual que todas las plantas, necesitan de cierta ayuda. En ese sentido, es necesario realizar labores de limpieza o control de otras plantas a su alrededor. La forma de hacerlo puede ser desde el desyerbo hasta la aplicación de coberturas. En numerosos cultivos, es común el empleo de herbicidas. De estos hay muchos tipos, mas no es recomendable su uso en plantaciones de bambú. Aun cuando los hay con cierta selectividad, los riesgos de intoxicar y matar las plantas son altos, eso en adición a todo el daño ambiental que estos productos causan.

El bambú es una especie de hábito forestal, por lo que responderá muy bien si encuentra o se le provee un *mulch* (cubierta vegetal) abundante a su alrededor al momento de su establecimiento. Por otro lado, le gusta tener un suelo aireado, razón por la cual es bueno incorporar lombrices para que efectúen esta labor. Es aconsejable, además, que las hojas maduras de bambú que caen no se recojan, sino que se coloquen alrededor de los troncos o culmos donde han de reciclar el silicio y otros elementos necesarios para el bambú (Jaquit 2000, citado por Mercedes 2006). Estas hojas fungen al mismo tiempo como un control efectivo de las plantas no deseadas.

El crecimiento de las plantas de bambú puede verse obstaculizado por esas plantas que compiten con ellas por el agua, los nutrientes y la luz solar. Es muy importante controlar y detener su crecimiento alrededor de cada macolla

de bambú. De lo contrario, invariablemente se podría producir un desarrollo deficiente de raíces y tallos en los bambúes jóvenes. Alrededor de cada planta debe limpiarse un área con un radio de 60 cm mínimo, liberando a cada planta de bambú, de toda otra vegetación que pueda competir con ellas.

Para el control de las malezas es bueno tomar en cuenta lo siguiente:

- El deshierbe debe hacerse de manera regular y sistemática en el tiempo.
- El deshierbe debe hacerse solo cuando el suelo tiene una condición óptima de humedad que facilite su arrancado pero que no deteriore el suelo.
- Las malezas que se han eliminado deben desecharse adecuadamente en un montón de basura o ser utilizadas para producir compost.
- Teniendo en consideración que el bambú es propenso a incendiarse, la quema prescrita en plantaciones adultas de bambú no es recomendable por ser fuente de emisión de CO², daños al suelo y destrucción de la micro y la macrofauna.

Fases de crecimiento

Las fases de crecimiento o ciclo total de vida de los bambúes se dividen en cuatro, a saber: fase inicial (hasta los 30 días de crecimiento), fase ascendente (de uno a 6 meses), fase de maduración y florecimiento (de 3 a 8 años, según especie) y la fase final de fructificación, con la que para la mayoría de los bambúes se inicia su degeneración y muerte.

Considerando el primer año de desarrollo de vida de un culmo, en el hemisferio norte, en general, las yemas de los brotes se diferencian en marzo y abril para brotar a principios y mediados de mayo. Ya para los días finales de mayo, los brotes de bambú son completamente visibles sobre el suelo. Esta fase es la inicial y dura aproximadamente de 15 a 30 días, siendo la etapa comestible. Para mediados de julio alcanza la fase de pleno desarrollo que dura entre 30 a 45 días, culminando con la tercera y última fase en septiembre (Maoyi *et al.* 2007).

La planta de bambú tiene una estructura muy simple que puede ser esquematizada tal como se presenta en la Figura 45, modificada a partir de una diseñada para el género *Guadua*. En ella se observa el desarrollo fisiológico de una planta de bambú, con los nombres comunes de las partes principales. Los nombres comerciales (cepa, basa y sobrebasa) son comunes en Colombia. El crecimiento se presenta en términos de edad. En esencia, se distinguen dos partes: la subterránea y la aérea. Para fines productivos, a escala mundial y volumétrica, la sección aérea del bambú es la más importante y su manejo es lo que determina la sostenibilidad productiva de la plantación. Ambas partes (aérea o culmos y subterránea o rizomas), son interdependientes, sin una no existe la otra.

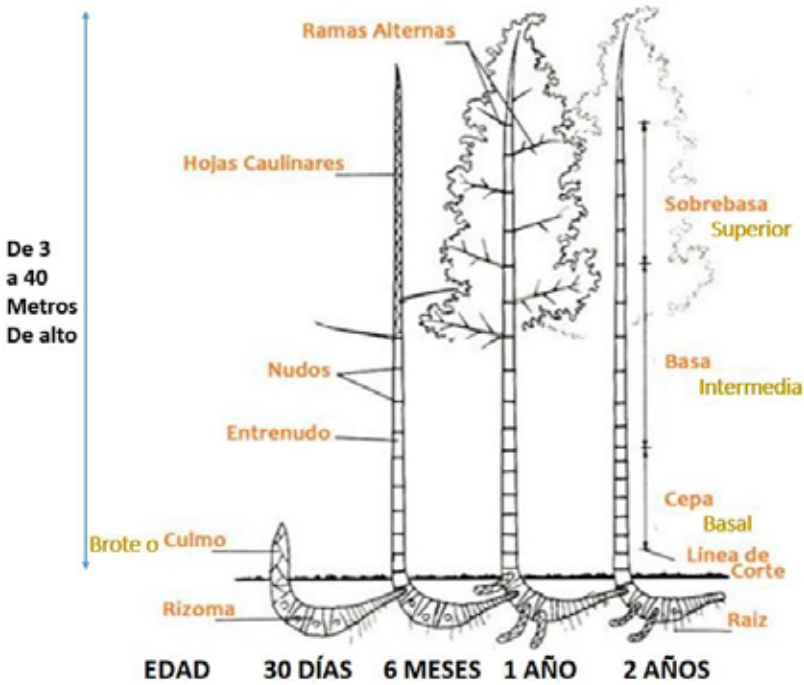


Figura 45: Diagrama de una planta de bambú (*Guadua*), modificado para mostrar los o partes de una planta de bambú. Los nombres de las secciones son comunes en Colombia La altura es un rango aproximado para todos los bambúes leñosos. Fuente: Modificado a partir de Bambusa.es (s.f).

Inventario

Para realizar el aprovechamiento y obtener los mejores rendimientos (económicos y de sostenibilidad del bambusal) se aconseja realizar una planificación de actividades que permita cuantificar los costos y el tiempo de trabajo que

será necesario invertir, medido en jornales o días de labor, así como el personal a emplear, los equipos, herramientas y sitios de labor (corte, acarreo y almacenamiento temporal o zonas de acopio) de la manera más eficiente. Esa planificación facilitará también calcular la cantidad de animales de tiro a utilizar y el tipo de transporte a emplear para cargo y traslado de las cañas o varas, entre otros aspectos fundamentales.

Para definir esos aspectos se recomienda realizar un inventario que, de acuerdo con el Servicio Nacional Forestal y de Fauna Silvestre de Perú (2021), es la actividad que se realiza antes del aprovechamiento, con la finalidad de estimar la cantidad y calidad de cañas que existen en una plantación. Dicha evaluación permitirá cuantificar las cañas que se pueden aprovechar en una determinada área, además de planificar el aprovechamiento e incluso pronosticar o proyectar para dentro de uno a tres años más en la misma plantación o bambusal.

La metodología que se recomienda para el inventario es la de usar parcelas cuadradas de 10.0 m de lado, tantas como sean necesarias distribuidas en todo el bambusal a inventariar, que corresponda al 10 % del área de la plantación o del número total de plantas que fueron establecidas en la unidad productiva. En una hoja diseñada para ese fin, se registran o anotan las cantidades y estados de madurez de los culmos. Se realiza, además, la medición (en la parte central entre dos nudos) del diámetro de cada caña, a una altura de 1.30 m sobre el nivel del suelo. También se mide la altura promedio de la macolla o macizo (grupo de varas juntas) y si el bambusal es de una especie leptomorfa, entonces se mide la altura de cada caña. Los datos obtenidos se trasladan a una tabla o cuadro para su fácil interpretación y toma de decisiones.

Intensidad de corte y aprovechamiento

La intensidad de corte, por su parte, se refiere a la regulación del número de tallos que deben ser cortados en cada intervención o aprovechamiento. La intensidad de corte está determinada por la densidad de la plantación y el grado de madurez de la plantación de bambú y cada macizo es particular. Como regla general, se corta o aprovecha entre el 15 al 25 % del total de culmos en base a las orientaciones anteriores y el resultado del inventario. Banik (2015) indica que el rango de corte no debe superar del 30 al 40 % del total de los nuevos culmos que hayan emergido en el año del corte.

En condiciones apropiadas, el corte será de las varas maduras y de ser muy necesario para el bienestar del grupo de varas, algunas juveniles. Para fines de aprovechamiento, no es recomendable cortar tallos secos con fines de

venta, pero sí con fines de prevención de enfermedades o plagas. De igual forma, se tienen que cortar los débiles y los enfermos, para estimular un mejor desarrollo de los tallos jóvenes y reducir la posibilidad de incidencia de plagas y enfermedades. Siempre se cortan sólo tallos que estén próximos a alcanzar su completa madurez o la hayan alcanzado. Los rizomas de éstos últimos tienden a no producir nuevos brotes o culmos.

Ciclos de aprovechamiento

Las varas de bambú deben cortarse por encima del primer nudo del tallo, a nivel del suelo; se recomienda hacerlo anualmente después de los tres a cinco años de plantados (según la especie) aunque hay especies que necesitan de hasta ocho o 10 años, con el fin de mantener la vitalidad de la planta. Recuerde que cada año la planta de bambú produce nuevos brotes. Se conoce cuando el bambú empieza a madurar porque en muchos casos, tiende a perder el brillo y su coloración normal.

El cultivador de bambú tiene que determinar la edad del corte considerando el uso y la producción de la especie. Si se cortan tallos demasiado jóvenes, la nueva brotación será mayor, pero los tallos serán pequeños; por otro lado, si se cortan tallos demasiado viejos, los nuevos tallos serán largos, pero en reducido número. Esto puede variar de acuerdo con el manejo de la plantación en cuanto al uso de fertilizantes y control de malezas, reduciéndose la cosecha hasta en un año.

La variabilidad en la calidad y cantidad de brotes de bambú hace que el propietario de plantaciones deba tener cuidados especiales en el corte. Por esas razones, y con el fin de obtener el máximo rendimiento posible, en cantidad y en calidad de los tallos, en una plantación de bambú, Mercedes (2006) sugiere considerar los siguientes factores:

- La madurez del tallo, que se entiende como el momento cuando está listo para ser cortado en función al uso que se le destina.
- La máxima madurez, o sea, el período después del cual el pseudotallo comienza a deteriorarse hasta morir.
- La extensión del área que se va a explotar, la demanda del material y la disponibilidad de trabajadores y supervisores.
- En cuanto al ciclo de corte, puede estar asociado al tamaño de la plantación, pero también a la preferencia del propietario o cultivador. Independiente a esto, el ciclo de maduración de la especie y el clima, tienen una influencia primaria pues la plantación o el bambusal natural puede

dividirse en secciones de tamaños parecidos (iguales) en función de ellos. Si por ejemplo, el tiempo de madurez de una especie es de tres o 6 años, la unidad productiva puede ser dividida en tantas unidades o rodales como años necesite un culmo para madurar y así se podrá ir rotando el aprovechamiento de uno a otro. Sin embargo, dado que cada año el bambusal produce nuevos brotes, es muy difícil que se pueda realizar sin algunas pérdidas significativas de varas.

Métodos para hacer el corte

De manera independiente a la finalidad del corte y el equipo a utilizar para hacerlo, cuando se va a cortar el bambú, las herramientas deben estar muy bien afiladas para evitar daños y desgarraduras a la caña o culmo. Generalmente, el aprovechamiento se realiza manualmente exigiéndosele al cortador habilidad, paciencia y energía. Tradicionalmente, se hace utilizando un machete especial llamado bolo o una hoz. En el caso de los bambúes monopódicos (leptomorfos) se pueden emplear sierras de arco ya que crecen aislados o separados unos de otros. En todo caso, el corte debe hacerse considerando que:

- A. Las varas se deben cortar por encima del primer al tercer nudo sobre el suelo, siempre que hayan alcanzado la madurez biológica.
- B. Se use una pequeña hacha, una sierra de podar o un machete bien afilado para evitar rajadura en la vara.
- C. Cuando se emplea una motosierra, el operador debe asegurarse de afilar la cadena con frecuencia para hacer un corte limpio.
- D. Eliminar las ramas laterales de las varas, antes de iniciar el corte.
- E. Colocar las varas o culmos a utilizar en una posición que facilite su extracción del campo.

Control del Bambú

Se ha indicado que los bambúes se dividen en dos grandes grupos: leptomorfos o monopódicos y los de matorrales o paquimorfos. Los bambúes leptomorfos, indefinidos o monopodiales se propagan con relativa rapidez, a partir de donde fueron establecidos, por lo que en lugares muy pequeños o de usos muy particulares, requieren medidas de poda de raíces u otros medios de control cada año. Ejemplos de esto son los sitios donde se emplean como ornamentales, con áreas relativamente pequeñas como los jardines de una vivienda o edificación o un parque de recreación como un jardín botáni-

co, así no ocupan más terreno del que se les planificó que ocuparan.

Para removerlos en pequeñas áreas, se requiere cortarlos en la superficie, excavar y cortar el rizoma. Luego, se recomienda regar para propiciar el nacimiento de otros brotes y volver a cortar con el proceso anterior. Esta labor puede requerir, además, que se profundice excavando en el suelo. Otra vía es la de crear barreras alrededor de la planta al momento de ser establecida en el campo. Para ello se puede utilizar concreto, metal o plástico de alta resistencia a una profundidad mayor o igual a 80 cm.

Es bueno que el propietario de un bambusal con especies leptomorfas ponga especial cuidado en las zonas colindantes con otras propiedades o zonas de usos diferentes al de estos bambúes. En plantaciones grandes, lo recomendable es mantener una estricta vigilancia en la zona perimetral y que la última planta de la plantación se encuentre al menos a una distancia igual al marco de plantación mínimo del inicio de la propiedad de su vecino colindante. En estas áreas fronterizas, debe realizar varios controles durante el año, como los descritos antes, en especial durante el período de crecimiento en los países o sitios con marcado cambio estacional. Para los bambúes paquimorfos, definidos, de matorral o macollas, que no se expanden con rapidez, basta con realizar un buen programa de cortes y aprovechamientos de los culmos, para mantener su diseminación controlada en el área. Las orientaciones anteriores son más dirigidas para quienes tienen bambúes con fines ornamentales. En el caso de plantaciones comerciales e independientemente al tipo de rizoma, el continuo aprovechamiento del bambusal se constituye en el mejor método de control a su potencial expansión.

Usos del bambú

El bambú tiene muchas posibilidades de usos, esas posibilidades están en función de la edad del corte y de la especie que se esté empleando. Los primeros usos se dan en el primer mes de crecimiento de los culmos como brotes comestibles. Otros usos se dan antes de que un culmo alcance su madurez, en especial para usos artesanales. Sin embargo, es necesario reconocer que casi siempre el uso prioritario, y en el que probablemente más se ha desarrollado en la industria para aplicaciones comerciales del bambú, es en forma de vara madura. En la madurez de la vara, es cuando se puede utilizar para numerosas actividades o transformarse para su empleo. Al momento existe una lista de más de 10,000 usos y sigue creciendo en productos de uso medicinal, personal, hogareño e industrial (Ramo *et al.* 2021).

Epílogo

Con este libro, se ha intentado realizar una compilación bibliográfica que reúna y unifique las experiencias tradicionales y clásicas relativas a la reproducción del bambú. Aunque el objetivo central es su reproducción, se trataron algunos otros puntos como elementos orientativos en el cultivo completo. Se procuró obtener y comparar las novedades tecnológicas recién publicadas por centros de investigación y promotores científicos e industriales de esta maravillosa planta, con la finalidad de colaborar con el conocimiento de su origen y la comprensión de su comportamiento fisiológico y morfológico, facilitando así el buen desempeño en las actividades técnicas de su reproducción, de forma exitosa. Las citas fueron muy seleccionadas de entre todo el material consultado y se ajustaron a la experiencia del autor en el manejo del bambú.

Tal como se ha visto en el desarrollo del documento, la propagación del bambú tiene múltiples formas y variaciones técnicas, que dan la ventaja de que el reproductor pueda escoger una o dos o combinar con otros métodos para alcanzar el éxito en la obtención de las plantas que necesite con miras a establecer su plantación. Esas modalidades fueron tratadas con los detalles básicos necesarios para poder ejecutarlas con precisión. Las ganancias propias de una plantación de bambú, al igual que la de otras especies, estará en gran parte determinada por la buena calidad de las plantas que se hayan empleado para establecerla. Más aun, si se ha realizado una buena selección genética, junto a la forma en la que se reproduzca y se le cuide durante su fase de desarrollo en el vivero, todo lo cual será altamente influyente en su comportamiento y competencia en el campo de establecimiento para su cultivo y uso.

El bambú es una planta que tiene un alto potencial para apoyar el desarrollo de los países y a los productores en particular. Por ese motivo, se incluyó también un recuento de los puntos elementales a considerarse para establecer una plantación y encaminarla hacia la mejor producción y rendimiento. Debido a su multiplicidad de usos, el bambú puede contribuir sustancialmente con el bienestar de los productores y la estabilidad de sus ingresos, al tiempo que su establecimiento en forma extensa puede generar numerosos beneficios ambientales y sociales.

Los conceptos y consejos presentados en el documento resumen las opiniones y experiencias de autoridades internacionales en bambú y van encaminados a que cualquier persona que desee reproducir alguna de las especies de bambúes leñosos descritas, pueda hacerlo por cuenta propia, identificando características generales de esa especie. Definidas esas características, entonces podrá seleccionar entre dos o más modalidades para reproducir el

bambú que le interesa. De igual forma, tiene orientaciones respecto a las ventajas y desventajas de cada uno de los métodos de reproducción básicos presentados, así como de los esfuerzos y el potencial de plantas a obtener. Cada uno de estos aspectos, si es considerado adecuadamente, permitirá que se obtengan los mejores frutos. Éxitos y prosperidad.

Bibliografía

Akinlabi, E.T., Anane-Fenin, K. and Akwada, D. R. 2017. Regeneration, Cultivation, and Sustenance of Bamboo. © Springer International Publishing AG Bamboo, DOI 10.1007/978-3-319-56808-9_2

Ahlawat, S.P., Haridasan, K. and Hegde, S.N. 2002. Field Manual for Propagation of bamboo in North East India S.P. (SFRI Information Bulletin No .14. State Forest Research Institute Department of Environment & Forests Government of Arunachal Pradesh Itanagar. India. Disponible en: http://apspcb.org.in/images/pdf/fieldmanual%20_northeast.pdf

Arango Arango, Angela María. 2011. Posibilidades de la guadua para la mitigación del cambio climático caso: eje cafetero colombiano. Universidad Tecnológica de Pereira Facultad de Ciencias Ambientales, Programa de administración Ambiental. Colombia

Añazco, Mario (2013). Estudio de la vulnerabilidad del bambú (*Guadua angustifolia*) al cambio Climático en la costa del Ecuador y norte Perú. Proyecto “Optimización de viviendas de bajo costo de bambú, una estrategia para adaptarse al cambio climático. Red Internacional de Bambú y Ratá, INBAR – Unión Europea. Quito Ecuador. Disponible en:

Bamboo Garden, (s.f.). Hardy Clumping Bamboo. Página Web. Disponible en: <https://www.bamboogarden.com/browse-hardy-clumping-bamboo>

Bamboo Sourcery, (s.f.). Trouble shooting, bamboo removal. Bamboo sourcery, nurcery and garden. Disponible en: <https://bamboosourcery.com/project/bamboo-removal/>

Bambusa.es. (s.f.), Caña de Guadua. Página web. Disponible en: <https://bambusa.es/caracteristicas-del-bambu/bambu-guadua/>

Banik, R. L., 1995. A manual for vegetative propagation of bamboos. International Network for Bamboo and Rattan (INBAR). UNDP/FAO Regional Forest Tree Improvement Project (FORTIP) And Bangladesh Forest Research Institute (BFRI) Disponible en: http://www.plantgrower.org/uploads/6/5/5/4/65545169/bamboo_propagation.pdf

Botero Cortés, L. F. 2007. Reproducción de la *Guadua angustifolia* por el método de chusquines. International Network for Bamboo and Rattan (INBAR). Guayaquil, Ecuador. Disponible en: https://www.doc-developpement-durable.org/file/Culture/Arbres-Bois-de-Rapport-Reforestation/FICHES_ARBRES/bambou/Propagation-of-Guadua-Angustifolia-using-the-Chusquines-method.pdf

Brias, Victor and Hunde, Tesfaye. 2009. Bamboo cultivation manual. guidelines for cultivating. ethiopian lowland bamboo. UNIDO and Common Fund for Commodities. https://www.unido.org/sites/default/files/2010-01/Guidelines_for_cultivating_Ethiopian_lowland_bamboo_0.pdf

Bystriakova, N., Kapos, V. & Lysenko, I. 2004. Bamboo Biodiversity: África, Madagascar and the Americas. UNEP-WCMC/INBAR. Swaingrove Imaging. UK. Disponible en: https://www.researchgate.net/publication/235946457_Bamboo_biodiversity_Africa_Madagascar_and_the_Americas

Caritas India. (s.f.). Bamboo Propagation Technique. Caritas India (Web Page). Disponible en: <https://www.caritasindia.org/blogs/bamboo-propagation-technique/>

Clark, L. G., Londoño, X., and Ruiz-Sanchez, E. 2015. Bamboo Taxonomy and Habitat. Research Gate. DOI:10.1007/978-3-319-14133-6_1. Disponible en https://www.researchgate.net/publication/283005013_Bamboo_Taxonomy_and_Habitat

Dunkelberg, Klaus. 1992. Bamboo as a building material, in: IL31 Bambus, Karl Krämer Verlag Stuttgart 1992 Eberts, Wolfgang: www.bambuszentrum-deutschland.de. Disponible en <http://bambus.rwth-aachen.de/eng/reports/buildingmaterial/buildingmaterial.html>

Echezuría, H. 2018. El Bambú como Recurso Sustentable para Construcción de Viviendas de Bajo Costo. Centro de Investigación y Desarrollo de Ingeniería (CIDI). Universidad Católica Andrés Bello. Caracas, Venezuela. Disponible en: <https://oaji.net/articles/2019/7118-1556293056.pdf>

Farrelly, David. 1984. The book of Bamboo: The Sierra Club. The Sierra Clubs. San Francisco, USA.

Francis, John K. (s.f.). *Bambusa vulgaris* Schrad ex Wendl. Bambú común. Cartilla técnica. U.S. Department of Agriculture, Forest Service Southern Forest Experiment Station. Disponible en: [https://data.fs.usda.gov/research/pubs/iitf/sm_iitf065%20%20\(6\).pdf](https://data.fs.usda.gov/research/pubs/iitf/sm_iitf065%20%20(6).pdf)

Ginwal, H. S. 2021 Propagation of improved bamboo clumps (a nbm – btsg supported project). Project Completion Report. Division of Genetics and Tree Improvement Forest Research Institute Dehradun. India. Disponible en: https://nbm.nic.in/Documents/ProjectReport/PCR-Final_PropagationofBaboo-Clumps.pdf

Giraldo Herrera, Edgar y Sabogal Ospina, Aureliano. 2007. Una alternativa Sostenible: La Guadua. Técnicas de cultivo y Manejo. Corporación Autónoma del Quindío. OPTIGRAF. Colombia.

González, Favio (1999). Monocotiledóneas y dicotiledóneas: un sistema de clasificación que acaba con el siglo. Rev. Acad. Colomb. Cienc. 23(87): 195-204, 1999. ISSN 0370-3908. Instituto de Ciencias Naturales, Universidad Nacional de Colombia, Ap. Ae. 7495. Santafé de Bogotá. Disponible en: https://www.accefyn.com/revista/Vol_23/87/195-204.pdf

Hidalgo, Oscar, 1974. Bambú su cultivo y aplicaciones. Banco de la República, Federación Nacional de Cafeteros de Colombia, ‘Fondo Colombiano de Investigaciones y Proyectos Especiales’ Francisco José de Caldas”, Colciencias. Ed. Estudios Técnicos Colombianos Limitada. Colombia.

Hornaday, Fred. (s.f.). Bambu batu. Cultivating bamboo resources. (Weg page). Disponible en: <https://bambubatu.com/3-ways-of-propagating-bamboo-and-one-is-pretty-easy/>

INBAR. (s.f.). Manual on sympodial bamboo cultivation. eu/inbar sustainable bamboo biomass energy for Africa project. Forestry Research Institute of Ghana

Jácome, P. 2023. Dificultades para la reproducción del bambú. Comunicación Telefónica personal 2023

Jiménez-Pérez, I., Reátegui N., Malpartida-Garay, C.F. & Ruiz-Sanchez, E. (2025) Aulonemia insolita (Bambusoideae: Bambuseae: Arthrostyldiinae) a new remarkable woody bamboo species with internode dimorphism endemic to Bolivia and Peru. Phytotaxa 694 (3): 223–234. <https://doi.org/10.11646/phytotaxa.694.3.2>

Kaushick, Sh., Pal, S., Y., Kumar, D., Thapliyal, M., and Barthwal, S. 2015. Bamboos in India. ENVIS Centre on Forestry National Forest Library and Information. Centre Forest Research Institute (Indian Council of Forestry Research and Education) Dehradun, India. Disponible en: <https://frienvis.nic.in/WriteReadData/UserFiles/file/Publication/Books/2015-Bamboos-in-India.pdf>

Kelchner SA and Bamboo Phylogeny Group. 2013. Higher level phylogenetic relationships within the bamboos (Poaceae: Bambusoideae) based on five plastid markers. *Molecular Phylogenetics and Evolution* 67:404-413. <https://doi.org/10.1016/j.ympev.2013.02.005>

KFRI. 2014. Manual for Establishment and Management of High-Tech Bamboo Nursery. Bamboo Technical Support Group- Kerala Forest Research Institute, India. Disponible en: <https://www.bambooinfo.in/publications/pdf-v/establishment-management-high-tech-bamboo-nursery.pdf>

Kigomo, Bernard N. 2007. Guidelines for Growing Bamboo. Guideline Series: No. 4. Kenya Forestry Research Institute. Kenia. Disponible en: <https://www.humanitarianlibrary.org/sites/default/files/2014/02/Guidelines%20for%20growing%20bamboo.pdf>

Kumar, Adarsh. 2015. Propagation, Plantations & Management Massive Propagation of Bamboos –Ever Existing Major Problem World-over, Solved Through the Development of ICFRE’s Macroproliferation Technology. 10th World Bamboo Congress, Korea. Forest Research Institute, Indian Council of Forestry Research and Education, Dehra Dun, India. Disponible en: <https://worldbamboo.net/wbcx/Sessions/Theme%20Propagation%20Plantation%20Managment/Kumar%20Adarsh%20.pdf>

Kumar, A., Behura, A., Kumar R., D., Behera, A., Kumar, P., and Kumar, R. 2021. Fundamental Concepts of Bamboo: Classification, properties and application. ResearchGate. Disponible en https://www.researchgate.net/publication/345412365_Fundamental_Concepts_of_Bamboo_Classifications_Properties_and_Application. DOI:10.1007/978-981-15-8489-3_3

Kuehl, Y., Henley, G. and Yiping, L. 2011. The Climate Change Challenge and Bamboo: Mitigation and Adaptation. The International Network for Bamboo and Rattan (INBAR) Reprinted 2013. Disponible en: <https://www.inbar.int/wp-content/uploads/2020/05/1489546834.pdf>

Lantican, Celso B. 2009. Practical Experiences of Some Private Nursery Operators in Laguna, Philippines. Bamboo Network of the Philippines. UPLB College of Forestry and Natural Resources. http://www.worldbamboo.net/wbcviii/_ppts/Horticulture/Lantican,%20Celso.ppt

LiveWorksheets. (s.f.). Interactive Worksheets For all Languages and Subjects. Disponible en: <https://www.liveworksheets.com/tx2886726ln>

Londoño, Ximena. 1990. Ecología de los bambues de colombia (Poaceae:

Bambusoideae). Instituto Vallecaucano de Investigaciones Científicas - INCIVA AA 5660 Cali, Colombia. *Caldasia* 16 (77): 139-153.

López Cárdenas, Américo. 2010. *Bambú: Biología, cultivo, manejo y usos en el Perú*. 3era. Ed. Dirección General de Competitividad Agraria. Ministerio de Agricultura, Lima Perú.

Maoyi, Fu, Jinzhong, Xie, Benzhu, Zhou, Zhengcai and Xiantan, Xiao. 2007. *Technical Manual on Sympodial Bamboos Cultivation*. China Forestry Publishing House. Printed in the People's Republic of China, China. Disponible en: [https://www.itto.int/files/itto_project_db_input/2030/Technical/pd10-00-1%20rev2\(I,F\)%20e_Technical%20Manual%20on%20Sympodial%20Bamboos%20Cultivation_e.pdf](https://www.itto.int/files/itto_project_db_input/2030/Technical/pd10-00-1%20rev2(I,F)%20e_Technical%20Manual%20on%20Sympodial%20Bamboos%20Cultivation_e.pdf)

Mercedes U., J. R. 2021. *Historia del Bambú en República Dominicana*. Seminario internacional “Generando alianzas para la reactivación económica y el desarrollo sostenible a través del bambú” 16 de noviembre de 2021 UNPHU – INBAR. Santo Domingo. República Dominicana.

Mercedes U., J. R., 2006. *Guía Técnica Cultivo del Bambú*. Santo Domingo, CEDAF. República Dominicana. Disponible en: <https://cedaf.org.do/wp-content/uploads/2022/08/Bambu.pdf>.

Mohanani, C. 1994. *Diseases of bamboo and their management*. Disponible en: https://www.google.com/search?q=mohanani%2C+C.+bamboo+diseases+pdf&rlz=1C1ONGR_esDO1021DO1021&oq=mohanani%2C+C.+bamboo+diseases+pdf&gs_lcrp=EgZjaHJvbWUyBggAEEUYOTIJCAEQIR-gKGKABMgkIAhAhGAoYoAHSAQo1NTY2MGowajE1qAIAA&sourceid=chrome&ie=UTF-8#:~:text=Mohanani%2C%20C.%201994a.%20Studies%20on%20diseases%20of%20bamboos%20and%20nursery%20management%20of.%20Rhizoctonia%20web%20blight%20in%20Kerala.%20Ph.D.%20thesis.%20Cochin%20University%20of%20Science

Nautiyal, S. 2014. *Brochure Farmers Friendly Bamboo Propagation Technologies*. Plant Physiology, Botany Division Forest Research Institute Dehradun. Disponible en: https://icfre.gov.in/UserFiles/File/Institute-FRI-2011/2014/Bamboo-Brochure_18Dec14.pdf

Peña, C. M. 2015. *Solución Bambú: Guía para el manejo sustentable del Género Phyllostachys*. Clara María Peña. - 1a ed. edición especial. Consejo Federal de Inverciones. Argentina. Disponible en: <https://www.unmundodebambu.com.ar/librosdebambu/SB.pdf>

Permatree. 2016. Bambú La hierba increíble, que NO es un árbol! Página web. <https://permatree.wordpress.com/2016/05/14/bambu/>

Phimmachanh, S., Ying, Z. and Beckline, M. 2015. Bamboo Resources Utilization: A Potential Source of Income to Support Rural Livelihoods. *Applied Ecology and Environmental Sciences*. Vol. 3, No. 6, pp 176-183. doi: 10.12691/aees-3-6-3

Phimmachanh, Sythud, Ying Zhang and Beckline, Mukete. 2015. Bamboo Resources Utilization: A Potential Source of Income to Support Rural Livelihoods *Applied Ecology and Environmental Sciences*. Vol. 3, No. 6, 2015, pp 176-183. doi: 10.12691/aees-3-6-3| Disponible en: <http://pubs.sciepub.com/aees/3/6/3/>
Poppens, Ronald. 2004. *Tropical Bamboos - Propagation Manual*. INBAR. México. https://www.inbar.int/resources/inbar_publications/tropical-bamboos-propagation-manual/

Rabik, A. and Brown, Ben. (s.f.). *Towards resilient bamboo forestry*. Environmental Bamboo Foundation. Bali, Indonesia.

Rajput, B., Jani, M. D., Sisi, K. K., Manokari., M. and Shekhawat, M. 2019. An Improved Micropropagation Protocol for Manga Bamboo - *Pseudoxynanthera stocksii* (Munro) T.Q. Nguyen. *ResearchGate*. *World News of Natural Sciences* 25 (2019) 141-154. Disponible en: https://www.researchgate.net/publication/343548366_An_Improved_Micropropagation_Protocol_for_Manga_Bamboo_-Pseudoxynanthera_stocksii_Munro_TQ_Nguyen

Ramasamy, Y., 2009: In vitro rooting of mature bamboos. *Researchgate*. Disponible en: https://www.researchgate.net/publication/257595067_In_vitro_rooting_of_mature_bamboos

Ramo F., G., Thang L., T., Li and Yanxia, I. 2021. A Review of International Bamboo and Timber Trade Regulations. A Multijurisdictional Study. Technical Paper. International Bamboo and Rattan Organisation (INBAR). Disponible en https://tradedhub.earth/wp-content/uploads/2022/03/INBAR_A-Review-of-International-Bamboo-and-Timber-Trade-Regulations-1.pdf

Rao, R., Sastry, Ch. B., and Widjaja, E. 1996. Propagation and management. Proceedings of training course cum workshop. International Network for Bamboo and Rattan (INBAR), Environmental Bamboo Foundation (EBF), Government of the Netherlands International Plant Genetic Resources Institute (IP-

GRI), Nueva Delhi, India. International Development Research Centre (IDRC) en: https://www.biodiversityinternational.org/fileadmin/biodiversity/publications/Web_version/572/ch16.htm

Reátegui N. y Gutierrez, G. 2017. Manejo Silvicultural de bambúes. PPT. Sociedad Peruana del Bambú. Disponible en: https://worldbamboo.net/wbw_peru2018/SPB%20Natalia%20Reategui%20Gisella%20Gutierrez_Manejo%20Silvicultural%20de%20Bambues.pdf

Rúgolo, Zulma Esther y Vega, A. S. 2016. Bambúes leñosos nativos y exóticos de la Argentina. In book: Bambúes leñosos nativos y exóticos de la Argentina (pp.25-34) Chapter: Caracteres morfológicos vegetativos. Editors: Rúgolo Zulma. https://www.researchgate.net/publication/308919955_Caracteres_morfológicos_vegetativos

Ruiz-Sanchez, E., D. Tyrrell, C., Londoño, X., Oliveira, R. P. and Clark, L. G., Ruiz. 2021. Diversity, distribution, and classification of Neotropical woody bamboos (Poaceae: Bambusoideae) in the 21st Century. *Botanical Sciences* 99(2): 198-228 2021 DOI: 10.17129/botsci.2722

Salam, Kamesh and Nipan Deka. 2007. Training manual on nursery raising, commercial plantation, preservation and primary processing of bamboo. Cane and Bamboo Technology Centre. National Bamboo Mission, Ministry of Agriculture Government of India. India. Disponible en: <https://studylib.net/doc/8249552/bamboo-nursery>

Salgado Velázquez, S. 2015. Cultivo del Bambú. Universidad Popular de la Chontalpa. México. Disponible en: <https://es.slideshare.net/iHaDeZ/cultivo-bambu>

Seethalakshmi, K. K. 2016. Macro- propagation methods for vegetative multiplication of sympodial bamboo. In: Kaushik S., Singh, Y.P. Kumar, D. Thapliyal, M. and Barthwal, S. (Eds) Bamboos in India. ENVIS Centre of Forestry, FRI, Dehradun, pp. 187-194.

Servicio Nacional Forestal y de Fauna Silvestre. 2021. Manual de manejo integral del bambú (*Guadua angustifolia* Kunth). Experiencias en la región Amazonas. Ministerio de Desarrollo Agrario y Riego. Lima, Perú. Disponible en: <https://cdn.www.gob.pe/uploads/document/file/2364306/Manual%20de%20manejo%20integral%20del%20bambu%CC%81%20%28pag%29.pdf.pdf>

Shen Z., Zhang, Y-h., Zhang L., Li Y., Sun Y-d. and, Li Z-y. 2020. Changes in the distribution of endogenous hormones in *Phyllostachys edulis* "Pachyloen" during bamboo shooting. *PLoS ONE*. Researchgate publications. doi.org/10.1371/journal. Disponible en: <https://www.researchgate.net/publica->

tion/347610630_Changes_in_the_distribution_of_endogenous_hormones_in_Phyllostachys_edulis_'Pachyloen'_during_bamboo_shooting

Soderstrom, Thomas R. and Calderón E., Cleofé. 1979. A Commentary on the Bamboos. (Poaceae: Bambusoideae) Department of Botany, Smithsonian Institution, Washington, D.C. 20560, USA. *Biotropica* 11(3): 161-172, 1979,

Tagle, L., Murúa, R., Briones, M., Montalba, R. y Lambin, X. 2013. Determination of minimal age of five species of *Chusquea* bamboos through rhizome analysis as a tool to predict the flowering in southern Chile. *Revista chilena de historia natural*. Versión impresa ISSN 0716-078X. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.4067/S0716-078X2013000400004>

Troya Mera, Fidel Antonio y Xu, Chenyang. 2014. Plantation management and bamboo resource economics in China. *Rev. Ciencia y Tecnología* 7(1): 1-12, <https://dialnet.unirioja.es/descarga/articulo/5070125.pdf>

Universidad de Sassari – Fundación AVS. 2017. Manual técnico del bambú (*Guadua angusfolia kunth*) para productores © 2017, Centro de Investigación sobre la Desertización (NRD UNISS)

Valdez Cancinos, David. (s.f.). Manual para el cultivo del bambú. Experiencias en Guatemala. Instituto de Ciencia y Tecnología Agrícolas, ICTA. Guatemala. Disponible en: <https://www.icta.gob.gt/publicaciones/Bambu/Manual%20para%20el%20cultivo%20de%20bambu,%202013.pdf>

van der Lugt, P., Thang Long, T. and King, Ch. 2018 Carbon sequestration and carbon emissions reduction through bamboo forests and products. International Bamboo and Rattan Organisation, INBAR. Disponible en: <http://resolver.tudelft.nl/uuid:54c93ab8-5d8e-4cb7-9694-c613f5e81fab>

Vorontsova, Ma. S., Clark, Lynn G., Dransfield, J. Govaerts and Baker, W. J. 2016. World Checklist of Bamboos and Rattans. International Network for Bamboo and Rattan (INBAR). INBAR Technical Reports No.37. Disponible en: https://www.researchgate.net/publication/316620295_World_Checklist_of_Bamboos_and_Rattans

Zhaohua, Zh., and Wei J. 2021. Desarrollo sostenible del bambú. Editorial Sociedad Colombiana del Bambú, Armenia, Quindío, Colombia. Número de páginas: 332. Disponible en: https://worldbamboo.net/_uploads/pdfs/DESARROLLO_SOSTENIBLE_DEL_BAMBU%CC%81.pdf



José R. Mercedes U.

Investigador Asociado del Instituto Dominicano de Investigaciones Agropecuarias y Forestales, IDIAF, ha sido catedrático en diferentes universidades dominicanas, miembro fundador, facilitador de la Asociación Dominicana de Ayuda Social, Ecológica y Cultural, ADASEC y de la Fundación Bosque Sagrado. Miembro de la: Sociedad de Ciencias del Suelo, SCS; Sociedad Dominicana de Investigadores Agropecuarios y Forestales, SO-

DIAF, y Cámara Forestal Dominicana, CFD. Ing. Agrónomo especializado en Administración de Recursos Forestales de la Pontificia Universidad Madre y Maestra, PUCMM, 1981. Maestría en Gestión de Proyectos de la Universidad de Outaouais de Québec, Canadá. 2015

Diplomados y experiencia en Cálculo de Emisión y Remoción de Gases Efecto Invernadero; Gestión por Resultados (Adaptación y mitigación al Cambio Climático; Sistemas de Salvaguardas, Escuelas de Campo (ECAs), Desarrollo Rural; Proyectos forestales y de biomasa.

Defensor del uso sostenible de los recursos naturales y el respeto a las leyes de conservación y coexistencia de las especies. Cree que emplear el bambú como cultivo de opciones de servicios ecosistémicos múltiples y enorme gama de aplicaciones en la vida cotidiana y la industria, ofrece una oportunidad de valor inestimable especialmente para países en desarrollo. Este segundo libro relativo al bambú se enfoca en su reproducción, exponiendo elementos actualizados, prácticos, técnicos y científicos útiles a cualquier persona.

El libro **“Conociendo el Bambú para su reproducción”** es un compendio bibliográfico y de experiencias bastante actualizado de los avances tecnológicos relativos a diferentes especies maderables de bambú. Diseñado para ser consultado por investigadores Técnicos y aficionados o cultivadores del bambú. Como parte del orden Poales, con sus 1642 especies identificadas, el bambú, se reconoce como una hierba gigante con numerosas ventajas ecosistémicas y de amplia utilización industrial, en comparación con las especies de árboles.

El libro presenta principios prácticos y funcionales para reproducir el bambú empleando diferentes técnicas aplicables a nivel de fincas o de empresas reproductivas. Se desarrolla en un lenguaje sencillo, va acompañado de tablas, fotos y esquemas ilustrativos para facilitar su comprensión y aplicación. Está secundado por una amplia revisión en los avances y experiencias de investigadores de diferentes partes del mundo en las que el bambú es parte importante de la vida ecológica, social, económica y cultural.

