

CIENCIAS NATURALES

Editor: Guillermo Bendaña García  
[guibendana@gmail.com](mailto:guibendana@gmail.com)

Ing. Agr. M.Sc., Consultor Independiente  
Teléfono: 2265 2678 (casa-oficina)  
Celulares: (505)8265 2524 (Movistar)  
y (505) 8426 9186 (Claro)

Revisores:

Ing. M.Sc. Ramón Guevara Flores.

Tel. (505) 8701-8037

[rsgflores@yahoo.com](mailto:rsgflores@yahoo.com)



Vamos a mantener la actual política editorial en la sección de Ciencias Naturales, que consiste en dar a conocer, desde una perspectiva académica, el mundo vegetal y animal de nuestro país (flora, fauna, flora etno-botánica útil), así como la anterior diversidad de temas abordados. El editor tiene algunos artículos escritos sobre esos temas que no he podido publicar en Nicaragua y conoce profesionales muy calificados que, como en el caso del editor, no tienen espacios para sus creaciones técnico-científicas.

Podemos incluir otros temas de mucho interés en el país como: Cambio Climático y sus afectaciones en la caficultura, en la ganadería nicaragüense, etc.; medidas de mitigación y adaptación al cambio climático; efectos de la deforestación en bosques de pinares o de latifoliadas sobre las características físicas y químicas de los suelos; medio ambiente: ej. los humedales de San Miguelito o los manglares del Estero Real y su importancia medio-ambiental; turismo rural: ventajas, desventajas; métodos de medición de la afectación por sequía en el corredor seco; alternativas agrícolas y ganaderas en las zonas secas; seguridad alimentaria; los suelos de Nicaragua: degradación, recuperación.

Los potenciales autores y colaboradores de la sección de Ciencias Naturales

pueden enviar artículos inéditos, tesis o resúmenes de tesis; si en los trabajos se utilizan mapas, gráficos, dibujos, etc., estos deben ser claros, citando siempre las fuentes. ■

## La Enigmática y Misteriosa Floración del Bambú

**Guillermo Bendaña G.**

[guibendana@gmail.com](mailto:guibendana@gmail.com)

[www.guillermobendana.com](http://www.guillermobendana.com)

La planta de bambú representa uno de los mayores recursos renovables que existen en el mundo; ha sido utilizada por diferentes culturas desde hace milenios ya que provee una gran variedad de productos con múltiples usos los cuales, actualmente, juegan un rol vital en la economía de muchos países. Es tan amplio el número de productos que se obtienen de esta planta que en China, uno de los mayores productores de bambú a nivel mundial, se registra una amplia variedad cuyo número asciende a los 5.000 objetos. Está demás decir que su uso se originó en China y es tan antiguo que no se tienen datos exactos del inicio de su aprovechamiento, aunque eruditos de ese país aseguran que el ideograma chino “zhu” que significa bambú, aparece grabado en cerámicas de la cultura neolítica Yangshao de hace unos 6000 años, y que en la provincia de Zhejiang se encontraron cestas de bambú de hace 4000 años. Mencionan también que antes de la invención del papel, los ideogramas chinos se escribían en tiras de bambú y que el más antiguo escrito descubierto hasta ahora procede de la época de los Estados Guerreros, en los años 475-221 A. C. (Bendaña, 2013).

Es tal la importancia del bambú en la economía mundial, que en el año 2017 movió cerca de los 20 mil millones de dólares, distinguiéndose en ello los países asiáticos, sobresaliendo China e India.

Tiene mucho que ver con esto su amplio rango de adaptabilidad (Mapa 1), el que los bambúes son fáciles de cultivar, transportar, cortar y moldear, tienen un rápido crecimiento y alcanzan la madurez en un período de tiempo corto respecto a los árboles maderables.

Una característica única de los bambúes es que son las plantas con crecimiento más rápido en el planeta. Un bambú leñoso puede crecer tanto como 10 cm en un solo día. Algunas especies crecen hasta un metro durante el mismo período, o cerca de 1 milímetro cada 2 minutos. La mayoría de las especies de bambú alcanza la madurez en sólo 5 a 8 años. Pero cuando se trata de la floración, los bambúes son las plantas con mayor tiempo en el mundo para llegar a esa etapa de la fase fenológica de su reproducción.

Desde el punto de vista ecológico, el bambú proporciona muchos beneficios, siendo los más notables el actuar como una valiosa reserva de agua, basta citar que una hectárea de un bosque natural de bambú de la especie *Guadua angustifolia*, puede almacenar 30375 litros de agua en sus tallos o culmos, agua que regresa al suelo en la época seca (Giraldo y Sabogal, 1999). Es también capaz de capturar tanto como 400 por ciento de carbono por unidad de área, mientras que libera 35 por ciento más oxígeno que los árboles. Posee características biológicas que lo hacen muy bueno para disminuir la erosión de suelos y para purificar aguas contaminadas. Esto, sumado a su rápido crecimiento, hace que en muchos países sean una alternativa para bajar la presión extractiva sobre los bosques. Su producción de biomasa es considerable debido a su alta velocidad de crecimiento, alcanzando cifras de 50 ton/ha/año, esto cuando se cumplen a cabalidad sus requerimientos agroecológicos.

## TAXONOMIA DE LA PLANTA DE BAMBU

Los bambúes son plantas extremadamente diversas y económicamente importantes que crecen sobre todo en las regiones tropicales de Asia y América. Se conocen como las gramíneas más grandes del mundo y son de hábito perenne. Su clasificación taxonómica, aun en desarrollo, es la siguiente:

TAXONOMIA DEL BAMBU	
Reino	Plantae
División	Magnoliophyta
Clase	Liliopsida
Orden	Poales
Familia	Poaceae (gramineae)
Subfamilia	Bambusoideae

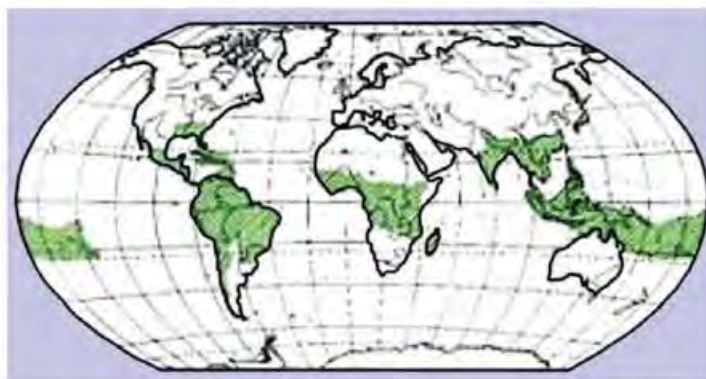


Como se citó anteriormente, la taxonomía del grupo está aun en desarrollo; una aproximación del *Germoplasm Resources Information Network (USA, DA)*, divide al taxón en dos supertribus:

- a) Supertribu Bambusodae: con más de 70 géneros y corresponde a los bambúes leñosos.
- b) Supertribu Olyredae: con 21 géneros, corresponde a los bambúes herbáceos.

A nivel mundial existen unos 91 géneros y unas 1200 especies, que se distribuyen desde los 51° de latitud Norte (Japón) hasta los 47° de latitud Sur (Chile) y desde el nivel del mar hasta los 4300 metros de altura (reportado en el páramo de los Andes ecuatorianos). Aunque los bambúes prefieren los hábitats

húmedos de las selvas nubladas y selvas bajas tropicales, algunos crecen en hábitats secos como *Dendrocalamus strictus* en Asia y *Guadua amplexifolia* en América; en este continente existen 41 géneros y 451 especies, casi la mitad de la diversidad mundial, los cuales se distribuyen desde los Estados Unidos con *Arundinaria gigantea*, continúan a lo largo y ancho de Centro y Suramérica, en las Islas del Caribe, hasta el sur de Chile, con *Chusquea culeo*. Se reconoce como el área de mayor grado de endemismo y diversidad la "mata littoranea" del sur de Bahía, Brasil, con presencia del 48% (22 géneros) de todos los géneros americanos, cinco de los cuales son endémicos. Le sigue en diversidad la cordillera



**Mapa 1. Distribución del bambú en el mundo (Bendaña, 2013).**

de los Andes desde Venezuela hasta Bolivia, y la parte sur de Mesoamérica. Como se observa, Canadá es el único país de América sin la presencia del bambú.

De las más de 1200 especies y variedades de los 91 géneros que existen en el mundo, China tiene más de 400 especies y variedades pertenecientes a 34 géneros.

En Nicaragua, según autoridades del Herbario Nacional en la Universidad Centroamericana (UCA), el bambú *guadua* es endémico de nuestro país, existiendo tres especies de *guadua*: *entrogalamos*, *angustifolia* y *aculatada* o *amplexifolia*. El género *bambusa* se encuentra en todo el trópico húmedo nicaragüense y se adapta bien en la región del Pacífico.

## LA ENIGMATICA FLORACIÓN DE LOS BAMBÚES

La floración del bambú es muy rara y única en todo el reino vegetal. En estas plantas se presentan dos tipos de floración: gregaria y esporádica. La primera o floración gregaria ocurre cuando todos los miembros de una determinada generación, con un origen común, entran a la fase reproductiva prácticamente al mismo tiempo. En este tipo de floración todos los culmos de una especie florecen de manera simultánea independiente de su edad y del lugar en que se encuentren. La longitud o tiempo del ciclo de floración varía en cada especie, con un rango de fluctuación entre tres a sesenta años, aunque en Asia se conoce de floraciones con rangos 120 años, como es el caso de *Phyllostachis Bambusoides*. Esto hace indicar que el bambú florece solo una vez en toda su vida, siendo la planta que tarda más en florecer. Pero el hecho más curioso es que todas las plantas de la misma especie florecen a la vez en todo el mundo, tanto en las regiones originarias como en los países que los han importado, aun teniendo muy diferente ubicación geográfica y condiciones de clima y suelo.

Después de florecer y producir semillas los bambúes se regeneran a partir de éstas en la estación lluviosa siguiente, el tallo se seca, la planta se debilita y muere con el rizoma, ocurriendo la muerte total de grandes áreas pobladas de bambúes, ocasionando desequilibrios ecológicos (por ejemplo muerte de numerosos osos panda que se alimentan casi exclusivamente de bambú) y no pocas veces con implicaciones sociales como en India y Bangladesh, países en los que numerosas poblaciones dependen del cultivo y comercialización de esta planta o de los productos que de ella obtienen. La floración de tipo gregaria es común en Asia y ocurre en especies económicamente importantes tales como *Phyllostachys bambusoides* y *Melocanna baccifera*. En América, *Guadua trinii*, *Aulonemia trianae* y algunas especies de *Chusquea* presentan también este fenómeno de floración gregaria y sus efectos son sobre todo ecológicos sin afectar a las poblaciones humanas adyacentes por no depender económicamente del bambú. Hasta el momento se desconoce la razón por la cual una especie florece gregariamente; parece ser que ni las condiciones ambientales específicas, ni la edad o tamaño de los culmos y de la planta, han sido identificadas como factores significativos que determinen la floración sincronizada de especies separadas entre sí por miles de kilómetros.

Mientras que la floración esporádica se presenta cuando todos los miembros de una generación determinada con un origen común, entran gradualmente a la fase reproductiva en diferentes tiempos o en intervalos irregulares. En este tipo de floración ni todos los individuos ni todos los culmos de una especie florecen simultáneamente; la floración puede darse en grandes manchas aisladas como sucede con *Chusquea tessellata*, o únicamente pueden florecer algunos culmos de la franja o rodal como sucede con *Guadua angustifolia*. La longitud del ciclo de floración es irregular, puede ser anual, o presentar intervalos mayores. Después de la floración esporádica se observa un ligero amarillamiento de la planta, pero a la vez una emisión de brotes nuevos; la planta no muere, y gracias a ello no se presentan desequilibrios ecológicos ni efectos sociales. La mayoría de los bambúes herbáceos presentan este tipo de floración, y algunos bambúes leñosos tales como *Bambusa vulgaris*, *Bambusa tulda*, *Dendrocalamus giganteus*, y *Cephalostachyum pergracile*, de Asia y Africa,



**Bambú leñoso**



**Bambú herbáceo**

y *Chusquea lehmannii*, *Chusquea tessellata*, *Guadua angustifolia*, *Guadua superba* y *Guadua glomerata*, en América (Londoño, 2002).

Como es de imaginar, el registro de floraciones de bambúes separadas por grandes ciclos, es algo difícil de llevar a cabo, por no decir imposible por una sola generación de científicos y/o botánicos. No obstante, han ocurrido casos excepcionales como el de sabios chinos que rastrearon estas floraciones durante siglos. Así, existen reportes de que en el año 999 d. C, registraron un florecimiento

de bambúes, en China continental, de *Phyllostachys Bambusoides*; seguramente eso fue algo asombroso e increíble, ya que nadie en su vida, en ese momento, había observado antes ese tipo de floración. Los registros de la época indicaron que las plantas de bambú murieron y más tarde sus semillas brotaron. Registros posteriores comunicaron que los bosques, con las nuevas plantas, ya no florecieron sino hasta el año 1114.

Luego esa misma especie fue exportada a Japón y otros países, incluyendo Estados Unidos y Rusia. Eruditos japoneses documentaron nuevas floraciones de *Phyllostachys Bambusoides* a principios del siglo XVIII, y de nuevo entre 1844 y 1847. Lo más interesante de esto es que se reportó una nueva floración en el recién pasado siglo, a mediados de 1960, la que fue una nueva explosión floral de un ciclo de 120 años. Con las nuevas tecnologías de comunicación en 1960, se conoció que esa floración ocurrió repentinamente no solo en Japón y China, sino en todas partes y al mismo tiempo donde se encontraba *Phyllostachys bambusoides*. Aunque parezca fábula, los bosques de bambúes florecieron juntos, en perfecta sincronía incluso estando separados por miles de kilómetros.

La polinización ocurrió mientras las majestuosas plantas de bambú de más de 20 metros de altura, morían casi instantáneamente; con el tiempo sus semillas brotaron produciendo nuevas plantas. Esta nueva generación de *Phyllostachys Bambusoides* tiene ahora cerca de 60 años y aún no ha florecido una sola vez. Se espera que lo hará después del año 2080.



**Flores y fruto del bambú.**

En bambúes con ciclos de floración relativamente cortos también ocurre el fenómeno de la floración sincronizada, por ejemplo, en 1880 fueron plantados en un invernadero de Inglaterra unos rizomas de *Chusquea abetifolia* provenientes de América (Indias Occidentales). En 1884 los culmos florecieron en el invernadero al mismo tiempo que sus plantas hermanas de la zona de origen.



Ahora se ha descubierto que la existencia de estos inusuales ciclos de floración no son únicos de *Phyllostachys Bambusoides* sino que hay una serie de otras especies de bambú que florecen en ciclos de décadas. Por ejemplo, la especie *Bambusa Bambos* y *Chusquea abietifolia* florecen cada 32 años, *Melocanna baccifera* cada 50 años y *Phyllostachys nigra* y *P. enonis* cada 60 años.

#### TEORIAS E HIPOTESIS RESPECTO A LA FLORACION DEL BAMBU.

La floración de los bambúes, sobre todo la floración gregaria con sus ciclos de 10, 32, 50, 60 y hasta 120 años, ha interesado intensamente a los científicos, y aun no existe claridad sobre la causalidad de la misma. Pero por lo menos daremos a conocer teorías e hipótesis sobre lo poco que se conoce sobre el tema hasta hoy.

La composición genética. Se basa esta hipótesis en que la mayoría de los bambúes provienen de una división de la misma planta madre. Estas divisiones se han re-dividido a lo largo del tiempo y compartidas en todo el mundo. Aunque las divisiones están ahora geográficamente en lugares diferentes, todavía cargan la misma composición genética Y puede presentarse el caso de que, dentro de esa composición genética, las plantas de bambú tuvieran algo similar al reloj circadiano interno de todos los vegetales, que hace que la alarma para la floración suene simultáneamente. El reloj circadiano de las plantas les indica cuando llevar a cabo ciertas funciones fisiológicas indispensables para la supervivencia de la especie, como la fotosíntesis y la floración.

La presencia de una molécula en el ARN del bambú. Científicos chinos han encontrado en el bambú una molécula del ácido ribonucleico (ARN) llamada **"dla-miR18"** que, según piensan, desarrolla una función central en la coordinación de los más de 200 genes que, se sospecha, participan en los ciclos de floración del bambú. La actuación del "dla-miR18" es muy interesante, aunque aun no comprendida, ya que después de la floración sus niveles pueden aumentar hasta 100 veces respecto a la etapa anterior, declararon los investigadores del Instituto de Botánica de Kunming de la Academia China de Ciencias (South China M. Post, 2015).

Relación con eventos climáticos extremos. Mientras que en Argentina, en la Universidad de Buenos Aires, por primera vez en ese país, científicos de esa Universidad, basados en una tesis doctoral de Carolina Guerreiro, establecieron los ciclos de la floración del bambú en aproximadamente 30 años. Desconocedores hasta entonces del intervalo de los ciclos de floración en especies de bambú,

descubrieron que en 13 de las especies endógenas del país, basados en una revisión bibliográfica desde el siglo XIX hasta el presente, que estos eventos masivos sucedían aproximadamente cada 30 años y algunos a los 45 años. Por primera vez los científicos lograron vincular las floraciones con factores climáticos. Así pronosticaron que las próximas floraciones de *Bambusa tuldoides* ocurrirán en el 2025 y las de *Chusquea montanae* en el 2026. En resumen determinaron que hubo un período de exceso de lluvias antes de la floración masiva de *Chusquea ramosissima*, *Guadua chacoensis* y *Merostachys clausenii*. Por el contrario, para el sur del país hallaron un período de sequía aguda antes de que florecieran *Chusquea culeou* y *Chusquea montana*. Concluyeron que el hecho de que las floraciones masivas de todos los bambúes leñosos no se relacionaran tan claramente con eventos climáticos extremos, propició que muchos investigadores **plantearan la existencia de un “reloj interno” que dispararía estos eventos** independientemente de la historia del clima y del estado de las plantas. *“Esta especie de reloj determinaría en qué momento se produce la floración. Por ejemplo, podría ser a través de algún mecanismo hormonal de las plantas cuando se llega a cierto valor de algún fenómeno. Por el momento es sólo una hipótesis ya que las bases genéticas de este reloj no fueron descubiertas aun”* (U. de B. Aires, 2018). Como se observa, los resultados de la investigación por no ser concluyentes, son una hipótesis más.

Otras hipótesis. **En “El Chasqui” un Boletín Informativo del CATIE (1990)**, se plantean varias teorías evolucionarias para explicar esta floración gregaria con sus largos intervalos de tiempo: 1) competencia parental: la muerte de la planta madre garantiza la supervivencia de las plántulas; 2) saciedad del consumidor: la sincronía evolucionó en respuesta a la depredación, es decir que la presión del consumidor hizo seleccionar los ciclos de vida, que alternadamente sacian y causan hambre (como veremos adelante, es la teoría del Dr. Daniel Janzen). 3) periodicidad climática: el comportamiento reproductivo de los bambúes se acoplaría a las grandes fluctuaciones climáticas. Esta última hipótesis es la que más podría adecuarse a los bambúes, dicen, dado que probablemente exista un mecanismo de fotopercepción o termopercepción similar a las plantas con ritmo circadiano ((Wydmer, 1990).

**Mercedes (Mercedes, 2006) en su “Guía Técnica Cultivo del Bambú”,** cita varias teorías que tratan de explicar las causas de la floración gregaria, pero ninguna está lo suficientemente documentada, por lo que sólo presenta un breve comentario para cada una de ellas: 1) Teoría periódica: asegura que el ciclo de regeneración del bambú, a través de métodos asexuales por medio de rizomas y el alargamiento de la caña o culmo, alcanza la madurez cuando la planta florece. 2) Teoría de mutación: cita que la regeneración del bambú a través de cualquier método de propagación asexual es una mutación que provoca la floración. 3) Teoría de la nutrición: propone que la floración y fructificación son usualmente el

resultado de problemas fisiológicos que provienen mayormente de un pobre crecimiento de las células, ocasionado por un desbalance de la relación carbono-nitrógeno.

La teoría de saciar al depredador. Muy interesante es la teoría del Dr. Daniel Janzen, un ecologista evolutivo, biólogo y conservacionista de la Universidad de Pennsylvania, quien propuso, a mediados de la década de 1970, una explicación sobre la ocurrencia de la floración sincrónica en el bambú. Se basa en la saciedad del consumidor, que no son más que los depredadores de las semillas del bambú: ratas, pájaros, cerdos y otros animales que engullen enormes cantidades de semillas de esta planta. Parece ser que la floración sincrónica evolucionó en respuesta a la alta depredación, ya que cada semilla devorada representa la pérdida de una potencial descendencia. Por tanto -explica Janzen- si hay suficientes depredadores de semillas, y tienen suficiente hambre, pueden eliminar todo el conjunto de semillas de una planta de bambú. En respuesta a esto, la presión del consumidor hizo seleccionar la alternancia de los ciclos de floración, cuyo logro sería en ocasiones saciar y en otros provocar hambre de forma alterna

A las plantas de bambú les iría mejor -sostenía Janzen- si todas florecían al mismo tiempo, abrumando a sus enemigos, los depredadores, con suficiente comida. Incluso si se atiborran hasta reventar -decía- aún dejarían algunas semillas intactas y estas semillas sobrevivientes tendrían a su favor el tiempo necesario para convertirse en plantas que podrían defenderse con algunas características propias del bambú como son el contar en su composición con sustancias químicas amargas y fibras muy duras (también controlar las poblaciones de depredadores, sobre todo ratas, con los años en que las plantas no semillan).

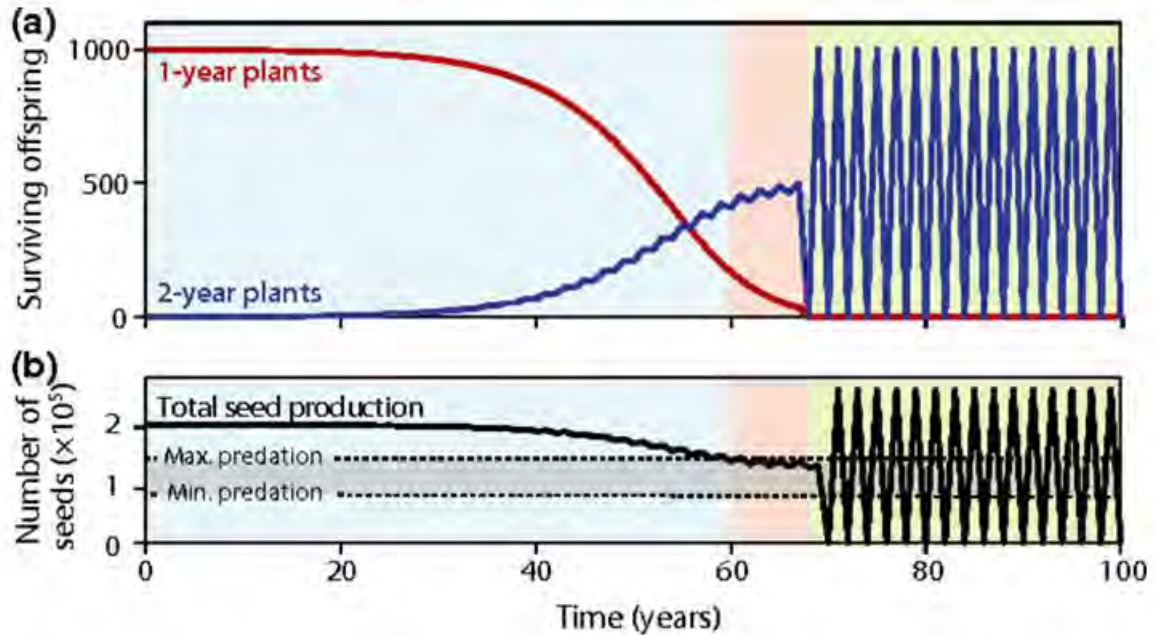
Una vez que los bambúes entraran en la fase de floración, sería difícil para ellos el impedirlo y si algunas plantas florecieran unos años antes, entonces los depredadores se darían un festín con sus semillas, y esos genes que no entraran en sincronía no lograrían llegar ni dar lugar a las futuras generaciones de plantas.

En resumen, esta idea de Janzen, que ha encontrado apoyo en no pocos científicos, de saciar al depredador con muchas semillas, realmente reduce el daño general que los consumidores de semillas causan a cada planta en particular. Pero aun faltaba la respuesta a la pregunta fundamental que era ¿Cómo empezaron las plantas de bambú con esos ciclos de floración que les beneficiaba? ¿Cómo varias especies terminaron con ritmos de floración tan largos y tan diferentes?

## LAS MATEMATICAS DEL BAMBU

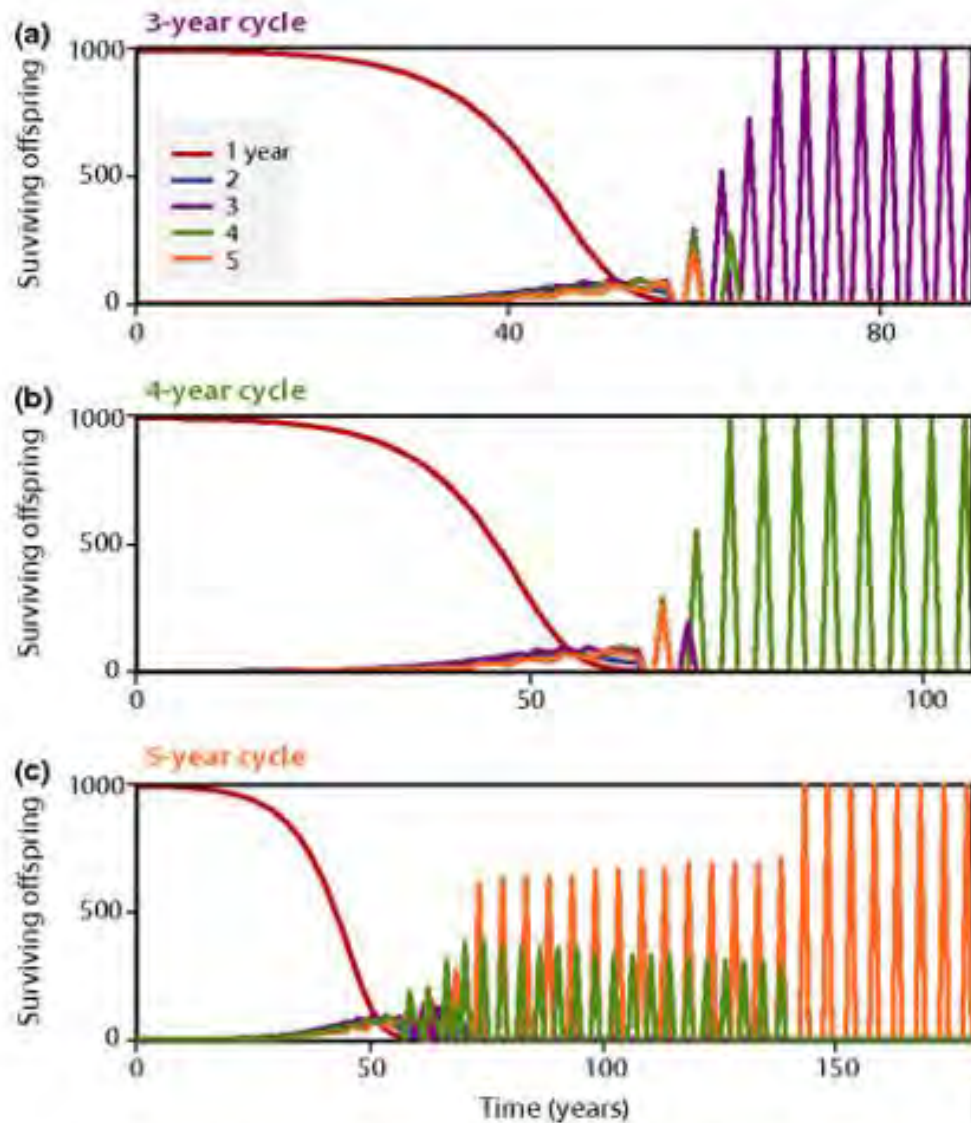
Esta teoría de las matemáticas del bambú se basa en el trabajo de tres biólogos de la Universidad de Harvard, que al encontrarse desconcertados ante estos ciclos de floración del bambú, se propusieron encontrar una explicación de cómo ocurrió esa evolución, ofreciendo una tentadora hipótesis en la que básicamente dicen que los ciclos de bambú han alcanzado su notable longitud a través de una simple operación aritmética (Veller et al, 2015). Veamos:

Estos tres científicos, Carl Veller, Martin Nowak y Charles Davis, influenciados por las ideas de Janzen, creen haber dado con una explicación teórica de los prolongados ciclos de floración del bambú y la exponen en el



**Figura 1. Un modelo de sincronización inicial en bambúes. Fase azul:** Inicialmente, la población comprende principalmente bambúes de floración anual, con un pequeño número que florece cada 2 años (simétrico en años impares y pares). Debido a su mayor liberación de semilla individual, las plantas de 2 años aumentan en número con el tiempo (a). La liberación anual total de semillas disminuye, ya que la siembra de la población se diluye cada vez más durante los años impares y pares de las cohortes<sup>1</sup> de 2 años (b). **Fase roja:** cuando la liberación total anual de semillas disminuye por debajo de la depredación potencial máxima (b), la población corre el riesgo de tener una liberación anual de semillas completamente consumida por los depredadores. Cuando esto finalmente ocurre, todas las plantas anuales, junto con la siembra de la cohorte de 2 años ese año, se eliminan (a). **Fase verde:** si la depredación no es inusualmente alta el año siguiente, la liberación de la semilla de la cohorte restante de 2 años llenará la capacidad de carga ambiental, estableciendo sincronía en el ciclo de 2 años de esa cohorte. (Fuente: Veller et al, 2015).

resumen de su artículo "*Extended flowering intervals of bamboos evolved by discrete multiplication*"; publicado en Ecology Letters (2015):



**Figura 2. Evolución inicial de los intervalos del mástil de más de 2 años. El modelo de sincronización inicial también puede explicar la evolución inicial de los intervalos del mástil de más de 2 años, si existe suficiente variación en la población original (principalmente de floración anual). Debido a la naturaleza estocástica<sup>1</sup> del modelo, la misma configuración original puede resultar en la evolución de un ciclo de mástil de 3 años (a), 4 años (b) o 5 años (c). (Fuente: Veller et al, 2015).**

*Numerosas especies de bambú florecen colectivamente a intervalos regularmente prolongados, algunos de hasta 120 años. Se cree que estas liberaciones colectivas de semillas, denominadas "mástiles", son una estrategia para abrumar a los depredadores de semillas o para maximizar las tasas de polinización. Pero ¿por qué los intervalos son tan largos y cómo evolucionaron?*

*Proponemos un modelo matemático simple que respalde su evolución como un proceso de dos pasos: primero, una fase inicial en la que una población que florece en su mayoría anualmente, se sincroniza en un pequeño intervalo de varios años. En segundo lugar, una fase de sucesivas pequeñas multiplicaciones del intervalo de sincronización inicial, lo que da como resultado los extraordinarios intervalos que se observan hoy. Una predicción de la hipótesis es que los intervalos mástiles observados hoy, deberían factorizarse en pequeños números primos. Usando un conjunto de datos históricos de observaciones de floración de bambú, encontramos una fuerte evidencia a favor de esta predicción. Nuestra hipótesis proporciona la primera explicación teórica del mecanismo que subyace a este notable fenómeno.*

Tomando como punto de partida las ideas de Janzen, desarrollaron un modelo matemático basado en lo que hasta ahora se conoce sobre la biología del bambú. Iniciaron su modelo con un bosque de bambú en el que casi todas las plantas florecen anualmente, como lo hacen algunas especies de bambú. Pero, supusieron en su modelo, que la población también contenía algunos mutantes. Tenían mutaciones en sus genes de sincronización de la floración, por lo que esos mutantes necesitaban dos años para florecer en lugar de uno. Algunos de los mutantes de dos años florecieron en años pares, mientras que otros florecieron en años impares. Tomar dos años para llegar a la floración en lugar de uno, podría tener algunas ventajas para esas plantas de bambú, ya que contarían con más tiempo para reunir mayor cantidad de energía de la luz solar, que podrían usar para producir más semillas y/o dar a sus semillas más defensas contra los depredadores.

A medida que la mayoría del bosque se va convirtiendo en plantas con floración cada dos años, hay menos plantas que liberan sus semillas cada año. Eventualmente, Veller y sus colegas, encontraron en su modelo matemático que llega un año en que las plantas anuales de bambú no pueden producir suficientes semillas para sobrevivir a la embestida de los animales (depredadores), por tanto son aniquiladas de una sola vez. Ahora bien, si es un año con escases de alimentos, las plantas que florecen cada dos años impares también pueden desaparecer. Pero si es un año par, las plantas que florecen en este año par producen suficientes semillas y de esta manera todo el bosque se sincroniza abruptamente con floraciones cada dos años (Figura 1).

También es posible que el bosque no solo posea mutantes de dos años, sino otros mutantes que tardan tres años o más en florecer. Veller y sus colegas encontraron en su modelo matemático, que las plantas de bambú con ciclos de floración más largos también podían tener presencia en el bosque. Exactamente qué ciclo ganó fue en parte una cuestión de suerte, porque la cantidad de semillas que las plantas de bambú producen exitosamente en un año dado, puede fluctuar debido al clima y otras condiciones impredecibles. Cualquiera que sea el ciclo que surja como el dominante, todo el bosque evoluciona hacia allí para mantenerse sincronizado. Cualquier individuo atípico que florece fuera de esa sincronización queda aniquilado (Figura 2). En esto último, el modelo matemático coincide tal como Janzen había propuesto en su teoría.

Sin embargo, se presenta una excepción: una planta de bambú, un nuevo mutante, puede desarrollar un nuevo ciclo que es un múltiplo del original. Imaginemos que un bambú de dos años se convierte en uno de cuatro años. Cada año que florece, está protegido por las plantas de dos años que florecen al mismo tiempo. Y tiene una ventaja sobre ellas: puede pasar más tiempo haciendo y protegiendo más sus semillas.

A pesar de que las plantas que florecen cada cuatro años necesitan el doble de tiempo para producir sus semillas, los científicos descubrieron en su modelo que, bajo ciertas condiciones, aún pueden volverse cada vez más comunes a lo largo de algunos siglos. Eventualmente, todo el bosque se mantendrá en el ciclo de cuatro años de manera sincronizada.

Pero, encontraron los científicos, llega un momento en que el bambú no puede evolucionar en dirección opuesta. Entonces si un bosque de cuatro años produjera un mutante de dos años, florecería la mitad del tiempo en los años en que no tiene protección contra los depredadores. La única dirección que puede tomar para subsistir es hacia ciclos más largos. Si un bosque de cuatro años produce un mutante de ocho años, puede tener la misma ventaja que originalmente tenían las plantas de cuatro años respecto a las de dos: más tiempo bien protegido.

Desarrollado el modelo teórico, Veller y sus colaboradores se dieron cuenta de que podían probarlo fácilmente. Si sus cálculos eran correctos, razonaron, durante millones de años las diversas especies que existen en la actualidad deberían haber multiplicado sus ciclos de floración. Y es probable entonces que lo hicieran en pequeños pasos, ya que, por ejemplo, la transición de un ciclo de dos años a un ciclo de doscientos años requeriría algunos cambios drásticos en la

biología de una planta de bambú. Por lo tanto, el total de años de un ciclo de bambú moderno debería ser el producto de pequeños números múltiplos.

Y al revisar los datos, en la práctica, las matemáticas de bambú parecen ofrecer comentarios realmente prometedores como veremos a continuación:

-*Phyllostachys bambusoides* tiene un ciclo de 120 años, que es igual a  $5 \times 3 \times 2 \times 2 \times 2$ .

-*Phyllostachys nigra* tarda sesenta años en florecer, y 60 es  $5 \times 3 \times 2 \times 2$ .

-El ciclo de 32 años de *Bambusa bambos* es equivalente a  $2 \times 2 \times 2 \times 2 \times 2$ .

(ver Figura 3).

Luego, los investigadores encontraron confirmación adicional al observar cómo evolucionó la especie bambú. En la anterior figura 3, se representa un árbol evolutivo de *Phyllostachys Bambusoides* y sus parientes cercanos. Es posible que su ancestro común haya tenido un ciclo de cinco años y, por lo tanto, sus ciclos respectivos se hayan multiplicado por pequeños factores a lo largo de cada rama del árbol.

Por supuesto, esto solo podría ser una especie de numerología insignificante del bambú. ¿Puede ser solo una coincidencia que estas especies escondan tan elegantes multiplicaciones? Veller y sus colegas llevaron a cabo una prueba estadística sobre las especies de bambú con ciclos de floración bien documentados, y encontraron que los ciclos están estrechamente agrupados en torno a los números que pueden tenerse en cuenta en pequeños números. Es un modelo, una recurrencia, que uno no esperaría del azar o casualidad. De hecho, según los investigadores, esta prueba ofrece una comprobación muy sólida para respaldar la teoría de la multiplicación.

Ahora, en la época actual, habrá varias ocasiones para probar este modelo matemático. Muchas especies de bambú tienen largos ciclos de floración que nadie ha medido con mucha precisión. Los científicos ahora podrían verificar si los ciclos que se descubrirán se ajustan al modelo de Veller. Si, por ejemplo, encontraran una nueva especie de *Phyllostachys* con un ciclo de 23 años, la hipótesis de un ancestro común caería con ciclos de cinco años. Una cosa es cierta, sin embargo:



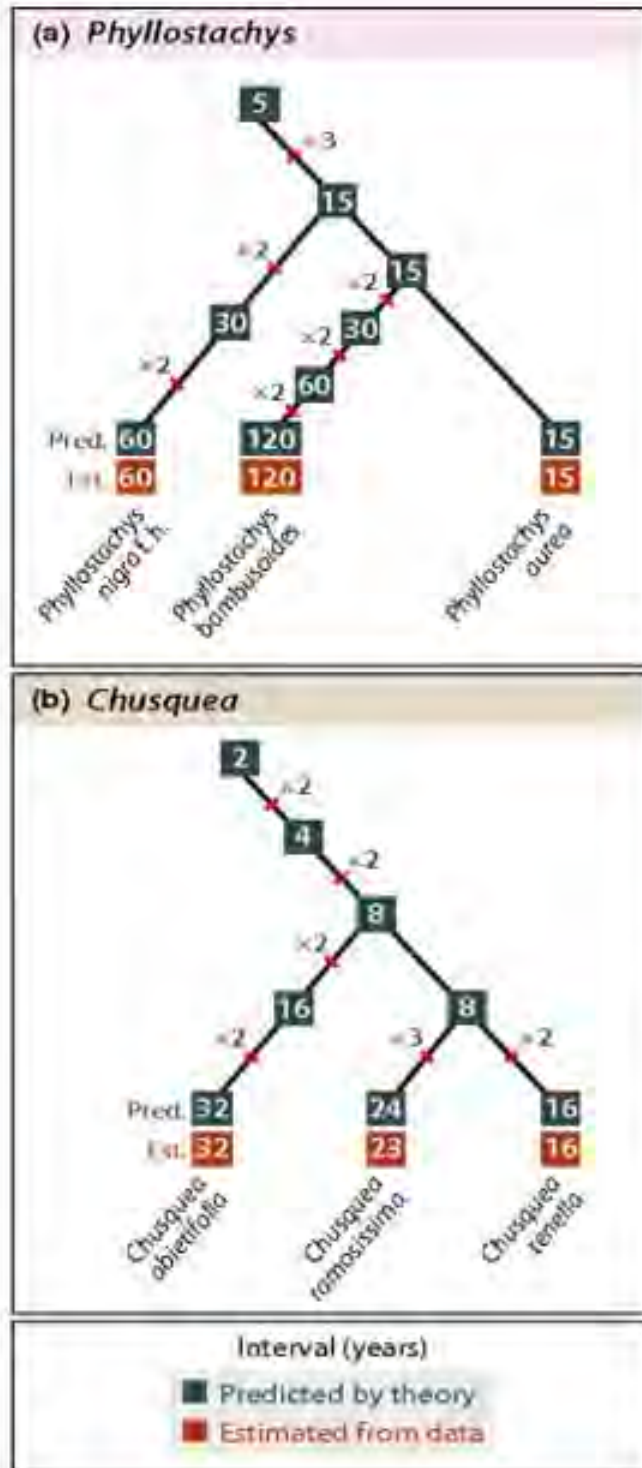


Figura 3. Los intervalos máximos dentro de los subclases de bambú parecen haber surgido de un proceso de multiplicación. Dos patrones hipotéticos de pequeñas multiplicaciones de intervalos a lo largo de las filogenias de *Phyllostachys* (a) y *Chusquea* (b), los dos géneros en el conjunto de datos del modelo matemático para los cuales los intervalos de floración pueden estimarse por más de dos especies. Los intervalos mástiles de estas especies son consistentes con el modelo de multiplicación que proponen Veller y colaboradores, lo que permite un pequeño error de medición en el caso de *Chusquea ramosissima* (intervalo estimado de 23 años versus intervalo previsto de 24 años). Los intervalos hipotéticos, ancestrales y existentes, se muestran en recuadros; los intervalos medidos del conjunto de datos de Veller se muestran en las líneas inferiores en rojo. (Fuente: Veller et al, 2015).

este modelo requiere que los científicos estén allí para esperar a que florezca el 237

bambú, por tanto se necesitarán varias generaciones de ellos para su confirmación.

#### RIESGOS DERIVADOS DE LA FLORACION SINCRONICA DEL BAMBU.

A pesar de que la floración sincrónica en el bambú ocurre en intervalos de tiempo prolongados (10, 20, 30, 32, 50, 60 y hasta 120 años dependiendo de la especie), la misma acarrea simultáneamente la muerte de la planta entera y esto último provoca daños y riesgos en el entorno ecológico donde se desarrolla el fenómeno. Conozcamos los más sentidos:

1.La muerte sincrónica de los culmos aumenta vertiginosamente la proporción de combustible fino seco en el sotobosque, pudiendo incrementar el riesgo de incendios forestales sobre todo en épocas de sequía (ha ocurrido en Chile).

2.Los eventos de floración masiva también atraen a predadores, principalmente roedores. La súbita y alta disponibilidad de frutos y semillas en grandes cantidades en el bosque trae consigo decenas de millones de ratones hambrientos que se alimentan, crecen y se multiplican en tasas alarmantes. Después de haberse alimentado abundantemente, las ratas, repletas de energía pero siempre voraces, atacan los cultivos de los campos vecinos y aun los granos almacenados.

Un ejemplo de lo anterior es el acontecimiento que ocurre cada 50 años en el estado de Mizoram en el noreste de la India, cuando la especie de bambú *Melocanna baccifera* florece y fructifica. El fenómeno, que se produjo la última vez entre 2006 y 2008, se espera se presente de nuevo entre 2056 y 2058. Las poblaciones afectadas sufren de hambre y enfermedades.

3.Otra consecuencia ecológica negativa en la floración gregaria del bambú, es que la ausencia de esta planta en el bosque representa una importante amenaza para la supervivencia de otras especies como los pandas gigantes que se alimentan de ella. El área montañosa en el centro de China testimonió una extensa floración de una variedad de bambú favorita entre estos osos, en 1984 y en 1987, cuando cientos de animales murieron de hambre.

4.En Chile, otra consecuencia de tipo epidemiológico y que representa un alto riesgo tras el brote de semillas de bambúes del género *Chusquea*, es la gran irrupción de poblaciones de roedores, particularmente del ratón colilargo (*Oligoryzomys longicaudatus*). El riesgo asociado de sobrepoblación es que esta especie es el reservorio principal del virus Hanta, agente etiológico del síndrome pulmonar por Hantavirus (HCPS) que afecta a la población humana con tasas de mortalidad de entre 30-35%.

No obstante existen varios estudios acerca de la dinámica de la floración de la *Chusquea abietifolia* (cada 32 años) y posterior irrupción poblacional de los ratones, por tanto es posible tomar las precauciones del caso y así alertar a la población humana acerca de los riesgos que ésta puede enfrentar al verse expuesta a rápidos cambios en la sobrepoblación



**Birmania: niños capturan ratones después de una floración gregaria de bambú.**  
(Fuente: <https://coyotitos.com>)

de roedores.

#### OTRAS PLANTAS CON LARGOS CICLOS DE FLORACION.

Cabe advertir que el bambú no es la única planta con amplios rangos de floración, aunque sí la única que lo hace de manera gregaria, sincronizada, sin importar distancias o continentes.

Ejemplos de algunas plantas con largos ciclos de floración son los siguientes:

El *Agave americana* es una planta ornamental que crece en todo el mundo y florece cada 10 años, sus frutos se elevan hasta una altura de 8 metros.

La *Puya chilensis*, puede medir hasta tres metros de altura y sus flores son de grandes dimensiones que atrapan animales que mueren al no poder desprenderse. Tarda entre 15 y 20 años en florecer.

La *Puya raimondi*, florece una sola vez en el rango de 80 a 150 años, crece hasta **a 12 metros de altura, se la conoce como "la reina de Los Andes"**. Tras florecer y echar todas sus semillas, la *Puya raimondi* muere.

Así, hay otras plantas como la Palma de talipot que crece hasta los 25 metros de altura, con un tronco con un metro de diámetro y florece entre 30 y 80 años.

#### BIBLIOGRAFIA:

Bendaña, G. G. 2013. Potencial Agroalimentario y Agroindustrial del Trópico Húmedo de Nicaragua. Aldilá Editores, Managua, Nicaragua, 216 p.

Giraldo, E. y Sabogal, A. (1999). Una alternativa sostenible: la Guadua. Corporación Autónoma Regional del Quindío. 192 p.

Janzen, D. H. 1976. Why bamboos wait so long to flower. Annual Review of Ecology and Systematics, Vol. 7, p. 347-391.

Londoño, X. 2002. Distribución, morfología, taxonomía, anatomía, silvicultura y usos de los bambúes del Nuevo Mundo. Universidad Nacional de Colombia, Santafé de Bogotá.

Mercedes, J. R. 2006. Guía Técnica Cultivo del Bambú. Centro para el Desarrollo Agropecuario y Forestal (CEDAF), R. Dominicana. 38 p.

**South China Morning Post. 2015. "Molécula controla floración del bambú"**. Investigación tomada de la revista científica Plant Molecular Biology Reporter y publicada en el diario independiente South China Morning Post. Enero, 2015.

United States Department of Agriculture. Agricultural Research Service. USDA-ARS: Germoplasm Resources Information Network (GRIN).

Universidad de Buenos Aires. 2018. Facultad de Agronomía. Echan luz sobre la intrigante floración del bambú. 6 p.

Veller, C., M. Nowac y C. Davis. 2015. Extended flowering intervals of bamboos evolved by discrete multiplication. Ecology Letters, Vol. 18, N° 7. July 2015. 7 p.

**Wydmer, Y. 1990. Los bambúes, biología, cultivo y manejo. "El Chasqui",** Boletín informativo del Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza (CATIE), Costa Rica. Año 7 N° 23, p. 5-42.

Zimmer, C. 2015. Las matemáticas del bambú, ¿Por qué algunos bosques de bambú florecen juntos de repente y lo hacen solo cada 120 años? **National Geographics, mayo 2015 (edición italiana).**●