

## ELEMENTOS FENOLÓGICOS PARA LA SILVICULTURA DE *Quassia amara* EN TALAMANCA, COSTA RICA

Lilibeth Leigue, Daniel Marmillod, Róger Villalobos, Bryan Finegan  
Unidad de Manejo y Conservación de la Biodiversidad  
Area de Manejo y Conservación de Bosques y Biodiversidad

### Abstract

*Quassia amara* is a tropical shrub used as a medicinal plant or natural insecticide, and whose silviculture for diversified forest management is studied by CATIE. In Costa Rica the species is found below 450 m.a.s.l. in areas where soils maintain their humidity all year round. Populations are denser in sunny areas, whereas in very rainy places, the shrub only grows at higher altitudes. During one year, growth, flower, fruit and seed production of *Q. amara* plants of a natural population in Talamanca, Costa Rica, were measured and related to topographic and light conditions. Shrubs produce flowers and fruits under all light conditions, but more intensively and during longer periods for shrubs with greater basal diameter (> 65 mm) and intermediate light exposure (20-80 % of tree top receiving direct vertical light). Higher light exposure levels did not produce significant changes, but rather a tendency to decrease. Maximum averages were 1112 flowers and 135 fruits per shrub up until 180 phenological activity days. Topographic conditions had no effect on phenology but affected annual diametric increase; this was great for shrubs on mountain peaks or slope terraces. Diametric increase was greater for flowering shrubs under intermediate light exposure conditions or for non flowering shrubs with maxim light exposure (4.14 mm). Illumination control appears to be a fundamental factor for the species integration in diversified forest management.

### Introducción

La "cuasia" (*Quassia amara*, Simaroubaceae), es un arbusto presente desde México hasta Brasil ampliamente utilizado como planta medicinal desde el siglo 18. El uso de sus ramas para elaborar insecticidas naturales, importante en Europa y Estados Unidos antes del auge de los pesticidas sintéticos en 1940, retoma importancia en la actualidad ante la búsqueda de pesticidas naturales (Brown 1995, Villalobos 1995). En el CATIE se estudian aspectos biológicos y económicos para el uso sostenible de este recurso forestal no maderable y se ha elaborado un plan de manejo para una población natural de la especie en la Reserva Indígena Kéköldi, Talamanca, Costa Rica (Marmillod *et al.* 1995).

La presencia y la densidad de poblaciones naturales de cuasia en Costa Rica se relacionan con la altitud (solo se presenta por abajo de 450 msnm), la disponibilidad de agua en el suelo (solo en sitios donde la humedad no es limitante ni excesiva durante el año) y la disponibilidad de luz (su densidad es mayor en sitios donde los valores anuales de brillo solar son más altos). En regiones lluviosas y nubladas la especie es más común en condiciones topográficas más iluminadas y en bosques disturbados (Ling 1995, Villalobos 1995). Villalobos (1995) propone que la mayor disponibilidad de luz a través de los años favorece la floración y el crecimiento de la cuasia. En el plan de manejo elaborado por Marmillod *et al.* (1995) se propone el establecimiento de conos de regeneración de cuasia por medio de la dispersión de semillas en aberturas naturales del dosel o la eliminación parcial de árboles de sombra vecinos a posibles arbustos semilleros. En Talamanca, donde hay dos momentos de menor

precipitación: setiembre - octubre y febrero – marzo, la floración de la cuasia ocurre entre noviembre y mayo (Brown 1995, Leigue 1997, Ling 1995).

Esta investigación pretende determinar la existencia de relaciones entre el tamaño, ambiente de iluminación y ubicación topográfica de arbustos de *Quassia amara* y su comportamiento fenológico en cuanto al crecimiento, floración, fructificación y producción de plántulas, como base para la silvicultura de la especie.

### **Metodología**

La investigación se realizó en la Reserva Indígena de Kéköldi (9°38' latitud Norte y 82°48' longitud Oeste), en la costa caribeña de Costa Rica, en una zona de vida bosque muy húmedo premontano transición a basal, con una precipitación media anual cercana a 2831 mm, empleando arbustos silvestres de cuasia presentes en huertos, bosques secundarios y primarios. En agosto de 1996 se identificaron 437 arbustos con un diámetro cuadrático a 30 cm sobre el nivel del suelo ( $d_{0.3}$ ) mayor a 200 décimas de mm ( $\text{mm} \cdot 0.1$ ), es decir aprovechables (Ling 1995). Estos individuos, clasificados en 4 clases de  $d_{0.3}$ : 200-350  $\text{mm} \cdot 0.1$ , 351-500  $\text{mm} \cdot 0.1$ , 501-650  $\text{mm} \cdot 0.1$  y mayor a 650  $\text{mm} \cdot 0.1$ , representaron la combinación de 4 condiciones de posición topográfica y 7 de iluminación. Para cada combinación se contó con al menos 10 repeticiones: 6 de ellas de las dos clases de  $d_{0.3}$  menores.

Las condiciones topográficas consideradas, conforme a las experiencias de Ling (1995) y Villalobos (1995) fueron: cima (parte alta de una conformación orográfica), lomo (parte superior de las estribaciones de la cima), ladera (pendientes mayores a 40%) y plano en ladera (terreno de baja pendiente que interrumpe una ladera). La categorías para calificar la iluminación de los arbustos se basaron en el sistema de Clark y Clark (1992): 1.0 (individuo bajo el dosel, sin iluminación directa), 1.5 (mínima luz lateral), 2.0 (iluminación lateral directa sobre 10% a 50% de la copa), 2.5 (iluminación lateral sobre más del 50% de la copa), 3.0 (iluminación superior vertical directa sobre 10% a 80% de la copa), 4.0 (iluminación vertical directa sobre más del 80% de la copa), 4.5 (copa iluminada superior y lateralmente, con pocas sombras por fustes o copas mayores).

Para la caracterización dasométrica de cada individuo, al inicio y al final del estudio, se midió:  $d_{0.3}$  en  $\text{mm} \cdot 0.1$  con calibrador, altura total (h) por eje en dm, con vara telescópica; descripción de la copa, actividad fenológica inicial e iluminación. En 14 evaluaciones, efectuadas cada 21 días en promedio, de octubre de 1996 a octubre de 1997, se midió el número de inflorescencias en los estados de botón (corola cerrada), abierto (en el ápice) y maduro (estambres visibles) y de infrutescencias con frutos en los estados pequeños (hasta 1.0 cm de largo por drupa), verdes (drupa mayor a 1.0 cm), maduros (color negro) y secos. Se efectuaron análisis de variancia para diseños no balanceados y pruebas de Duncan para determinar el efecto de las clases diamétricas, condiciones topográficas, de luz y sus interacciones sobre la producción total de flores y frutos, la duración de los periodos de actividad reproductiva y el incremento de  $d_{0.3}$  y h.

### **Resultados y discusión**

Un 68% de los arbustos resultaron “activos”, es decir que florecieron, y de estos un 88% resultaron “activos efectivos”, o sea que fructificaron. Hubo arbustos activos de todas las

clases diamétricas y en todas las categorías de iluminación, aunque su proporción es mayor a 70% en las categorías de luz superiores a 2.5 y menor a 65% en el resto. No se determinó relación directa entre la condición topográfica y la actividad fenológica. Un menor incremento de  $d_{0.3}$  en las condiciones de ladera podría revelar una limitación en la disponibilidad de nutrientes de los suelos más propensos a la erosión.

Un modelo que relaciona las condiciones de luz, topografía y  $d_{0.3}$  con las variables fenológicas resultó significativo ( $p < 0.0001$ ). La iluminación y la clase de  $d_{0.3}$  como factores independientes produjeron diferencias significativas, no así la topografía. Aunque las diferencias de producción media de flores y frutos por arbusto entre las categorías de iluminación mayores a 3.0 no fueron significativas, su valor, que aumentó al pasar de las categorías menores a las intermedias (de 159 flores y 21.7 frutos en la categoría 1.0 a 1112 flores y 135 frutos en la categoría 3.0), disminuyó en las mayores (927 flores y 105 frutos en la 4.5). La media de días con actividad reproductiva siguió ese mismo comportamiento (138 días para la categoría 3.0, 84 días en la categoría 1.0). Es posible que la caída de estos órganos antes de concluir su ciclo sea mayor en las plantas más expuestas.

Los individuos más grandes mostraron mayor capacidad reproductiva, dentro del grupo activo predominaron los de  $d_{0.3}$  mayor a 350 mm\*0.1. Todas las diferencias entre medias de órganos reproductivos por arbusto para las clases de  $d_{0.3}$  fueron significativas (desde 46 flores y 5 frutos en la clase 200-300 mm\*0.1 hasta 1428 flores y 162 frutos en la clase  $> 651$  mm\* 0.1). Mientras individuos de la clase de  $d_{0.3}$  mayor tuvieron 141 días de actividad sexual, los de la menor solo 77 días. Según esto, el  $d_{0.3}$  es un buen indicador de madurez sexual, y los individuos de mayor tamaño rodeados de un dosel protector pero expuestos a iluminación vertical, podrían seleccionarse como plantas madre para la colecta de semilla.

Se determinó un periodo medio de 30 días desde que aparecen los botones hasta tener frutos, y unos 43 días para que éstos culminen su madurez y caigan del árbol. Por lo tanto, la colecta óptima de frutos con fines silvícolas puede iniciarse unos 70 días después de iniciada la floración. El tamaño de las flores es menor al final del ciclo, lo que podría indicar una disminución de la energía disponible o destinada para su producción.

El 99.6% de los individuos presentó un solo evento de floración en el año, el resto, con floración permanente, son plantas con alta exposición a la luz. Es posible que el arbusto expuesto en forma prolongada a la luz presente un patrón de floración subanual o continuo, según la clasificación de Newstrom *et al.* (1994), o que el arbusto permanentemente sombreado tenga un patrón supra-anual, en lugar del patrón anual que aparentemente predomina en la especie. Sin embargo, si la floración conlleva una alta demanda energética solo los individuos en condiciones óptimas de humedad y fertilidad del suelo podrían responder a altos niveles de luz durante periodos prolongados.

La iluminación también afectó significativamente el crecimiento anual de los individuos en  $d_{0.3}$  y en  $h$ . Aunque no hay diferencias significativas de incremento en  $d_{0.3}$  entre las 3 categorías de mayor iluminación, en los individuos activos esta variable tiene una tendencia similar a la de la floración, pues alcanza un máximo en la categoría 3.0 (37.3 mm\*0.1) para luego decaer (35.3 mm\*0.1 en la categoría 4.5), mientras que los individuos inactivos mantienen una tendencia de mayor crecimiento al aumentar la luz (3.9 y 41.4 mm\*0.1 para

las categorías 1.0 y 4.5 respectivamente). Solo se observaron diferencias de incremento en h entre las clases de iluminación para los individuos inactivos (de 3.9 m\*0.1 en la categoría 1.0 a 41.4 m\*0.1 en la clase 4.5), mientras los activos mostraron incrementos menores a 2.2 m\*0.1. Aparentemente existe una demanda de asimilados por parte de los órganos florales que limita la respuesta a la luz en cuanto a crecimiento vegetativo.

La diferencia entre los promedios del área de proyección de la copa de los individuos de las clases diamétricas: 501-650 mm \* 0.1 y > 650 mm \* 0.1, de 845.52 dm<sup>2</sup> y 500.84 dm<sup>2</sup> respectivamente, resultó significativa. La iluminación también determina esta variable en forma significativa (p< 0.0008), los individuos en condición de luz 3.0 tienen el mayor promedio de superficie cubierta, 874.46 dm<sup>2</sup>, aunque sin diferencia significativa con los de las condiciones 4.0 y 2.0. El menor promedio es el de la condición 1.0, con 518.32 dm<sup>2</sup>.

### Conclusiones

Aunque la cuasia es capaz de sobrevivir en condiciones de sotobosque, responde a aumentos en la disponibilidad de luz con mayores tasas de crecimiento, producción de flores y de frutos hasta alcanzar un máximo en condiciones de luz vertical directa sobre no más del %80 del follaje del arbusto. La demanda de asimilados inherente a la actividad reproductiva hace que los individuos de mayor tamaño sean los mejores productores de semillas y que no todas las inflorescencias lleguen a producir semillas. La promoción de condiciones de luz favorables a la reproducción sobre árboles semilleros es factible dentro del manejo silvícola. El aprovechamiento sostenible de la cuasia puede implementarse en forma óptima dentro de sistemas de manejo diversificado del bosque, con intervenciones que provocan entradas de luz pero mantienen un dosel protector, típicas de la extracción de maderas de bajo impacto y de otros tratamientos silvícolas. El  $d_{0.3}$  es una variable más adecuada para diferenciar individuos adultos ( $d_{0.3} > 20$  mm) y estudiar la relación entre ambiente, crecimiento y actividad reproductiva de la cuasia, que la h.

### Literatura citada

- BROWN, N. 1995. The autecology and agroforestry potential of the Bitterwood tree *Quassia amara* L. ex Blom (Simaroubaceae). Ph. D. Thesis, Cornell University, New York. 250 p.
- CLARK, D. A.; CLARK, D. B. 1992. Life history diversity of canopy and emergent trees in a neotropical rain forest. *Ecological Monographs*, 62(3), 1992, pp. 315 - 344.
- LEIGUE, L. 1997. Elementos ecológicos para la silvicultura de *Quassia amara* en Talamanca, Costa Rica. Tesis Mag. Sc. Turrialba, C.R., CATIE. 92 p.
- LING, F. 1995. Estudio Ecológico de *Quassia amara* en la Reserva Indígena de Kéköldi, Costa Rica. In Ocampo R. Ed. Potencial de *Quassia amara* como insecticida natural. Catie, Turrialba, CR. Serie técnica, Informe técnico No. 267. pp 56-67.
- MARMILLOD, D.; CHANG, Y.; BEDOYA, R. 1995. Plan de aprovechamiento sostenible de *Quassia amara* en la Reserva Indígena de Kéköldi. In: Ocampo R. Ed. Potencial de *Quassia amara* como insecticida natural. Turrialba, Costa Rica, CATIE. Serie técnica, informe técnico 267. p. 68-90.
- NEWSTROM, L.E.; FRANKIE, G.W.; BAKER, H.G. 1994a. A new classification for plant phenology based on flowering patterns in lowland tropical rain forest trees at La Selva, Costa Rica. *Biotropica* 26(2):141-159.

VILLALOBOS, R. 1995. Distribución de *Quassia amara* L. ex Blom en Costa Rica, y su relación con los contenidos de cuasina y neocuasina (insecticidas naturales) en sus tejidos. Tesis Mag. Sc. Turrialba, C.R., Catie. 174 p.