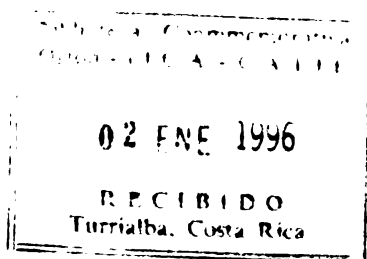


tencial de *Quassia amara* como insecticida natural



Serie Técnica.
Informe Técnico N° 267

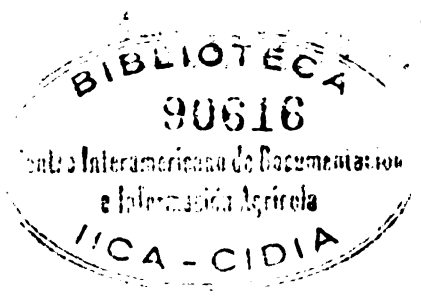


“Potencial de *Quassia amara* como insecticida natural

Rafael A. Ócampo
Editor

Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza (CATIE)
Proyecto Conservación para el Desarrollo Sostenible en América Central (Olafo)
Turrialba, Costa Rica, 1995

1970



1970

1970

Potencial de *Quassia amara* como insecticida natural

**Actas de la reunión centroamericana
celebrada en CATIE, Turrialba, Costa Rica
del 7 al 10 de noviembre de 1994
con el patrocinio de:**

**Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza (CATIE)
Proyecto Conservación para el Desarrollo Sostenible en América Central (Olafo)**

**Universidad de Costa Rica (UCR)
Centro de Investigación en Productos Naturales (CIPRONA)**

**Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación
(FAO)**

El Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza (CATIE) es una asociación civil sin fines de lucro, de acción regional y de carácter científico y educacional. Fundado en 1973, su mandato se centra en el campo de las ciencias agropecuarias y de los recursos naturales, en beneficio de las regiones del trópico americano, con énfasis en América Central y el Caribe. Sus países miembros son Costa Rica (desde 1973), Panamá (1975), Nicaragua (1978), Honduras y Guatemala (1979), República Dominicana (1983), El Salvador (1987), México y Venezuela (1992).

El CATIE no se hace responsable por las opiniones manifestadas en este documento.

Conservación para el Desarrollo Sostenible en América Central es un Proyecto del CATIE, financiado por las Agencias de Cooperación Internacional de Dinamarca, Noruega y Suecia. Sus objetivos son investigar, validar y difundir modelos sostenible de sistemas de producción basados en el uso integral de los productos y servicios del bosque. Las acciones del Proyecto se basan en la participación y protagonismo de las comunidades locales, involucrando las instituciones nacionales.

632.951063

P881 Potencial de *Quassia amara* como insecticida natural : actas de la reunión centroamericana celebrada en CATIE, Turrialba, Costa Rica del 7 al 10 de noviembre de 1994 / Rafael A. Ocampo, ed. — Turrialba, C.R. : CATIE. Proyecto Conservación para el Desarrollo Sostenible en América Central, 1995.

185 p. ; 26 cm. — (Serie técnica. Informe técnico / CATIE ; no. 267)

ISBN 9977-57-229-1

1. *Quassia amara* - América Central - Congresos, conferencias, etc. 2. Insecticidas de origen vegetal - América Central - Congresos, conferencias, etc. 3. Productos forestales no maderables - América Central - Congresos, conferencias, etc. I. Ocampo, R.A. ed. II. CATIE III. Título IV. Serie

Publicación financiada por la Autoridad Sueca de Desarrollo Internacional (SIDA), el Organismo Noruego de Cooperación para el Desarrollo (NORAD) y la Agencia Danesa para el Desarrollo Internacional (DANIDA)

Presentación

La investigación en productos forestales no maderables es uno de los objetivos de mayor importancia para el Proyecto Conservación para el Desarrollo Sostenible en América Central (Olafo), el cual es auspiciado por Suecia, Noruega y Dinamarca.

Quassia amara se ha identificado como una especie no maderable de los bosques tropicales, con enorme potencial por sus capacidades como medicinal y biocida natural. La cuasia u hombre grande, sus nombres más populares, es un arbusto propio del sotobosque de los trópicos húmedos del Neotrópico. Este recurso ha generado grandes expectativas de abrir mercados importantes para muchos de los campesinos y pequeños agricultores que podrían eventualmente dedicarse a su producción, en sistemas domesticados. Cuasia representa, además, una esperanza para la disminución de la contaminación ambiental provocada por químicos utilizados en el control de plagas. Sin embargo, aún es necesario completar investigaciones y validación para impulsar su producción en mayor escala.

Con el propósito de velar, en forma técnica y económica, por la utilización de este recurso, e intercambiar información relevante que permita proyectar las acciones de investigación hacia el futuro, el Proyecto Olafo, conjuntamente con la FAO y la Universidad de Costa Rica, han organizado esta reunión que amalgama investigadores, técnicos y empresarios interesados en la utilización de este promisorio recurso del bosque.

Al presentar esta obra que reúne las investigaciones más recientes y relevantes sobre *Quassia amara*, como Memoria de la Reunión, el CATIE espera contribuir a alcanzar los objetivos de su lema "producir conservando y conservar produciendo".



Rubén Quevedo
Director General
CATIE



Tabla de contenido

Presentación	1
La biodiversidad y el manejo de los recursos naturales <i>Gerardo Budowski</i>	3
Historia natural de <i>Quassia amara</i>	
Taxonomía de <i>Quassia amara</i> y su distribución en el Neotrópico <i>Luis J. Poveda</i>	11
Distribución natural de <i>Quassia amara</i> en Costa Rica <i>Róger Villalobos</i>	14
Métodos de reproducción de <i>Quassia amara</i> <i>Rafael Ocampo, Melvin Díaz, Juan Carlos Barrantes, Guido Solano</i>	48
Estado fitopatológico de <i>Quassia amara</i> <i>Amy Wang, Oscar Castro</i>	54
Estudio ecológico de <i>Quassia amara</i> en la Reserva Indígena de Kéköldi, Costa Rica <i>Francisco Ling</i>	56
Plan de aprovechamiento sostenible de <i>Quassia amara</i> en la Reserva Indígena de Kéköldi <i>Daniel Marmillod, Yorlery Chang, Ricardo Bedoya</i>	68 68
Propiedades biocidas de <i>Quassia amara</i>	
Extracción y estudio cromatográfico de extractos de <i>Quassia amara</i> <i>Gerardo Mora</i>	93
Efecto de las condiciones ambientales de crecimiento en la actividad antimicrobiana de <i>Quassia amara</i> <i>Armando Cáceres, Elsa Jauregui, Róger Villalobos</i>	97
Actividad farmacológica del extracto acuoso de <i>Quassia amara</i> <i>Mildred García, Sara González, Lilliana Pazos</i>	100
Efecto de un extracto de <i>Quassia amara</i> sobre la mosca blanca <i>Douglas Cubillo, Orlando Sosa, Guido Sanabria, Luko Hilje</i>	105
Uso de cuatro extractos orgánicos para el control del pulgón verde <i>Hernán Rodríguez, Fabio Blanco</i>	110

Comercialización de insecticidas naturales

Metodología de análisis de mercado utilizada por el Proyecto Olafo <i>Luis Bianco</i>	117
Análisis financiero y económico de <i>Quassia amara</i> como insecticida natural <i>Justine Kent, Tania Ammour</i>	120
Investigación de mercado para <i>Quassia amara</i> en Costa Rica <i>Luis Bianco, Francisco Montero</i>	128
Experiencia comercial en la introducción de un bactericida natural <i>Carlos Corrales</i>	131
Introducción de <i>Quassia amara</i> como insecticida natural en el mercado norteamericano <i>Bronner Handwerker</i>	134

Hacia el aprovechamiento sostenible de recursos no tracionales

Metodología para determinar la viabilidad del nim como fuente de insecticidas botánicos en Nicaragua <i>Anne K. Gruber</i>	137
Metodología para evaluar un recurso natural inexplorado: <i>Quassia amara</i> como biocida natural <i>Rafael Ocampo</i>	149

Ficha técnica de *Quassia amara*

<i>Quassia amara</i> L. ex Blom (Simaroubaceae) -Revisión bibliográfica- <i>Armando Cáceres, Thelma Mejía, Rafael Ocampo, Róger Villalobos</i>	159
--	-----

Programa y participantes

Programa de la Reunión	181
Lista de participantes	183

La biodiversidad y el manejo de los recursos naturales

Gerardo Budowski*

El tema de la biodiversidad ha cobrado gran actualidad gracias al trabajo de instituciones y foros conservacionistas, que a nivel nacional e internacional promueven la discusión y crean conciencia sobre la necesidad de manejar los recursos naturales, combinando el bienestar humano con la conservación de la biodiversidad.

Así por ejemplo, la FAO ha creado una serie de publicaciones sobre plantas medicinales de Africa, Asia y América Latina. Asimismo, foros como la Alianza para el Desarrollo Sostenible, firmada por los presidentes de los países centroamericanos, y la Convención sobre Diversidad Biológica, aprobada en Río en 1992, consideran de vital importancia el manejo de recursos no tradicionales del bosque.

Otro caso es el CIFOR, miembro del Grupo Consultativo sobre la Investigación Agrícola (CGIAR) a nivel mundial. El CIFOR, con sede en Bogor, Indonesia, es el Centro Internacional para la Investigación en Forestería, sobre todo forestería tropical. Actualmente CIFOR desarrolla un programa para productos no maderables. Recientemente sometí al PNUMA (Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente), un proyecto para la explotación de la biodiversidad en los países tropicales. La idea de este proyecto es que no sean los países industrializados y con tecnología avanzada los que exploten la biodiversidad de un país en desarrollo, sino el país mismo, con la capacidad humana e instrumentos técnicos con que cuenta; de esta manera se lograrán beneficios mucho más duraderos para el país.

Hace 20 ó 30 años nunca hubiera uno soñado que la investigación con énfasis en productos no maderables y su biodiversidad recibiría tanta importancia, pero afortunadamente eso está cambiando. Hoy la ciencia forestal, como se enseña en universidades modernas, dedica aproximadamente un 50% del currículo a la producción de madera, y el resto a productos no maderables y los numerosos servicios derivados de la cobertura forestal. Yo diría que todavía eso es excesivo, pero hay que ir poco a poco. Cuando yo estudié ciencias forestales en la Universidad de Yale hace unos 40 años, 95% de la carga curricular era producción de madera, y sólo el 5% se refería a otros productos y servicios. No se hablaba entonces de biodiversidad, una palabra que entró en juego hace apenas una década.

**Director de Recursos Naturales, Universidad para la Paz, San José, Costa Rica*

El auge de los recursos no tradicionales del bosque se palpa claramente con el caso del nim (*Azadirachta indica*), árbol con propiedades biocidas del trópico seco, el cual fue objeto de una conferencia importante en Berlín hace algunos años, seguida por excelentes publicaciones. Actualmente, el financiamiento para investigaciones sobre nim alcanza a no menos de medio millón de dólares al año debido a su valor medicinal, como insecticida y otras características. En América Tropical ya existen extensas plantaciones de esta especie oriunda del sur de la India.

Por otra parte, diversos organismos involucrados en la conservación de la naturaleza y aspectos forestales ya tienen secciones especialmente dedicadas a productos no maderables del bosque, y dentro de estos, a productos medicinales e insecticidas. La UICN (Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza, hoy conocida como Unión Mundial para la Conservación) y el WWF (Fondo Mundial para la Naturaleza) también gastan sumas considerables en este renglón.

REVALORACIÓN DE LOS RECURSOS NO MADERABLES DEL BOSQUE

Un producto medicinal extraído de la naturaleza no es un objeto aislado, sino que es parte de un ecosistema. Desde el punto de vista humano, es parte de la cultura de la gente que lo usa, del valor cultural o espiritual, del valor derivado de toda clase de percepciones. Falta muchísimo por conocer de los miles de productos potenciales que pueden extraerse de nuestro medio natural: su identificación, clasificación y conocimientos empíricos de los pobladores y su relación con las tradiciones y otros aspectos culturales.

Un caso de interés en Costa Rica, ampliamente divulgado en el mundo, es el INBio (Instituto Nacional de la Biodiversidad). En la Reunión Cumbre en Río, se me acercaron delegaciones de Indonesia, Madagascar y de otros países, que querían saber como funcionaba, que es lo que ha hecho el INBio para conseguir ese millón de dólares de la compañía farmacéutica MERCK, cuales son las obligaciones y los compromisos; en fin había muchísimo interés sobre este tema. El INBio está haciendo el inventario de la biodiversidad de Costa Rica con el fin de encontrar posibles aplicaciones, especialmente farmacéuticas, de plantas y animales. El inventario ha despertado la curiosidad de un gran número de entidades, tanto es así que hay ahora dinero y en grande, para países como Madagascar e Indonesia, a veces usando como estrategia el canje de la deuda externa. Valorizar nuestra biodiversidad implica, por lo tanto, conocerla primero: es decir, estudiar, observar, inventariar, catalogar y analizar; e implica también, y este es un punto a menudo ignorado pero que merece destacarse, entender las costumbres, las percepciones de las poblaciones autóctonas y una serie de otras consideraciones que no tienen que ver con los aspectos biológicos sino con los culturales.

Recuerdo mi primer encuentro con Richard Evans Schulthes, un botánico, etnólogo eminentísimo de la Universidad de Harvard, quien ha recibido una cantidad de premios, autor de muchas publicaciones. Me lo encontré por primera vez en el año 1949 en el campo de Venezuela, donde yo trabajaba; él coleccionaba semillas de *Lecythis ollaria*, un árbol que produce esos frutos grandes llamados pixidios. Como yo trabajaba en dendrología también, nos hicimos amigos. La compañía Gillette le había financiado el viaje de recolección en Venezuela pues se había reportado que a varias personas que habían comido la fruta de *Lecythis* se les había caído el pelo; Gillette veía la posibilidad de crear una crema depiladora, sobre todo para las piernas y los brazos de las mujeres. Por el trabajo de recolección Schulthes recibía \$10 000 de honorarios más todos los gastos, y él naturalmente aprovechaba el viaje para coleccionar muchas otras plantas. Nunca vi algún producto de la Gillette a base de *Lecythis*, pero vi el herbario y la colección que tenía Schulthes, y eran impresionantes. También escribió varios libros y otros documentos de gran valor, fruto de sus viajes a Venezuela y sobre todo a Colombia.

La pérdida de la biodiversidad está directamente relacionada con la deforestación. En los bosques tropicales húmedos se encuentra más o menos el 50% de toda la biodiversidad del mundo. Reconozco naturalmente que cuando digo biodiversidad, más del 90% corresponde a insectos, los cuales podrían alcanzar hasta 100 millones de especies diferentes, según la opinión de Wilson y otros científicos empeñados en su inventario.

Hasta hace muy poco tiempo el bosque en general no tenía mucho valor, una percepción que aún prevalece en la mentalidad de muchos. El campesino por regla general no es el que explota la madera, por tanto le ve muy pocos beneficios al bosque. Algunos mapas de hace unas cuantas décadas, inclusive uno de Costa Rica, hablaban de "bosques y otros terrenos sin uso". Pero ya son muchos los que reconocen su verdadero valor, si bien falta mucho por cuantificar; de esto se deriva que una de las estrategias más eficientes para evitar la deforestación, es valorizar el bosque, buscar como aprovechar mejor los múltiples productos y servicios que ofrece.

Entonces, cuando hablamos de cómo frenar la deforestación, yo veo que el principal problema es darle un valor a esos bosques, a sus productos y servicios. La explotación cuidadosa de *Quassia amara* es un ejemplo, es una manera de valorizar el bosque. Hay muchísimas otras formas de aprovechar el bosque sin necesidad de destruirlo. Así, los bosques explotados para ratán -varias especies de palmas en forma de bejucos que suben por los troncos de los árboles- producen varios miles de millones de dólares al año en el sureste asiático. Si empezamos a sumar lo que producen muchos de los bosques en plantas ornamentales, medicinales, frutos, taninos, flores, alimentos, etc., el valor del bosque va a subir sensiblemente. Si la gente del lugar puede aprovechar el bosque en forma sostenible se evitará su conversión a otros usos.

VALOR REAL DE LOS PRODUCTOS DEL BOSQUE

Muchos de los productos que vienen del bosque, y sobre todo los servicios que se originan allí (régimen del agua, abrigo de fauna, esparcimiento, ecoturismo) son sumamente difíciles de cuantificar: ¿cómo cuantificar los productos medicinales que no conocemos o aún los que conocemos, o los productos que tienen valor cultural o valor ceremonial?, ¿cómo darle un valor en dólares a eso?. A estos productos, bienes y servicios difíciles de cuantificar los llamamos externalidades, valores indirectos, valores intangibles, u otros calificativos. Muchos economistas se sienten incómodos frente a ellos, y sencillamente los ignoran. De hecho, hasta hace poco los “escondían debajo de la alfombra”, argumentando que no son cuantificables.

Eso es precisamente lo que hace tan relevante una reunión como la nuestra, donde se va a discutir no solamente el producto mismo, sino también la valoración de muchas de las externalidades, muchos de los servicios que tienen que ver no solamente con su posible valor comercial, sino también cultural. Para mí es imprescindible apreciar en su justo valor lo percibido por la gente que aprovecha el recurso: ¿qué significa para ellos contar con el recurso *Quassia amara*? Por otra parte, hay un tremendo potencial de aplicaciones económicas; podrían, por ejemplo, derivarse productos para el mercado mundial a través de plantaciones de material selecto.

Esta reunión, entonces, servirá como modelo; porque si bien estamos hablando de *Quassia amara*, hay centenares de otros productos y recursos que podrían tener potenciales similares o mayores. Por ejemplo, el bálsamo de Perú (*Miroxylon balsamum*) es un árbol bien conocido en la farmacopea; alguna vez yo quisiera ver una reunión similar sobre esta especie. Así es que la metodología de esta reunión, los aciertos y errores que de ella se deriven permitirán a otros planificar eventos parecidos sobre diferentes productos. Lo importante es no destruir las opciones.

Hablando de mantener opciones abiertas, hace unos cien años, en el Estado de Washington, E.E.U.U. cortaron un abeto Douglas que tenía 120 metros de alto. La noticia salió en los periódicos y maravilló a todo el mundo, pues de ese árbol sacaron suficiente madera para cinco casas. Cincuenta años más tarde, un economista escribió un artículo en el que demostraba que si ese árbol hubiera seguido en pie, siendo el árbol más grande del mundo, se habría logrado un ingreso anual de más de cien millones de dólares que habría beneficiado a unos centenares de miles de personas de la industria turística y de transporte en la región. Pero hace 100 años nadie podía prever el auge ecoturístico. En este caso, no se mantuvieron las opciones abiertas.

La explotación de un recurso puede tener diferentes formas; *Quassia amara* se emplea como insecticida y como medicina, pero hay muchos otros usos actuales y potenciales. Por ejemplo, si la especie llega a popularizarse, estén ustedes preparados para recibir centenares de solicitudes de jardines botánicos y de investigadores de todas partes del mundo que querrán tener *Quassia amara* en sus colecciones; o lo que es quizás más significativo, querrán experimentar con diferentes proveniencias para buscar aquellas que producen el principio activo en forma más concentrada y explotarlo en plantaciones. Todo esto y mucho más es posible.

Otro valor que puede cuantificarse, como en el caso del abeto Douglas, es el ecoturismo. Una experiencia que yo he seguido de cerca desde el año 1979 es la de los indios de la comarca kuna Pemasky en Panamá. Ellos manejan su propia reserva como parque nacional, en el cual tienen un hotel para visitantes y un "Sendero de las Medicinas", y allí llevan a los turistas para mostrarles cada planta útil, sea esta un árbol, arbusto, bejuco o planta rastrera. Al lado de cada una está el nombre científico, y en lenguaje kuna, español e inglés una explicación sobre su uso. Algunos de los Kunas inclusive estudiaron aquí en el CATIE; asimismo, por iniciativa del CATIE, seis Caciques Kunas vinieron a conocer el Servicio de Parques Nacionales de Costa Rica, del cual tomaron ideas y las adaptaron a su propia realidad, enriqueciéndolas con su bagaje cultural.

Pero el ecoturismo puede tener muchas otras formas; entre ellas, los valores educativos. Por ejemplo, en los últimos dos años y al igual que otros grupos, yo llevé unos 25 estudiantes de la Universidad para la Paz a conocer los trabajos que con *Quassia amara* el Proyecto Olafo ejecuta en la Reserva de Cocles, en Talamanca. Si consideramos que cada uno de los estudiantes pagó \$2800 de matrícula por todo el curso, incluyendo el gasto de la excursión a Cocles y Talamanca, podríamos concluir que indudablemente ese valor, a menudo llamado intangible, tiene un sentido económico real.

El problema espinoso casi siempre es la visión a corto plazo: el político suele ver hasta la próxima elección; nosotros tenemos la obligación de ver para generaciones futuras. Yo no acepto, ni aceptaré nunca, el razonamiento de un Ministro de Agricultura que para darle trabajo inmediato a miles de personas permitió que se arrasaran 30 000 hectáreas de bosque para plantar bananos; esto es pensar a corto plazo, no en el futuro: esto es embargar, hipotecar un país. Si nosotros no somos capaces de transmitir el mensaje de la sostenibilidad, estamos actuando en forma irresponsable con nuestros hijos y las generaciones futuras.

UN VALOR ÉTICO PARA LA BIODIVERSIDAD

Quiero terminar con un concepto ético que he usado muchas veces: la Conservación y Manejo de la Diversidad Biológica no están completas sin la Conservación de la Diversidad Cultural; si ambos elementos no son considerados en el mismo plano, no se logrará una mejoría en la calidad de vida, a nivel nacional, a nivel de familia, a nivel personal. Eso significa naturalmente investigación, educación, pero sobre todo inculcar en cada uno de nosotros un profundo respeto por esa biodiversidad y una visión a largo plazo, así como transmitir este sentimiento a las generaciones futuras.

Podrá decirse entonces que calidad de vida se refleja en la fórmula:

$$\begin{array}{c} \text{BIODIVERSIDAD CULTURAL Y BIOLÓGICA} \\ + \\ \text{OPCIONES ABIERTAS} \\ = \\ \text{CALIDAD DE VIDA} \end{array}$$

Historia natural
de
Quassia amara



Taxonomía de *Quassia amara* y su distribución en el Neotrópico

Luis J. Poveda*

La familia Simaroubaceae es de distribución pantropical, aunque su centro principal es América Tropical (Nootboom 1962b, Porter 1972, Voorhoeve 1967). Perteneció al orden Sapindales, conformado por 15 familias y alrededor de 5400 especies (Cronquist 1981).

La familia dentro de la cual se ubica *Quassia amara* está constituida por alrededor de 30 géneros con 200 especies (Nootboom 1962a); aunque Cronquist (1981) señala 25 géneros y 150 especies, y Spichiger *et al.* (1990) hace referencia a unos 25 géneros y 200 especies.

Las características distintivas de la familia, especialmente de árboles y arbustos, son:

- hojas: la mayoría de la veces alternas y compuestas, pari e imparipinnadas
- inflorescencias: racimosas, cimosas o mixtas, terminales, axilares, situadas en las ramas o en el tronco
- fruto: drupas, bayas o sámaras
- presencia frecuente de sustancias amargas en diferentes órganos

EL GÉNERO *Quassia*

Taxonomía

El género *Quassia* fue fundado por Linnaeus en la segunda edición de *Species Plantarum*, en 1762 (Cronquist 1944); sin embargo, no fue validado hasta mayo 28, 1763 cuando Blom, estudiante de Linnaeus, publicó una descripción completa del género, atribuyendo el nombre a Linnaeus. En la misma descripción se incluía por primera vez la especie *Quassia amara* L. ex Blom.

El género *Quassia* pertenece a la subfamilia Simarouboideae, la más grande de las seis que conforman la familia Simaroubaceae (Thomas 1990). Este género presenta metabolitos secundarios utilizados como medicamento e insecticida natural (Thomas 1990, Stoll 1989).

* Universidad Nacional, Heredia, Costa Rica

En América, el género se caracteriza por ser monotípico (Cronquist 1944, Porter 1973). Cronquist (1944) informa sobre la presencia de una especie africana, *Q. africana* Baill; pero según él en realidad pertenece al género *Simaba*, el cual es el más cercano a *Quassia*. Nootboom (1962b) unió géneros como *Simaba*, *Simarouba* y *Quassia* con otros géneros asiáticos, bajo la denominación *Quassia*; no obstante, esta reorganización no es utilizada en América, aunque sí en Asia.

Distribución

Debido a su amplio uso por mucho tiempo, resulta difícil determinar con precisión la distribución natural de *Q. amara*. Cronquist (1944) la ubica desde el norte de Suramérica, hasta el sur de México y las Indias Occidentales. Según Porter (1973), la especie es nativa de América Tropical, y ocurre desde Brasil a México y la Indias Occidentales.

Holdridge y Poveda (1975) la mencionan como nativa de México hasta el norte de América del Sur. Thomas (1990) menciona que de acuerdo con colecciones vistas por él, mantiene una distribución continua desde Guyana, Venezuela y Colombia hasta el norte de Nicaragua.

Nootboom (1962b) hace referencia a una distribución pantropical. En las Indias Occidentales, es nativo en países como Surinam; en Jamaica se le confunde con *Picrasma excelsa*.

Quassia amara L. ex Blom es considerada como una especie de importancia económica en América Tropical. No existe claridad en cuanto a su relación con sus congéneres de Asia, a pesar de los estudios taxonómicos de que ha sido objeto; posiblemente la falta de colecciones sistemáticas en América oculta detalles importantes en variabilidad genética que influyan en una decisión taxonómica.

De igual forma su distribución geográfica muestra cierta ambigüedad en la región, lo cual podría resolverse en la medida que se desarrollen colecciones sistemáticas.

A PROPÓSITO DE LA TAXONOMÍA

Es importante rescatar el papel de la taxonomía en el desarrollo de un proceso sistemático para el manejo de una especie, cuando lo que se busca no es solamente la descripción *per se* de la especie, sino su incorporación en un sistema integrado y sostenible de producción. También es importante mencionar los esfuerzos que a nivel mundial se realizan para frenar la pérdida de biodiversidad, especialmente en las regiones tropicales.

Para cuantificar la pérdida de la diversidad, es evidente que antes debe darse un sondeo sobre la riqueza existente, y para ello únicamente existe una herramienta: la taxonomía. Surge, entonces, la necesidad de hacer valer esta disciplina y su papel en el rescate de la diversidad florística.

Si para un recurso como *Quassia* --de amplia distribución en el Neotrópico, de importancia económica desde fines del siglo pasado, de amplio uso etnofarmacológico en América, y con gran potencial como medicina, insecticida y ornamental-- todavía no se tiene una información científica exhaustiva; ¿qué pasará con otros recursos endémicos y de restringida distribución? ¿Serán al menos bautizados o morirán en el anonimato?

Es claro que debe darse un fuerte apoyo a la identificación de esa diversidad genética, cada día más relevante en el ámbito mundial.

Según la Estrategia Mundial para la Biodiversidad "Las estimaciones de la diversidad de las especies del mundo oscilan entre dos y cien millones de especies, siendo la estimación más precisa alrededor de diez millones; de ellas, solo 1,4 millones han recibido nombre."

BIBLIOGRAFÍA

- CRONQUIST, A. 1944. Studies in the Simaroubaceae - IV resume of the American genera. *Brittonia* 5:128-147.
- CRONQUIST, A. 1981. An Integrated System of Classification of the Flowering Plants. Columbia University Press, New York.
- HOLDRIDGE, L.; POVEDA, L.J. 1975. Árboles de Costa Rica. Centro Científico Tropical, San José, Costa Rica. V. 1, 438 p.
- NOOTEBOOM, H.P. 1962a. Simaroubaceae. *In* Flora Malesiana. Ser. 1, 6(2):193-226.
- NOOTEBOOM, H.P. 1962b. Generic delimitation in Simaroubaceae Tribus Simaroubeae and a conspectus of the genus *Quassia*. *Blumea* 14:309-315.
- PORTER, D.M. 1972. Simaroubaceae. *In* Flora de Panamá. Woodson, R., ed. Missouri Botanical Garden 60:23-39.
- SPICHTER, R.; MEROZ, J.; LOIZEAU, P.A.; STUTZ DE ORTEGA, L. 1990. Contribución a la flora de la Amazonía Peruana; los árboles del Arboretum Jenaro Herrera. *Boissiera* 44: 1-565.
- STOLL, G. 1989. Protección natural de cultivos en las zonas tropicales. Weikersheim, Alemania, Editorial Margraf. 184 p.
- THOMAS, W.W. 1990. The american genera of Simaroubaceae and their distribution. *Acta Botánica Brasilica* 4(1):11-18.
- VOORHOEVE, A.G. 1967. Liberian high forest trees. *Belmontia* 1(8):354-362.

Distribución natural de *Quassia amara* en Costa Rica*

Róger Villalobos**

Quassia amara es un arbusto de 3 a 6 m de alto (Holdridge y Poveda 1975). En Talamanca, Costa Rica, Ling (1991) determinó promedios de 1,88 m de altura y 1,96 cm de diámetro a la altura del pecho (dap), con máximos de 6,5 m de altura y 6,16 cm de dap.

Aunque su presencia es común bajo el dosel del bosque, el aumento en los niveles de iluminación provoca un mayor crecimiento y floración, y en consecuencia, una abundante regeneración en claros del bosque y áreas disturbadas (Brown 1995).

La especie se encuentra desde los 18° de latitud, desde México hasta Ecuador (Brown 1995, Holdridge y Poveda 1975, Pérez 1990). Gentry (1993) la ubica hasta el norte de Colombia, y Porter (1973) hasta Brasil. Tanto este último autor como Thomas (1990) consideran difícil establecer el ámbito original de la especie dado su común cultivo como medicinal.

Las muestras de *Q. amara* en herbarios de Venezuela, Panamá, Costa Rica, Nicaragua y Honduras, del Missouri Botanical Garden (Brown 1995) y del Field Museum of Natural History de Chicago¹ provienen, en su mayoría, de localidades a menos de 300 msnm, y en algunos casos de 450-600 msnm. Brown (1995) menciona una muestra de Zelaya, Nicaragua a 800 msnm, y otra del volcán Maderas, Nicaragua entre 600-900 msnm.

En Talamanca, Ling (1991) la encontró en las partes altas de las filas montañosas, en bosque primario, tacotales, áreas de siembra y potreros. El mayor nivel de agregación se observó en ambientes de pie de monte, a la sombra del bosque secundario; sin embargo, hay individuos de mayor altura y dap en la fila de montañas, en áreas con gran penetración de luz. En todos los casos se observa capacidad natural de rebrote en la especie.

Si bien el ámbito de distribución en relación con requerimientos ecológicos ha sido poco estudiado, este puede ser una valiosa herramienta de manejo para proponer sistemas productivos más eficientes y viables para el agricultor. Por tal razón, este estudio pretende:

*Basado en:

VILLALOBOS S., 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.

**Proyecto Olafo, CATIE, Turrialba, Costa Rica

¹Burger, W. 1994. Muestras de *Q. amara* en el Field Museum of Natural History. Department of Botany, Chicago. Comunicación personal.

- Caracterizar la distribución de *Q. amara* en Costa Rica en relación con factores geofísicos y climáticos.
- Caracterizar ecológicamente poblaciones de *Q. amara* representativas de distintas condiciones ambientales, dentro de su ámbito de distribución, en Costa Rica.

Con el fin de determinar los factores condicionantes de la distribución de cuasia en Costa Rica, se analizaron tres niveles de información: los informes de presencia de cuasia existentes en la literatura y en los herbarios, la verificación y complementación de estos informes por medio de giras de campo y la caracterización, por medio de transectos de medición, de poblaciones representativas de los distintos ambientes donde cuasia se presenta.

DETERMINACIÓN DE LA DISTRIBUCIÓN NATURAL DE *Q. amara*

La ubicación de las localidades en cuanto a: zona de vida (Bolaños y Watson 1993), tipo climático (Herrera 1985), tipo de suelo (Pérez *et al.* 1978), tipo geológico (Sandoval *et al.* 1982) y ámbito de precipitación y pendiente promedio (base de datos del Centro de Cómputo del CATIE) se resume en el Cuadro 1. Estos datos no corresponden a un proceso sistemático de búsqueda, las proporciones no necesariamente revelan diferencias en la frecuencia de aparición de cuasia entre esos ambientes.

Poblaciones de cuasia documentadas

Influencia de factores climáticos

El Instituto Meteorológico Nacional de Costa Rica organiza los datos climáticos del país por regiones físico geográficas homogéneas: Valle Central, Pacífico Norte, Pacífico Sur, Atlántico y Subvertiente Norte. Los mayores valores de evapotranspiración potencial (ETP) se presentan en el Pacífico Norte, los menores en la región Atlántica en los primeros meses del año y en el Valle Central a partir del mes de mayo. El régimen Pacífico tiene un solo periodo de lluvias fuertes; en el Atlántico este patrón se traslapa con uno secundario. Las llanuras del Pacífico Norte y el Valle Central son más áridas que el promedio general del país, con una estación seca relativamente larga y promedios de precipitación altos en la época lluviosa. Los pisos montano y subalpino presentan también valores inferiores de precipitación, aunque la humedad relativa es similar (Hartshorn *et al.* 1982, Rojas 1985).

Las zonas de vida en donde se encuentra cuasia abarcan cerca de 50% del área del país (Boson 1978, Santander 1992). Resulta evidente una presencia importante de cuasia en el piso basal del bosque húmedo y muy húmedo tropical y sus transiciones, pero no en el piso premontano donde solo se reporta en la transición a basal del bhP.

Cuadro 1. Proporciones de las localidades donde se informa la presencia de *Q. amara* según categorías ambientales

Zona de vida	Número localidades	Porcentaje del total	Precipitación media (mm)	Número localidades	Porcentaje del total	Pendiente media	Número localidades	Porcentaje del total
bhP trbas	2	3,7	1500-2000	5	9,3	0-5	12	22,2
bhT	6	11,1	2001-2500	11	20,4	5-15	3	5,6
bhT trperh	1	1,9	2501-3000	8	14,8	15-30	9	16,7
bhT trprem	2	3,7	3001-3500	11	20,4	30-60	22	40,7
bhT trseco	2	3,7	3501-4500	12	22,2	>60	8	14,8
bmhP	1	1,9	4501-5500	6	11,1			
bmhP trbas	14	25,9	<1500	1	1,9			
bmhT	24	44,4						
bsT	2	3,7						
Tipo climático	Número localidades	Porcentaje del total	Tipo geológico	Número localidades	Porcentaje del total	Asociación de suelo	Número localidades	Porcentaje del total
A1	1	1,9	Kp (tu)	2	3,8	E5	2	4
A2	2	3,7	Kvs	4	7,7	I17/I33	1	2
B1	4	7,4	K (g)	1	1,9	I18/A1	1	2
B2	1	1,9	K (r)	1	1,9	I21/U3	2	4
B4	1	1,9	Qal	13	25,0	I23	2	4
C1	1	1,9	Qv2	1	1,9	I23/I33	1	2
D1	4	7,4	Qvi	1	1,9	I26	11	20
D2	4	7,4	Qvi (lhf)	2	3,8	I26/U4	1	2
D6	2	3,7	Qv (b)	4	7,7	I28/I2	1	2
D8	1	1,9	Qv (lhf) Tva	1	1,9	I31	2	4
E1	1	1,9	Tep (b)	3	5,8	I33	4	7
E2	5	9,3	Tm	1	1,9	I33/I17	1	2
E3	2	3,7	Tm (c)	1	1,9	I5/I17	2	4
F2	5	9,3	Tm (l)	4	7,7	M3/I26	1	2
F3	2	3,7	Tom (t)	1	1,9	M3/U4	2	4
F5	1	1,9	Tom (u)	1	1,9	M3/E5	1	2
G1	8	14,8	Tpq	3	5,8	U1	1	2
G2	7	13,0	Tpq (a)	1	1,9	U3/I22	2	4
G4	2	3,7	Tp (ch)	2	3,8	U4	4	7
			Tp (e)	1	1,9	U4/I16	1	2
			Tp (sk)	2	3,8	U4/I18	1	2
			Tvo (mv)	2	3,8	U4/I26	4	7
						U4/M3	6	11

Aunque la mayoría de las localidades se ubican en bosques húmedos o muy húmedos y una minoría en el bosque seco, la extensión de los primeros es mucho mayor en el país (Bosón 1978), lo que podría explicar este fenómeno. La especie parece ausente del bosque montano y montano bajo que cubren extensiones importantes del país (Bosón 1978), lo que sugiere que un factor de altitud relacionado con la temperatura (Holdridge 1987) limita la distribución de cuasia. La localidad de origen de mayor altitud de las muestras se ubica en Puriscal, cerca del cerro La Cangreja, a unos 500 msnm (Morales, CR 668).

Dado que la disminución de temperatura conforme aumenta la altitud en zonas tropicales es de solo unos 6°C por cada 1000 msnm (Sánchez 1981, MacArthur 1972), es probable que otro factor relacionado con la altitud, como la distribución de longitudes de onda de la radiación solar, la humedad o la velocidad del viento (Tromp 1980) afecte la distribución de cuasia, condicionando su capacidad competitiva.

Con base en la clasificación de regiones del país por tipos climáticos (Herrera 1985), un 31% de las localidades documentadas son de climas muy húmedos, 52% de climas húmedos, 11% de climas subhúmedos húmedos y 6% de climas subhúmedos secos. De manera coherente con el análisis de zonas de vida, cuasia, aunque poco representado, ocurre en los climas secos.

La ausencia de poblaciones de cuasia en climas pluviales puede indicar limitaciones en la distribución por drenaje, nubosidad u otros factores relacionados con una precipitación elevada. Por otra parte, no hay observaciones sobre localidades en provincias térmicas frías o templadas, lo que reafirma la limitante térmica antes sugerida.

Considerando los promedios de precipitación de las áreas donde se ubican las localidades con cuasia (Cuadro 1), el 78% provienen de lugares con precipitación entre 2000 y 4500 mm anuales. El efecto de la precipitación sobre la especie puede explicar su aparente ausencia en el norte de la costa Atlántica.

El análisis frecuencial de lluvias (Barrantes *et al.* 1985, Herrera 1985, Instituto Meteorológico 1988, Rojas 1985) muestra que la disminución de la precipitación en los meses de enero a abril es menos marcada al moverse del Atlántico sur hacia el norte, llegando a ser mínima en Barra del Colorado, donde a diferencia de la costa Pacífica, no hay una estación seca y las precipitaciones son más altas que en el resto de las costas del país.

El sector de la costa Atlántica que presenta un mayor descenso de precipitación es el de Baja Talamanca en su extremo sur (Herrera 1985, Barrantes *et al.* 1985), único en la costa Atlántica donde, según la información recopilada, existen poblaciones naturales de cuasia.

Los promedios de brillo solar (Barrantes *et al.* 1985), en forma opuesta a la precipitación, son menores en el norte de la costa Atlántica que en casi toda la costa Pacífica, la que a su vez presenta un gradiente de brillo solar, mayor en el norte. El brillo solar mide la disponibilidad de luz en términos de duración de la radiación en horas y es sinónimo de cielo despejado (Chacón 1985, Heuveldop *et al.* 1986).

Si bien se ha informado de la presencia de cuasia en la península de Osa, en el Parque Nacional Corcovado, donde las precipitaciones y brillos solares medios se asemejan a los de Barra del Colorado, debe tomarse en cuenta que en esta península hay una época seca definida y que la topografía es más irregular que en el sector de Barra del Colorado (Hartshorn *et al.* 1982).

El crecimiento y la regeneración de *Q. amara* son estimulados por la exposición a la luz (Brown 1995); entonces, la disponibilidad de brillo solar, sin limitaciones de humedad en el suelo o de drenaje, han propiciado el desarrollo de poblaciones.

La altitud es el principal factor limitante de la distribución geográfica de *Q. amara* en Costa Rica. Esto no necesariamente significa que la especie no se pueda establecer de manera artificial por encima de los 500 msnm, ya que en la distribución natural pueden intervenir factores de competencia, pero la adaptación a tales altitudes debe evaluarse considerando que estaría fuera de su ámbito natural.

Influencia de factores geofísicos

Existen localidades con cuasia en todas las categorías que conforman el mapa de áreas de pendiente promedio de Costa Rica. Aunque un 40% de las muestras provienen de áreas con pendientes entre 30 y 60%, debe considerarse que muchos de los sectores boscosos que aún sobreviven son precisamente los que se ubican en topografías accidentadas; una aparente disminución de las muestras representativas de áreas con pendientes mayores a 60% puede relacionarse con que estas corresponden a sitios de mayor altitud.

Las localidades clasificadas por grupos geológicos, según la simbología de Sandoval *et al.* (1982), representan un ámbito amplio de condiciones (Cuadro 1). Hay poblaciones de la especie en suelos sedimentarios y volcánicos, aunque no intrusivos (que son poco frecuentes); en formaciones del periodo cuaternario, terciario y en menor grado del cretácico (representativo del Pacífico seco), y en formaciones volcánicas de distintos periodos de origen.

La formación más representada es la de depósitos fluviales, coluviales y costeros recientes de origen cuaternario, lo cual puede relacionarse con su afinidad por los climas costeros.

La clasificación por asociaciones de subgrupos de suelo (Cuadro 1) sigue la propuesta de Pérez *et al.* (1978). La asignación de un tipo de suelo a cada localidad no necesariamente es exacta, pues una población puede ubicarse en un suelo excepcional dentro de su área.

En general, las localidades de cuasia documentadas están en suelos generalmente poco profundos y con baja saturación de bases. Sin embargo, ese es el tipo de suelo donde resulta más factible encontrar sectores boscosos en el país, por lo que no necesariamente representa un requerimiento de la especie. Por otra parte, los suelos poco profundos de condiciones montañosas pueden coincidir con las condiciones de luz que, como se mencionó antes, facilitan la regeneración de cuasia. Es posible que en suelos más profundos y fértiles, cuasia con su lento crecimiento bajo el dosel, resulte desplazada por la competencia.

La proporción de localidades asignadas a inceptisoles y ultisoles se explica por la importancia proporcional de estos grupos en el país, que ocupan respectivamente el primer y segundo lugar (38,6 y 21,0%) del total de suelos (Bertsch *et al.* 1993). Solo un 4% de las localidades (las asignadas a I5), representan al tercer grupo de suelos, el de los volcánicos o andepts (Sánchez 1981), probablemente porque estos suelos se ubican en sectores de mayor altitud (Vásquez 1983).

El proceso de formación de suelos depende de factores topográficos y climáticos, que parecen ser los principales condicionadores de la distribución de la especie. El ámbito de asociaciones (Cuadro 1) no muestra una tendencia destacable en cuanto a requerimientos de la especie por determinado tipo de suelo, paisaje topográfico o composición química del suelo.

Observaciones de campo

Con base en la información recolectada, se realizaron giras a diferentes regiones del país para identificar el máximo posible de poblaciones de cuasia y determinar cualitativamente su estado general, facilidad de acceso, tipo de ecosistema y límites aparentes.

Región Atlántica

El principal parche de cuasia en esta zona está ubicado en la Reserva Indígena de Kéköldi, en Talamanca, junto al poblado costero de Puerto Viejo, cerca de la frontera con Panamá. Además de este grupo, se localizaron arbustos aislados al sur del valle de La Estrella y en Shiroles, valle de Talamanca. No se encontraron individuos en otros sectores de la fila costera, ni siquiera entre La Estrella y Kéköldi, ni en el resto de la costa Atlántica.

Dentro del área con mayor disponibilidad de brillo solar y mejores condiciones de drenaje, que posibilitan la presencia de cuasia, las actividades agrícolas han propiciado la existencia de parches densos de cuasia con aglomeraciones en áreas topográficamente más expuestas, en el extremo sur de la costa Atlántica.

Subvertiente Norte

Según la información de los herbarios y la brindada por personal del proyecto COSEFORMA (Cooperación en los Sectores Forestal y Maderero, Convenio Costarricense-Alemán), es factible encontrar cuasia en toda la llanura de San Carlos, que abarca la región por debajo de los 500 msnm desde el río Pocosol hasta el río Sarapiquí.

Aunque el arbusto es conocido en la zona, su presencia no es generalizada sino que los grupos de individuos se encuentran en forma puntual y aislada, y suelen ser ubicados por los cazadores, quienes realizan amplios recorridos en el bosque y resultaron ser los informadores más confiables.

Las condiciones de precipitación, altitud y en menor grado brillo solar en esta región son propicias para el desarrollo de poblaciones de cuasia; sin embargo, la existencia de parches es probablemente limitada por la formación de aperturas en el dosel y la presencia aleatoria de arbustos adultos, determinada por los agentes dispersores de semilla.

No es común en la región el uso de prácticas agrícolas que permitan la sobrevivencia de individuos adultos y la regeneración de rodales de cuasia, como sucede en la Reserva Indígena de Kéköldi, lo cual limita la existencia de agrupaciones densas a algunos tacotales y áreas intervenidas en los bosques remanentes.

Pacífico Norte

Se encontraron grupos de cuasia en el bosque de galería de algunos ríos y quebradas, de extensión y densidad superiores a los observados en bosques húmedos; las dimensiones de los individuos parecen menores y no crecen en áreas de potrero o charral cercanas al río, aunque sí en tacotales correspondientes a disturbaciones del bosque de galería. Es probable que estos microclimas representen una combinación de factores ideal para la regeneración y crecimiento de la especie, con un buen drenaje, sin limitaciones ni excesos constantes de humedad en el suelo y con una alta disponibilidad de luz, debido al clima de la zona, lo poco extenso del bosque y su composición florística.

Parches densos y extensos de cuasia en esta región pueden estar aislados entre sí y aún a distancias de muchos kilómetros. Sin embargo, no se conoce de la existencia de cuasia en el Parque Nacional Santa Rosa, el más grande del Pacífico Seco, con 21731 ha, ni en el Parque Nacional Lomas de Barbudal¹.

Es probable que la aparente ausencia de la especie en grandes extensiones del Pacífico Seco se relacione con la escasez de condiciones adecuadas para su establecimiento, en cuanto a presencia de bosque o de un mínimo de humedad disponible en el suelo durante todo el año. Desde principios de este siglo, Pittier (1978) describe a cuasia como "bastante escaso en los bosques de la tierra caliente del Pacífico".

Pacífico Central y Sur

Se determinó la presencia de cuasia en la zona de transición entre el Pacífico seco y el lluvioso, en los sectores de Orotina y la Reserva Biológica Carara, cercana a la costa; en esta última la presencia se restringe al sector de lomas en condiciones de bosque secundario. Al norte de Carara, en la Reserva Forestal Cerros de Turrubares, con bosques secundarios extensos, se encuentran agrupaciones de arbustos, algunos de gran tamaño, aisladas entre sí y con densidades y dimensiones variadas.

¹Alfaro, S. 1995. Presencia de *Q. amara* en Lomas de Barbudal. Heredia, C.R., INBio. Comunicación personal.

La localidad natural de cuasia de mayor altitud, según la información de los herbarios, está cerca del cerro La Cangreja en Puriscal; ahí se observaron arbustos hasta unos 350 msnm. Entre esta región y el poblado de Parrita, en el Pacífico Sur, se observaron pequeños grupos aislados de arbustos, aún en áreas de pastizal.

En el resto de las filas montañosas del Pacífico Sur, paralelas a la costa, hasta antes de los manglares de Sierpe junto a la península de Osa, se encontraron arbustos en grupos de 4 ó 5, aislados, o dispersos en unos pocos cientos de metros, tanto en áreas de potrero como en pequeños bosques secundarios, hasta 300 msnm. En varias ocasiones se hicieron inspecciones al azar en grandes áreas de bosque o potrero, y en general no se encontraron individuos de cuasia; pero al conversar con agricultores, estos generalmente guiaron hasta grupos o individuos específicos. Esto confirma la impresión de que cuasia se presenta en forma aislada, aún a distancias de varios kilómetros.

En ningún caso se observaron parches con las dimensiones o las densidades observadas en Guanacaste, o las descritas por Ling (1995) para Kéköldi. El único grupo localizado en la llanura costera a unos 3 msnm presentó una mayor densidad y volumen, que podría ser producto de la mayor fertilidad del suelo aluvial, sumado a la provisión de agua de una asequia cercana, la cual podría amortiguar el efecto de la época seca.

La península de Osa, en el extremo sur del país, es importante por conservar una de las mayores áreas con cobertura de bosque. La información recolectada y los recorridos realizados indican que la especie se encuentra dispersa, como individuos aislados en el bosque primario o grupos pequeños poco densos en lomas y laderas; es poco frecuente en la faja costera al sur de la península, a menudo pantanosa y con un promedio anual de precipitación de 5500 mm o más (Barrantes *et al.* 1985).

Lo observado en el Pacífico Sur sugiere condiciones más adecuadas para la regeneración de *Q. amara* y la formación de parches en el bosque secundario. Los parches constan de una mayoría de arbustos pequeños, y uno o más de grandes dimensiones que probablemente originaron el parche. Aunque se pueden encontrar individuos de grandes dimensiones en el bosque primario, estos a menudo son aislados, o las agrupaciones pequeñas, probablemente por las limitaciones de luz para estimular la floración (Brown 1995).

TRANSECTOS DE MEDICIÓN

La metodología de muestreo se deriva de la empleada por CATIE para el inventario de cuasia en la Reserva Indígena Kéköldi, Talamanca, en el Atlántico Sur de Costa Rica (Marmillod *et al.* 1995). Se basa en el uso de parcelas circulares, a lo largo de un transecto que atraviesa la población muestreada en el sentido de un gradiente ambiental de interés, cuyo diámetro y distanciamiento varía en función de la densidad del punto de muestreo, para lograr un estudio detallado de las condiciones microambientales relacionadas con los aglomerados y evitar un exceso de individuos medidos sin disminuir el número de puntos de muestreo.

Las normas para decidir el tamaño de las parcelas y la distancia de avance entre estas dentro del transecto fueron: 1) si el número de arbustos con más de 50 cm de altura (arb) en la parcela era mayor a 5 arb/10 m², la parcela fue de 10 m² y el avance de 8 m; 2) si había menos de 6 arb/10 m² pero más de 6 arb/50 m², la parcela fue de 50 m² y el avance de 12 m; 3) si había menos de 6 arb/50 m² pero más de 6 arb/100 m², la parcela fue de 100 m² y el avance de 12 m, y 4) si había menos de 6 arb/100 m², la parcela fue de 100 m² y el avance de 25 m. La longitud de cada transecto fue de 1 km, a no ser que previamente se completara una muestra total de al menos 300 individuos.

Se identificaron sectores de muestreo representativos en la Subvertiente Norte, las regiones físico geográficas del Pacífico y las áreas de transición, comparándolas con la información aportada por Ling (1995) y Marmillod *et al.* (1995) para la costa Atlántica. Los sectores donde se realizaron transectos de medición, ordenados y codificados por su ubicación geográfica aparecen en el Cuadro 2 y la Fig. 1.

El sector 1 se ubicó cerca del río San Juan, en la frontera norte. El transecto 2.1, en la base norte del volcán Orosi, en el bosque de galería del río Mena, el cual discurre entre plantaciones de naranja y potreros abandonados 15 años atrás. En algunos tramos con alta densidad de cuasia, se avanzó 100 m entre parcelas, para cubrir el máximo ámbito de altitudes. El transecto se concluyó a 450 msnm, después de recorrer varias parcelas sin cuasia y verificar su ausencia unos 150 m alrededor de la última parcela.

El transecto 3.1 en el Área de Conservación Guanacaste se ubicó en la confluencia de los ríos Ánimas y La Leona, continuando en la margen oriental del segundo; se inició en el bosque de galería hasta terminar en el bosque secundario de sabana.

Cuadro 2. Sectores donde se realizaron transectos de medición de *Quassia amara*

Sector	Identificación	Región	Localidad físico geográfica	Nº de transectos	Zona de vida*
1	Chachalaca	Subvertiente Norte	Boca de San Carlos	2	bmhT
2	Santa Cecilia	...transición...	La Cruz, Guanacaste	1	bmhT trP, bmhP
3	Agua Buena	Pacífico Norte	La Cruz, Guanacaste	1	bhP trb
4	La Pacífica	Pacífico Norte	Cañas, Guanacaste	4	bst
5	Surtubal	...transición...	Turrubares	3	bmhP trb, bmhP
6	Matapalo	Pacífico húmedo	Savegre, Aguirre	1	bmhT
7	San Andrés	Pacífico húmedo	Savegre, Aguirre	2	bmhT
8	Barú	Pacífico húmedo	Savegre, Aguirre	3	bmhT

*Según Bolaños y Watson (1993)



Fig 1. Regiones físico-geográficas de Costa Rica y sitios donde se ubicaron los transectos

El transecto 4.1, en una de las áreas menos lluviosas del país (Barrantes *et al.* 1985), se inició en la confluencia de los ríos Magdalena y Corobicí, en el bosque de galería rodeado de potreros. Los transectos 4.2, 4.3 y 4.4. son transversales al 4.1., desde la orilla del cauce hasta los sectores de potrero o charral.

El sector 5, entre el Pacífico seco y el lluvioso, en la Zona Protectora Cerro de Turrubares constó de tres transectos en bosques secundarios de las lomas cercanas al cerro Turrubares.

En el Pacífico lluvioso, en Saavegre de Quepos, se ubicaron los sectores 6, 7 y 8 en tres condiciones de altitud (3, 135 y 240 msnm) y topografía de una misma área. El sector 6 es un bosque de 1 ha, de los pocos que quedan en la llanura cercana al mar, junto a una asequia de drenaje entre un arrozal y un potrero. El sector 7 se ubicó en la parte más alta de la fila San Andrés, paralela a la costa, y el 8 en una fila costera de altitud intermedia.

Se caracterizó altitud, pendiente, tipo de formación vegetal según estado sucesional (Finegan 1984), topografía (en términos del nivel de exposición a la luz de la vegetación), altura del dosel y nivel de iluminación de las parcelas (adaptando el índice de iluminación ideado por Clark y Clark 1992), diámetro basal ($d_{0.3}$ en cm), altura (h en cm), área basal (G en cm^2) y densidad (N, arb/100 m^2), medios de los individuos, así como la biomasa seca total (kg/100 m^2).

Densidad de poblaciones de *Quassia amara*

Localmente y en superficies de 100 m^2 cuasia puede presentar altas densidades. Las parcelas más densas se observaron en Santa Cecilia y Surtubal, con hasta 14 000 arb/ha. En Agua Buena y La Pacífica, Pacífico Norte, las mayores densidades fueron de 12 000 y 7000 arb/ha respectivamente, y en La Chachalaca, Subvertiente Norte, de 6000 arb/ha. En el Pacífico Sur las densidades máximas fueron muy inferiores: 1800 arb/ha en Matapalo, 700 arb/ha en Barú y 600 arb/ha en San Andrés.

En la Reserva Indígena de Kéköldi, en el Atlántico Sur, las áreas con mayor densidad de cuasia incluyen unos 5000 arb/ha (Ling 1995).

En el Cuadro 3 se muestra el número total de parcelas evaluadas en cada sector, el porcentaje de las mismas donde el arbusto está presente (como indicador de frecuencia) y la densidad media para aquellas parcelas con presencia de cuasia. La frecuencia, cuyo significado depende del método de medición empleado (Greig-Smith 1983), debe analizarse aquí con precaución. En primer término, la ubicación de los transectos en cada sector se fijó después de tener absoluta certeza de la presencia de cuasia en el lugar; o sea que este valor de frecuencia no es un indicador de la presencia de cuasia en la región. Luego, de acuerdo con la metodología, el número de parcelas es mayor a medida que aumenta la densidad de cuasia, por lo que la frecuencia tiende a tomar valores elevados si existen parches de alguna extensión en el transecto y resalta este tipo de distribución espacial.

Cuadro 3. Promedios para las variables de frecuencia y densidad de *Quassia amara* en cada uno de los sectores muestreados

Sector	Identificación	Parcelas			Promedio y desviación típica de la densidad * (N/100 m)	
		Totales	Con cuasia		\bar{x}	s
			Total	%		
1	Chachalaca	87	26	30	8	12
2	Santa Cecilia	56	49	88	28	31
3	Agua Buena	43	35	81	21	24
4	La Pacífica	58	46	79	27	21
5	Surtubal	86	41	48	26	38
6	Matapalo	13	13	100	7	5
7	San Andrés	86	24	28	2	1
8	Barú	85	21	25	2	2

*Calculada para el subconjunto de parcelas con presencia de cuasia

Los mayores valores de frecuencia se observaron en el Pacífico Norte (sectores 2, 3 y 4). El sector 6 corresponde a un pequeño rodal de cuasia, denso y con diámetros altos, con el que se pretende representar el potencial de crecimiento del sector pero no constituye un indicador de distribución, dado el reducido tamaño del bosque.

Las densidades medias, que representan las agrupaciones y no un comportamiento regional, muestran una tendencia similar a las frecuencias: los sectores del Pacífico Norte (2, 3 y 4) tienen las mayores densidades junto con Surtubal. El sector 1, en la Subvertiente Norte, y los sectores del Pacífico Sur (6, 7 y 8) presentan densidades menores. En el Atlántico, en Kéköldi, las densidades medias dentro de las agrupaciones varían entre 3 y 9 arb/100 m² (Ling 1995).

Estos resultados muestran una tendencia clara de parches más densos y extensos en el Pacífico Norte y Central, y parches pequeños y menos densos al bajar por la Costa Pacífica hacia el sur o al moverse hacia el sureste, por la Subvertiente Norte y la Atlántica. Para explicar este comportamiento se consideran tres aspectos básicos: disponibilidad de agua, disponibilidad de luz e historia de los bosques en relación con la intervención humana.

Disponibilidad de agua

En el Pacífico Norte, donde se da la época seca más marcada del país, la especie se presenta exclusivamente en el bosque de galería, cuyos suelos tienen menores limitaciones de humedad. En Kéköldi, una región con precipitaciones mayores y bien distribuidas a lo largo del año, la especie prácticamente no se encuentra en el fondo de los valles sino en las cimas, los sitios localmente mejor drenados (Ling 1995).

Los sectores con mayor precipitación media (6, 7 y 8, en el Pacífico Sur) presentan las menores frecuencias y densidades. Como se indicó, en las zonas bajas de mayor precipitación del país (Barra del Colorado y península de Osa), la especie está ausente o es poco frecuente.

Este contexto sugiere que cuasia requiere de un nivel mínimo de disponibilidad de agua en el suelo, a lo largo del año, por debajo del cual no puede desarrollarse; sugiere además, que en lugares de abundante precipitación, la especie requiere de suelos bien drenados. Sin embargo, en estos sitios los suelos drenados suelen coincidir con una mayor disponibilidad de luz; el análisis de la interacción entre ambos factores requeriría un estudio adicional.

Disponibilidad de luz

Los valores anuales de brillo solar aumentan al moverse del Pacífico Sur (sectores 6, 7 y 8) al Pacífico Norte (sectores 2, 3 y 4); los valores en esta última región superan también los de la Subvertiente Norte (sector 1) y los de la costa Atlántica. Adicionalmente, la curva anual de luz es menos regular bajo doseles caducifolios (Braun 1979), por lo que las poblaciones del Pacífico seco, además de crecer en la región con más brillo solar, son influenciadas por la mayor disponibilidad de luz que se deriva del patrón fenológico predominante en el bosque (especies sin hojas durante la estación seca).

Considerando los estudios de distribución en Kéköldi (Ling 1995), según los cuales la especie presenta mayores densidades en sitios topográficamente más expuestos a la luz, las tendencias observadas en el Cuadro 3 pueden relacionarse con la disponibilidad de luz durante la historia de cada sector.

La capacidad de un individuo determinado de florecer, fructificar y producir una regeneración abundante, sin limitaciones de humedad, es mayor en la medida en que reciba la luz del sol (Brown 1995). Las posibilidades de recibir un número alto de horas luz durante la madurez son mayores para los individuos de los sectores Pacífico Norte y Central (2, 3, 4 y 5), y con ello aumenta la posibilidad de contribuir a la formación de grandes agrupaciones de cuasia.

Historia de uso de los bosques

Los sectores evaluados en Guanacaste, con las mayores frecuencias y densidades de cuasia, corresponden a bosques secundarios de galería o áreas de protección de cuencas de ríos con niveles elevados de intervención humana y parcelas frecuentemente cercanas a potreros o plantaciones. Los bosques de Surtubal (sector 5), aunque más extensos que los anteriores, conforman una etapa avanzada de una sucesión secundaria.

A la deforestación de los sectores 2, 3, 4 y 5 sobrevivieron pequeños grupos o individuos adultos aislados, que posteriormente contaron con ambientes sin limitaciones importantes de humedad y con una alta disponibilidad de luz; esto promovió su floración intensa durante uno o más años y permitió el establecimiento de rodales durante la regeneración posterior de los bosques, base de las poblaciones actuales.

La Chachalaca (sector 1), en condiciones de precipitación y brillo solar similares a las de Surtubal, es un bosque primario con mínima o ninguna intervención, por lo que las pequeñas agrupaciones que conforman el parche de cuasia evaluado son el producto de aperturas aleatorias del dosel, debidas a la dinámica del bosque, las cuales ocasionalmente coinciden con la presencia de un arbusto de cuasia y permiten su floración.

Las bajas densidades y frecuencias en los sectores 7 y 8 pueden estar relacionadas con los niveles de intervención, menores que los ocurridos antiguamente en el sector 5, que junto con el menor brillo solar del Pacífico Sur respecto al Norte, conllevan a una menor posibilidad de exposición a la luz para los individuos adultos, y con ello a una menor regeneración. Por otra parte, la presencia de pendientes excesivas en los sectores 7 y 8 podría dificultar el establecimiento exitoso de individuos debido a la escorrentía (que produce pérdida de semillas) o condiciones superficiales de los suelos (poca fertilidad).

En resumen, la interacción entre el contenido de humedad del suelo, la disponibilidad de luz en función del clima, la posibilidad de exposición de los individuos adultos a la luz solar directa, en función de la dinámica natural del bosque, la composición de la vegetación y las actividades del hombre determinaría, dentro del ámbito geográfico donde la especie está presente, la ubicación de aglomerados y la densidad de los mismos en un momento dado.

Patrón de distribución dentro de las poblaciones

El nivel de aleatoridad, o tipo de distribución atribuido a una especie que forma parches densos, puede depender del tamaño y forma de las parcelas empleadas (Greig-Smith 1983). La unidad básica de muestreo en este trabajo fue de 100 m². Solo se disminuyó el tamaño de la parcela en presencia de altas densidades, lo cual permitió obtener un número adecuado de mediciones para el cálculo de promedios dasométricos.

Q. amara muestra un comportamiento de agregación a nivel macro y micro ambiental. Mientras que en el Pacífico Seco es reducida la disponibilidad de nichos para el desarrollo de parches de la especie, en la Subvertiente Norte o en la península de Osa sucede lo contrario: sin embargo, pueden haber kilómetros de separación entre parches. Brown (1995), con base en la metodología de punto de cuadrante central, determinó un patrón de distribución aleatorio dentro de los parches de cuasia, al menos dentro de un ámbito de media hectárea, y sugiere un patrón de agregación a escalas mayores, con parches de 5 a 300 ha, más densos en su parte central.

Las observaciones del presente trabajo no dan evidencia de la existencia de parches de más de 100 ha en Costa Rica. Ling (1995) describió tendencias de agregación y grandes sectores carentes de la especie, dentro del parche de 100 ha que conforma la población de Kéköldi. La definición de parche, lo mismo que el carácter de homogeneidad del área con base en la cual se determinan los niveles de agregación de una especie (Matteucci y Colma 1982) son, entonces, subjetivos.

Para determinar los niveles de agregación dentro de los parches estudiados se analizaron las densidades promedio sobre 100 m² de todas las parcelas incluidas en ámbitos de 50 m del transecto.

La población estudiada en el bosque primario de La Chachalaca presenta continuidad en el sentido de una faja horizontal, entre 70 y 100 msnm, en las faldas del Cerro El Jardín; el parche desaparece al ascender hacia el cerro. En sus dos transectos se observa un nivel importante de agregación dentro del parche: dos aglomerados en el transecto 1.1 y cuatro aglomerados principales en el 1.2. Un parche de cuasia como este puede originarse a partir de individuos adultos, aleatoriamente ubicados por agentes dispersores de semilla, que en un momento favorable de la dinámica del bosque producen regeneración. La ubicación de aglomerados a lo largo de la pendiente parece de origen aleatorio, mientras que las agrupaciones de arbustos del transecto 1.2 parecen coincidir con las lomas perpendiculares a la fila principal, en respuesta a la mayor disponibilidad de luz en esos sitios.

En el bosque secundario de Santa Cecilia, el parche, aunque muy denso en la parte baja del bosque de galería (300 msnm), muestra al menos dos aglomerados y luego disminuye drásticamente a partir de 350 msnm conforme avanza quebrada arriba, hasta desaparecer a 455 msnm. La ubicación de los aglomerados puede ser de origen aleatorio. Este es un sector de transición, debido al paso de vientos cargados de humedad desde el Atlántico y a su posición intermedia entre las llanuras húmedas de la Subvertiente Norte y las llanuras poco lluviosas del Pacífico Norte. Por lo tanto, es posible que conforme se asciende por la falda del volcán Orosi se den cambios microambientales marcados, particularmente mayor nubosidad y menor temperatura, que hacen menos probable la regeneración de cuasia por limitaciones de luz y disminuyen su capacidad competitiva en distancias relativamente cortas.

Aunque el promedio de densidad del transecto 2.1 (28 arb/100 m²), no supera el de los transectos 4.1 y 5.3 (33 y 32 arb/100 m²), debido a la baja densidad en la parte de mayor altitud, estas son superiores en la parte inicial (65 arb/100 m²) formada por bosques secundarios de galería muy jóvenes, algunos en la segunda fase de la sucesión (Finegan 1984), y de reducidas dimensiones debido a la antigua actividad ganadera. Al ascender hacia el volcán el bosque aumenta de tamaño, con lo que disminuye la disponibilidad de luz.

En el bosque de galería de Agua Buena, menos disturbado y con áreas de tipo primario, las densidades son menores; aunque el parche es más homogéneo que en otros sectores es clara la existencia de aglomerados, probablemente en función de la disponibilidad aleatoria de progenitores y condiciones propicias para la regeneración. El parche desaparece dentro del bosque de sabana al aumentar la altitud y alejarse del nivel de agua del río.

Si se acepta que el bosque de Agua Buena tiene un nivel de disturbación intermedio entre el de Santa Cecilia y La Chachalaca puede esperarse que, para un parche antiguo de *Q. amara*, los niveles de densidad y continuidad de la agrupación sean mayores en la medida en que el bosque haya sido disturbado años atrás, facilitando con ello la regeneración.

En La Pacífica, donde las densidades son también altas, se diferencian dos aglomerados principales a lo largo del transecto 4.1, cuya separación parece relacionarse con un leve aumento de altitud y distanciamiento del manto freático o con la existencia de "entradas" del ganado hacia el río que dañarían los arbustos.

Los transectos de los bosques secundarios de Surtubal, aunque muestran densidades altas, describen parches reducidos y aislados. Aparte de la limitación de brillo solar en el sur de la costa Pacífica, debe considerarse que en Surtubal el bosque está en un estado sucesional más avanzado que en Santa Cecilia y es más extenso y uniforme, por lo que la disponibilidad de condiciones propicias para la regeneración puede resultar menor ahí.

Es probable que a lo largo de la sucesión (sin perturbaciones por el hombre), los niveles de agregación y densidades de cuasia en Santa Cecilia se asemejen a las observadas en Agua Buena, Surtubal y La Chachalaca, aunque con las diferencias que pueda provocar el macroclima y otros factores.

En los transectos de Saavegre se observaron densidades menores y un comportamiento de agregados característico de la especie en el Pacífico Sur. Mientras que en San Andrés la población se concentra en la ladera, en Barú el parche se da en la parte superior de la fila costera y desaparece al alejarse hacia el norte. Esta diferencia puede deberse a la ubicación aleatoria de los progenitores del parche y a las pendientes, mucho mayores en la cima de la fila San Andrés, que pueden hacer más viable la acumulación y germinación exitosa de semillas de cuasia en sitios intermedios de la ladera.

La agregación que a nivel regional condiciona la formación de parches o agrupaciones aisladas de cuasia puede ser de origen aleatorio, condicionada por la actividad de los agentes dispersores de semilla o por la disponibilidad de niveles adecuados de humedad en el suelo: cercanía de ríos en lugares con época seca prolongada, o sitios con buen drenaje en lugares muy lluviosos. En menor escala, se da otro nivel de agregación en la formación de aglomerados de densidades y dimensiones variadas: la interacción entre condiciones climáticas, como la precipitación y la disponibilidad de luz, y factores microambientales que varían en el tiempo y el espacio.

Características dasométricas de poblaciones de *Quassia amara*

Los valores promedio de densidad y variables dasométricas fueron calculados tomando en cuenta solo las parcelas con cuasia (Cuadro 4). Aunque hay mayores valores de área basal (G) en los sectores del Pacífico Norte y Central (2, 3, 4 y 5), la diferencia respecto de los demás sectores no corresponde a la densidad.

Cuadro 4. Variables dasométricas (promedio, \bar{x} y desviación típica (s) de *Quassia amara* en los sectores muestreados

Sector	Identificación	N/100 m ²		Variables calculadas por cada 100 m ^{2*}									
				G		Biomasa		d _{0,3}		h		Ejes/árbol	
				\bar{x}	s	\bar{x}	s	\bar{x}	s	\bar{x}	s	\bar{x}	s
1	Chachalaca	8	12	90	201	15,3	35,4	3,1	1,7	2,9	1,2	1,1	0,3
2	Santa Cecilia	28	31	98	96	10,6	10,4	2,3	0,7	2,5	0,6	1,5	1,0
3	Agua Buena	21	24	140	197	22,6	38,1	2,6	1,0	1,9	0,4	1,3	0,4
4	La Pacífica	27	21	225	236	27,5	32,9	3,1	1,2	2,3	0,4	2,2	0,9
5	Surtubal	26	38	207	485	30,7	82,5	2,4	1,4	2,4	0,8	1,6	1,1
6	Matapalo	7	5	111	49	20,2	10,0	5,0	2,0	3,4	1,3	1,3	0,4
7	San Andrés	2	1	22	29	3,7	6,1	3,1	1,7	2,6	1,3	1,2	0,4
8	Barú	2	2	15	26	2,6	5,2	2,3	1,7	2,3	1,4	1,0	0,1

*Calculadas para el subconjunto de parcelas con presencia de cuasia

Brown (1995) estimó áreas basales de 264 y 207 cm²/ha en Kéköldi y La Pacífica. Si bien el sitio estudiado por Brown en La Pacífica no coincide con el del presente estudio, llaman la atención las diferencias en cuanto a la magnitud de los valores, pues el transecto con el menor promedio de área basal en La Pacífica presenta 1,29 m²/ha, 60 veces el valor estimado por Brown. El diseño usado por Brown fue una parcela de un cuarto de hectárea por sitio, con la metodología de punto de cuadrante central, considerando 20 puntos por parcela para obtener la muestra. Evidentemente la misma es mucho menor que la considerada en este estudio; por otra parte, Carmona (1981) advierte que la técnica de punto de cuadrante central tiende a subestimar poblaciones agrupadas como las mencionadas.

Aunque el promedio de área basal para el bosque primario de La Chachalaca fue de 9 cm²/100 m², el transecto 1.1 presentó un valor de 221 cm²/100 m², con una densidad de solo 17 arb/100 m², lo que demuestra la presencia de individuos de mayores dimensiones. Una tendencia similar ocurre en el transecto 5.1 del bosque secundario de Surtubal, con una densidad de 23 arb/100 m² y un valor de 238 cm²/100 m². Es decir, que en los sectores 1, 5 y 6 hay una contribución importante de individuos con grandes dimensiones al valor de área basal, tendencia confirmada por los valores relativamente altos de biomasa.

Los parches de Guanacaste los conforman, en general, altas densidades de individuos jóvenes y dimensiones reducidas, particularmente en el sector 2; es decir, que se trata de rodales relativamente jóvenes provocados por condiciones favorables a la regeneración. En sitios menos disturbados, como La Chachalaca y los sectores del Pacífico Sur, se dan densidades menores pero individuos de mayores dimensiones y edad.

La presencia de grupos viejos de cuasia en Surtubal, Pacífico Central con su historia de bosque secundario de gran regeneración, produjo poblaciones de alta densidad y grandes dimensiones, lo cual se refleja en el alto valor de biomasa.

En los sectores 7 y 8, las bajas densidades causadas por las condiciones de luminosidad e historia de los bosques originan bajas existencias de biomasa, pese a que en el primero se obtuvo un $d_{0.3}$ similar al de los sectores 1 y 4. El sector 6 presentó un valor alto de biomasa debido principalmente a las dimensiones de los arbustos, que mostraron el mayor $d_{0.3}$ medio, lo cual confirma la importancia del tamaño de los individuos como determinante de la biomasa disponible.

Los altos valores de desviación típica, tanto del área basal como de la biomasa, confirman la heterogeneidad del patrón de distribución dentro de los parches de cuasia. Los valores de altura y $d_{0.3}$ presentan desviaciones relativamente menores; estas variables pueden ser buenos indicadores del nivel de disturbación de las poblaciones en los últimos años y de la disponibilidad de recursos para el crecimiento; es decir, de la posibilidad de un individuo de alcanzar grandes dimensiones. Las mayores dimensiones promedio se presentaron en los sectores 6 y 1, o sea los que presentan poblaciones de cuasia poco disturbadas.

La mayor variación en altura de los sectores 7 y 8 puede deberse a la topografía muy quebrada y probablemente mayor diversidad de microambientes.

El número promedio de ejes por individuo de cuasia es uno de los mejores indicadores de intervención humana (Ling 1995), debido a los machetazos de los transeúntes o al maltrato provocado por el ganado. La Pacífica en la actualidad funciona como reserva privada, pero es básicamente una finca ganadera bastante transitada por turistas y peones y cercana a un centro de población; de allí el elevado número de ejes por individuo, que además son maltratados por las crecientes del río en la época lluviosa (Cuadro 4). El sector Surtubal, áreas privadas de bosque secundario donde es frecuente la cacería y con antecedentes de saqueo de cuasia, y Santa Cecilia, bosque secundario de protección de quebradas y hasta hace unos años rodeado de potreros, presentan también un buen número de ejes por arbusto. Agua Buena, antigua finca ganadera alejada de centros de población y actual parque nacional de acceso restringido, presenta un número de ejes inferior junto con Matapalo, bosque protegido por su propietario. Los sectores restantes son áreas poco transitadas por humanos, ya sea por su difícil acceso o lejanía de centros de población, lo cual coincide con el bajo número de ejes.

La biomasa disponible en un parche de cuasia no solo depende de la densidad sino también de las dimensiones de los arbustos, influenciadas por la edad de los grupos que originaron el parche, la disponibilidad de factores de crecimiento como luz, agua y nutrientes y niveles de disturbación del sitio. Aunque las densidades de Santa Cecilia y La Pacífica son muy altas, la combinación de altas densidades e individuos grandes en Surtubal significa una mayor biomasa.

Si se consideran los resultados de Villalobos (1995), en cuanto al contenido de cuasinoides respecto del diámetro de las ramas, es probable que las poblaciones con individuos de mayores dimensiones posean una biomasa de mayor calidad, en cuanto a su composición.

Efecto de factores microambientales en las parcelas

Cuando se establece la relación entre una variable ambiental cualitativa y la frecuencia de aparición de una especie, el uso de la frecuencia promedio de las parcelas donde se presenta la especie como valor esperado resulta sesgado, pues favorece a las clases ambientales presentes en mayor número de parcelas (Greig-Smith 1983). En este estudio, cada parcela corresponde a una sola observación de frecuencia y condición ambiental, por lo que no se recurre a un análisis como el de X^2 .

Crecimiento de *Q.amara* en relación con la ubicación topográfica

El Cuadro 5 resume la influencia de las categorías topográficas sobre la frecuencia y las variables dasométricas de la especie. Dado el escaso número de parcelas en algunas de las categorías, estas fueron agrupadas respetando su ordenamiento de clases más a menos iluminadas.

La tendencia de cuasia de formar aglomerados en condiciones topográficas de mayor exposición a la luz en las regiones más lluviosas resulta evidente si se analizan los valores de frecuencia en los sectores 1, 5, 7 y 8. En el Pacífico seco esta tendencia solo parece presentarse en Agua Buena (sector 3), probablemente debido al menor grado de disturbación reciente, lo cual permitiría observar una respuesta de cuasia a condiciones de mejor drenaje e iluminación dentro del bosque de galería.

En el sector 4, la región más seca, la tendencia se invierte: la presencia del arbusto es limitada por la influencia del río sobre el nivel freático más que por la disponibilidad de luz, por lo que resulta más frecuente en áreas bajas, mientras que la sombra del bosque de galería puede resultarle necesaria para reducir la desecación en los periodos de sequía.

La densidad solo presenta una tendencia similar a la frecuencia, en cuanto a la respuesta a condiciones de mayor exposición, en el sector 5 (Pacífico Central). Es probable que durante la regeneración secundaria de este bosque, las poblaciones de cuasia hayan tenido mayores posibilidades de regenerarse una vez formado un dosel alto, en las condiciones topográficas que permitían una mayor iluminación a las copas para estimular la floración. Esto, a la vez, ha redundado en una mayor producción de biomasa, más por el número de individuos que por sus dimensiones, según se desprende de la observación de G , biomasa, $d_{0.3}$ y h (Cuadro 5).

Cuadro 5. Crecimiento de *Quassia amara* en relación con la ubicación topográfica de las parcelas para cada uno de los sectores muestreados

Sector	Transecto	*Grupo de clases topográficas	Parcelas			Variables calculadas /100 m ² **						
			Total	Con cuassia		N	G cm ²	Biomasa kg	d _{0.3} cm	h m	Ejes/ árbol	
				Nº	%							
1	1	11-22	8	3	38	4	60	9,2	4,3	3,4	1,3	
1	2	23-25	53	14	26	11	130	22,4	2,9	3,0	1,1	
1	3	26-33	18	3	17	11	90	15,6	3,5	3,2	1,0	
1	4	41-42	4	0	0	0	0	0,0	0,0	0,0	0,0	
2	2	23-25	2	2	100	10	40	4,1	1,9	2,2	1,1	
2	3	26-33	37	30	81	23	90	10,2	2,4	2,5	1,4	
2	4	41-42	17	16	94	40	120	12,8	2,0	2,4	1,3	
3	2	23-25	12	12	100	23	180	27,7	2,7	1,9	1,4	
3	3	26-33	12	11	92	26	170	27,7	2,9	2,0	1,3	
3	4	41-42	19	8	42	23	120	19,0	2,2	1,8	1,2	
4	2	23-25	6	1	17	18	960	151,00'	8,3	3,9	3,3	
4	3	26-33	4	2	50	32	180	20,5	3,1	2,3	3,3	
4	4	41-42	48	42	88	28	220	25,5	3,0	2,3	2,1	
5	1	11-22	9	4	44	71	440	58,7	3,3	2,4	1,4	
5	2	23-25	72	27	38	29	250	37,4	2,5	2,4	1,4	
5	3	26-33	5	1	20	8	100	12,8	4,1	2,8	3,0	
6	4	41-42	13	13	100	7	110	20,2	5,0	3,4	1,3	
7	1	11-22	5	2	40	4	80	17,4	5,3	3,2	1,0	
7	2	23-25	67	9	13	3	30	4,4	3,3	2,8	1,3	
7	3	26-33	14	0	0	0	0	0,0	-	-	-	
8	1	11-22	13	2	15	2	20	2,7	3,5	3,6	1,0	
8	2	23-25	66	6	9	4	40	6,7	3,0	2,6	1,1	
8	3	26-33	6	0	0	0	0	0,0	-	-	-	

*Agrupaciones conformadas por las siguientes clases:

- 11 parte superior de una fila
- 12 borde entre fila y ladera
- 21 cresta de lomo
- 22 borde entre lomo y ladera
- 23 ladera (>30% pendiente)
- 24 terraza en una ladera
- 25 borde exterior de terraza

- 26 ladera suave (30% pendiente)
- 27 ladera debida a quebrada
- 31 borde inferior de ladera
- 32 llano aldeaño a quebrada
- 33 fondo de concavidad
- 41 borde llano-depresión
- 42 llano

** Para el subconjunto de parcelas con presencia de cuasia

En los sectores 7 y 8 (Pacífico húmedo), cuasia solo está presente y crece mejor en condiciones topográficas más expuestas. En cambio, la densidad alta en los sectores 3 y 4 (Pacífico seco) no parece relacionarse con los niveles de exposición topográfica, aunque la preferencia por ambientes intermedios en el sector 4 podría estar relacionada con el equilibrio entre drenaje y disponibilidad de agua en el suelo.

En La Pacífica, las mayores dimensiones de los individuos en sitios topográficamente más expuestos conducen a un alto valor de biomasa, lo cual refleja una combinación muy favorable de disponibilidad de agua en el suelo y brillo solar; las parcelas menos expuestas de este sector presentan, además, problemas de drenaje e inundación en la época lluviosa.

En el sector 2, en un transecto de gradiente altitudinal, se observan mayores densidades en condiciones de llanura. Al ser un bosque de galería más angosto en la llanura que en las faldas del volcán, es probable que condiciones de disponibilidad de luz, agua y calidad de suelos hayan sido más favorables para la regeneración en los sectores bajos y llanos. La misma tendencia se presenta con las variables relacionadas con la biomasa, en particular área basal.

Algo similar, aunque en la región lluviosa, ocurre en los sectores 6, 7 y 8, muy cercanos entre ellos y que en conjunto también abarcan un gradiente altitudinal, donde la mayor densidad y producción de biomasa se da en la llanura, no tanto por la altitud en sí como por la disponibilidad de factores de crecimiento.

La tendencia encontrada en Talamanca (Ling 1995), en cuanto a la presencia de mayores diámetros basales en sitios más bajos y poco expuestos, parece darse en los sectores húmedos de topografía accidentada (1, 7 y 8). Es posible que en bosques lluviosos poco disturbados, como estos, la presencia de individuos jóvenes de menor diámetro sea mucho más común en áreas expuestas que facilitan la regeneración, lo cual hace disminuir el valor promedio del diámetro.

En Surtubal, en un bosque producto de una sucesión secundaria generalizada y con mayor disponibilidad de brillo solar, es probable que esta tendencia se llegue a manifestar en un plazo más largo. En los bosques de galería del Pacífico seco, las condiciones propicias para la regeneración son más generalizadas y menos dependientes de la topografía, lo cual impide que se presente este tipo de tendencia.

Crecimiento de *Q.amara* en relación con la pendiente

En el Cuadro 6 las variables en discusión se promedian con respecto a varias categorías de la pendiente mayor de las parcelas. A diferencia de la clasificación subjetiva de parcelas por ubicación topográfica, que representa mejor las condiciones ambientales, la pendiente máxima de la parcela no parece influir en forma clara sobre la frecuencia de aparición de la especie, influencia por demás difícil de analizar considerando los diferentes números de parcelas que representan cada categoría.

Cuadro 6. Crecimiento de *Quassia amara* en relación con la pendiente mayor de las parcelas para cada uno de los sectores muestreados

Sector	Transecto	Grupo de pendiente %	Parcelas			Variables calculadas /100 m ²					
			Total	Con cuasia		N	G cm ²	Biomasa kg	d _{0,3} cm	h m	Ejes/ árbol
				Nº	%						
1	1	0,01-15	8	1	13	1	1	0,1	1,1	1,5	2,0
1	2	15,1-30	21	7	33	6	53	9,1	3,1	3,0	1,1
1	3	30,1-45	25	10	40	13	180	30,9	3,7	3,2	1,1
1	4	45,1-60	22	5	23	3	21	3,3	2,3	2,7	1,1
1	5	60,1-75	9	2	22	3	23	3,3	3,5	3,5	1,0
1	6	>75,1	2	1	50	4	7	0,6	1,4	1,6	1,0
2	1	0,01-15	21	18	86	31	89	9,1	2,2	2,5	1,3
2	2	15,1-30	26	22	85	28	112	12,2	2,4	2,5	1,8
2	3	30,1-45	4	4	100	23	77	8,6	1,7	2,1	1,0
2	4	45,1-60	5	5	100	23	92	10,2	2,4	2,7	1,3
3	1	0,01-15	22	14	64	24	113	17,4	2,4	1,8	1,3
3	2	15,1-30	13	13	100	16	75	9,4	2,3	1,9	1,2
3	3	30,1-45	3	3	100	45	544	107,2	3,5	2,0	1,4
3	4	45,1-60	1	1	100	8	35	3,9	2,4	1,6	1,6
3	5	60,1-75	2	2	100	20	160	24,4	3,2	2,0	1,5
3	6	>75,1	2	2	100	14	178	25,2	3,6	2,3	1,8
4	1	0,01-15	50	44	88	27	207	24,5	3,0	2,3	2,2
4	2	15,1-30	4	1	25	60	321	37,2	2,6	2,3	1,5
4	4	45,1-60	4	1	25	18	962	151,0	8,3	3,9	3,3
5	1	0,01-15	1	1	100	4	11	1,0	1,9	2,3	1,5
5	2	15,1-30	4	4	100	9	119	14,1	3,6	2,8	2,8
5	3	30,1-45	4	1	25	1	1	0,1	1,1	1,8	1,0
5	4	45,1-60	13	4	31	4	53	8,2	2,6	2,5	1,1
5	5	60,1-75	30	14	47	34	364	58,7	2,1	2,1	1,5
5	6	>75,1	34	17	50	32	160	20,5	2,5	2,5	1,5
6	7	0,01-15	13	13	100	7	111	20,2	5,0	3,4	1,3

...continuación

Sector	Transecto	Grupo de pendiente %	Parcelas			Variables calculadas /100 m ²					
			Total	Con cuasia		N	G cm ²	Biomasa kg	d _{0,5} cm	h m	Ejes/ árbol
				Nº	%						
7	1	0,01-15	14	14	100	0	0	0,0	0,1	0,1	0,1
7	2	15,1-30	3	2	67	4	41	6,8	4,6	3,7	1,1
7	3	30,1-45	2	2	100	4	90	18,0	5,2	4,0	1,7
7	4	45,1-60	18	7	39	2	20	3,1	3,0	2,6	1,1
7	5	60,1-75	22	5	23	1	7	1,0	2,6	2,4	1,2
7	6	>75,1	40	7	18	1	12	1,7	2,8	2,3	1,1
8	1	0,01-15	6	1	17	2	18	2,7	3,4	3,0	1,0
8	2	15,1-30	18	7	39	1	6	0,9	2,0	2,0	1,0
8	3	30,1-45	30	7	23	2	9	1,1	1,7	1,9	1,0
8	4	45,1-60	19	5	26	3	39	7,3	3,3	2,8	1,0
8	5	60,1-75	4	0	0	0	0	0,0	0,0	0,0	0,0
8	6	>75,1	8	1	13	1	4	0,5	2,4	3,7	1,0

Las categorías de pendiente tienen un significado difícil de interpretar en los sectores 2, 3 y 4 del Pacífico seco, donde las mayores pendientes en que se encuentra la especie se deben a la concavidad formada por el lecho del río y no a una condición topográfica extensa. La aparente mayor frecuencia de la especie en las pendientes mayores de Agua Buena (sector 3) podría relacionarse con aspectos de drenaje.

Las frecuencias y densidades del sector 5 (Pacífico Central) parecen mayores en las parcelas de mayor pendiente, lo cual confirmaría lo comentado para el cuadro 5, en el sentido de que condiciones más expuestas, como laderas o bordes de filas, propician la regeneración de cuasia durante la sucesión secundaria. En este sector la topografía no es tan accidentada como en los bosques más lluviosos donde se trabajó (sectores 1, 7 y 8). En estos sectores, la tendencia opuesta de frecuencias reducidas en las áreas de mayor pendiente podría indicar dificultades físicas para el establecimiento de poblaciones en pendientes excesivas, tanto por el arrastre de semillas a causa de las altas precipitaciones como por la menor profundidad del suelo y su carácter erosionado. Debe considerarse, sin embargo, el bajo número de parcelas en las categorías de mayor pendiente.

Crecimiento de *Q. amara* en relación con el tipo de vegetación

El Cuadro 7 promedia las variables en relación con las formaciones vegetales donde se ubica la parcela. Además, de manera subjetiva se determinó la influencia de un río sobre la parcela, cuando esta se encuentra a menos de 6 m de distancia, o el nivel de agua está a menos de 1 m del nivel medio de la parcela. En los bosques de galería del Pacífico seco es evidente que el bosque existente aprovecha el manto freático, aunque las parcelas más alejadas del río se califiquen como fuera de su influencia.

Si bien las condiciones de disturbación pueden favorecer la regeneración de cuasia, esta puede ser frecuente en el bosque lluvioso primario, como se observa en el sector 1 (lo que apoya las versiones de que el arbusto era común en bosques de San Carlos), donde los aglomerados se formarían a partir de los pequeños claros producidos en la dinámica natural del bosque.

El bosque calificado como intervenido (sector 1), con una menor frecuencia de cuasia, coincide con las partes más bajas y menos quebradas del sector; estos niveles de frecuencia podrían ser originados por menores densidades de cuasia en el momento de la intervención, provocadas por condiciones de topografía menos expuestas.

En San Andrés (sector 7, Pacífico húmedo) cuasia parece haberse regenerado mejor en áreas más intervenidas del bosque primario, mientras que en Matapalo y Barú (sectores 6 y 8), el escaso número de parcelas fuera del bosque primario muy intervenido impide observar tendencias.

En el sector 5 (Surtubal, Pacífico Central) no se observa relación entre la edad del bosque secundario y la frecuencia de la especie, aunque se confirma su capacidad de crecer en tacotales, iniciando su regeneración en las primeras etapas de la sucesión secundaria. Si la especie estaba difundida en Surtubal desde antes de la antigua deforestación, es probable que la mayoría de las agrupaciones actuales sean tan viejas como los bosques, y la regeneración haya sido favorecida por los niveles mayores de brillo solar.

Las densidades medias para las parcelas consideradas bajo la influencia directa del río en Surtubal son muy bajas. Esto probablemente se debe a que las quebradas y ríos de la región forman concavidades profundas, donde la luz es limitante para estimular la regeneración de cuasia.

En los sectores 2 y 3 (Santa Cecilia y Agua Buena) del Pacífico seco, la frecuencia de cuasia parece alta en las áreas consideradas bajo la influencia del río. En cambio, en el sector 4 (La Pacífica), correspondiente a un bosque seco de galería rodeado de potreros, esta tendencia no se repite lo cual indica que, en las condiciones de uniformidad de este bosque, el criterio empleado no resultó un buen indicador de la influencia del río.

En La Pacífica, cuasia se limita al bosque de galería, dentro del cual la velocidad del viento y su efecto desecante, así como la variación en el déficit de saturación y la humedad relativa, son mucho menores que los medidos en áreas abiertas de sabana o en la copa de los árboles, a tal grado que el bosque se comporta casi como un sistema cerrado (Richards 1979).

Cuadro 7. Crecimiento de *Quassia amara* en relación con el tipo de vegetación y la influencia de ríos sobre las parcelas para cada uno de los sectores muestreados

Código	Sector	Tipo de bosque	Influencia directa de río	Parcelas			Variables calculadas /100 m ²					
				Total	Con cuasia		N	G cm ²	Biomasa kg	d _{0,3} cm	h m	Ejes/ árbol
					Nº	%						
1	110	primario	no	29	14	48	5	4	5,1	2,69	2,8	1,1
1	120	primario intervenido	no	56	12	21	11	15	27,1	3,49	3,1	1,2
1	121	primario intervenido	sí	2	0	0	0	0	0,0	0,00	0,0	0,0
2	131	primario muy intervenido	sí	2	2	100	58	14	12,4	1,66	2,2	1,5
2	210	secundario viejo	no	9	5	56	4	2	2,5	2,49	2,4	1,1
2	211	secundario viejo	sí	1	1	100	20	3	2,3	1,29	1,6	1,0
2	220	secundario	no	18	16	89	14	6	6,5	2,56	2,5	2,1
2	221	secundario	sí	25	25	100	40	14	15,0	2,15	2,5	1,2
2	250	charral	no	1	0	0	0	0	0,0	0,00	0,0	0,0
3	121	primario intervenido	sí	5	4	80	13	8	10,8	2,31	1,5	1,3
3	131	primario muy intervenido	sí	5	5	100	44	26	43,9	2,46	1,9	1,2
3	211	secundario viejo	sí	3	3	100	41	25	44,0	2,87	1,8	1,0
3	221	secundario	sí	21	21	100	17	12	18,8	2,71	2,0	1,3
3	320	secundario espinoso	no	6	1	17	1	0	0,1	1,13	1,6	1,0
3	340	tacotal espinoso	no	2	1	50	1	0	0,1	1,44	1,9	3,0
3	350	charral espinoso	no	1	0	0	0	0	0,0	0,00	0,0	0,0
4	121	primario intervenido	sí	22	19	86	31	22	25,5	2,90	2,3	2,0
4	130	primario muy intervenido	no	5	4	80	25	31	45,3	4,18	2,5	2,5
4	131	primario muy intervenido	sí	19	12	63	32	28	34,2	3,33	2,3	2,1

...continuación

Código	Sector	Tipo de bosque	Influencia directa de río	Parcelas			Variables calculadas /100 m ²					
				Total	Con cuasia		N	G cm ²	Biomasa kg	d _{0.3} cm	h m	Ejes/ árbol
					Nº	%						
4	220	secundario	no	5	5	100	12	11	13,4	3,13	2,3	2,9
4	221	secundario	sí	4	4	100	31	25	29,4	3,10	2,3	2,0
4	240	tacotal	no	1	1	100	3	1	0,5	1,46	2,2	1,0
4	250	charral	no	2	1	50	14	5	4,0	2,04	1,6	2,4
5	210	secundario viejo	no	36	18	50	39	34	54,3	2,63	2,5	1,2
5	211	secundario viejo	sí	3	1	33	1	0	0,0	0,91	1,5	1,0
5	220	secundario	no	33	13	39	18	17	20,6	2,53	2,3	1,8
5	221	secundario	sí	7	3	43	1	1	0,6	2,49	2,6	3,7
5	240	tacotal	no	6	6	100	3	2	2,2	1,93	2,2	1,4
5	400	potrero	no	1	0	0	0	0	0,0	0,00	0,0	0,0
6	130	primario muy intervenido	no	13	13	100	7	11	20,2	4,98	3,4	1,3
7	110	primario	no	18	3	17	1	2	2,4	3,90	2,6	1,3
7	120	primario intervenido	no	39	9	23	2	3	5,4	3,02	2,1	1,2
7	130	primario muy intervenido	no	28	12	43	2	2	2,8	2,97	3,0	1,1
7	220	secundario	no	1	0	0	0	0	0,0	-	-	-
8	120	primario intervenido	no	4	1	25	1	0	0,0	0,75	0,8	1,0
8	130	primario muy intervenido	no	73	20	27	2	2	2,7	2,38	2,4	1,0
8	220	secundario	no	4	0	0	0	0	0,0	-	-	-
8	230	secundario joven	no	2	0	0	0	0	0,0	-	-	-
8	240	tacotal	no	2	0	0	0	0	0,0	-	-	-

Es probable que cuasia pueda existir lejos de los ríos, bajo el dosel de bosques secos primarios bien desarrollados, donde no existan limitaciones importantes de humedad; pero este tipo de bosque es muy escaso en la actualidad.

Crecimiento de *Q.amara* en relación con la altura del dosel superior

El Cuadro 8 presenta los promedios de las variables de crecimiento respecto a varias categorías de altura del dosel principal del bosque en las parcelas. Estos datos confirman la relación, antes apuntada, de cuasia con el bosque de galería en los sectores del Pacífico seco: Santa Cecilia (2), Agua Buena (3) y La Pacífica (4), donde la frecuencia de la especie disminuye notablemente cuando el dosel del bosque es poco desarrollado, como en el bosque de sabana.

La tendencia se invierte en los sectores lluviosos de la Subvertiente Norte (1), Pacífico Central (5) y Barú (8) donde la disponibilidad de luz es un factor limitante para la regeneración. En el sector 7 (Pacífico Sur) esta tendencia no se manifiesta, probablemente por lo accidentado de la topografía, factor crítico en este sector como condicionante de la disponibilidad de luz.

Las densidades y variables dasométricas de los individuos promedio, representan solo las parcelas con cuasia y no parecen estar influenciadas por la altura del dosel.

Crecimiento de *Q.amara* en relación con la categoría de iluminación

Las categorías de iluminación superiores a 2.0 aparecen agrupadas debido al escaso número de parcelas clasificadas en categorías superiores a 2.5 (Cuadro 9). Se supone que la categoría de iluminación es representativa de la condición de la parcela, pero es factible la existencia de microclimas distintos dentro de la misma.

Greig-Smith (1983) advierte contra el uso de una sola lectura de intensidad lumínica al centro de la parcela: el significado de la lectura se pierde si se incrementa el tamaño de la parcela para alcanzar un mínimo de individuos presentes.

En los sectores 2, 3 y 4 del Pacífico Seco se confirma el ambiente poco propicio que representan las áreas abiertas, como el bosque espinoso (o de sabana) y los potreros, para el establecimiento de individuos de cuasia debido a la limitación de humedad en la época seca, sin la protección de un dosel.

Sin embargo, al observar las demás variables medidas en las parcelas donde se encuentra la especie establecida, las más expuestas de los sectores 2 y 3 son más densas y con individuos de mayor crecimiento. Esto confirma la capacidad de cuasia de responder a la luz, incluso en climas secos.

Es probable que varias parcelas con iluminación mayor a 2.5 en el sector 2 estén fuera del dosel protector del bosque de galería, y por lo tanto, expuestas a algún nivel de déficit hídrico que explicaría la disminución de los valores relacionados con la biomasa y las dimensiones de los arbustos.

Cuadro 8. Crecimiento de *Quassia amara* en relación con la altura del dosel superior de las parcelas para cada uno de los sectores muestreados

Sector	Transecto	Grupo de altura de dosel (m)	Parcelas			Variables calculadas /100 m ²						
			Total	Con cuasia		N	G cm ²	Biomasa kg	d _{1,3} cm	h m	Ejes/ árbol	
				Nº	%							
1	4	25-29,9	11	4	36	16	28	49,1	5,1	3,8	1,0	
1	2	>30	76	22	29	6	5	9,1	2,7	2,8	1,2	
2	1	00-14,9	6	4	67	15	7	7,4	2,5	2,6	1,6	
2	2	15-19,9	17	15	88	26	9	9,9	2,3	2,3	2,0	
2	3	20-24,9	19	16	84	33	10	10,6	2,1	2,4	1,2	
2	4	25-29,9	8	8	100	32	11	11,8	2,1	2,4	1,2	
2	5	>30	6	6	100	22	11	12,5	2,6	2,7	1,0	
3	1	00-14,9	12	5	42	11	10	13,5	2,5	2,0	1,8	
3	2	15-19,9	11	11	100	25	18	30,5	2,8	2,0	1,3	
3	3	20-24,9	12	11	92	28	17	28,7	2,5	1,9	1,2	
3	4	25-29,9	8	8	100	14	7	9,0	2,3	1,8	1,2	
4	1	00-14,9	15	5	33	33	24	29,5	3,1	2,5	2,0	
4	2	15-19,9	15	13	87	25	26	32,0	3,3	2,2	2,4	
4	3	20-24,9	15	15	100	28	24	29,6	3,0	2,3	2,3	
4	4	25-29,9	12	12	100	27	16	17,9	3,0	2,3	1,9	
4	5	>30	1	1	100	36	32	41,4	3,4	2,6	1,2	
5	2	15-19,9	5	4	80	8	3	3,5	2,2	2,4	1,5	
5	3	20-24,9	13	9	69	43	18	20,8	2,3	2,4	1,3	
5	4	25-29,9	50	24	48	25	27	43,1	2,6	2,4	1,8	
5	5	>30	18	4	22	18	5	6,2	1,8	2,2	1,0	
6	1	00-14,9	7	7	100	7	13	24,0	5,6	3,4	1,5	
6	2	15-19,9	3	3	100	10	10	17,7	3,9	2,7	1,1	
6	3	20-24,9	2	2	100	4	6	10,8	5,2	4,8	1,1	
6	4	25-29,9	1	1	100	11	11	20,0	3,6	2,5	1,2	

* Para el subconjunto de parcelas con presencia de cuasia

...continuación

Sector	Transecto	Grupo de altura de dosel (m)	Parcelas			Variables calculadas /100 m ²					
			Total	Con cuasia		N	G cm ²	Biomasa kg	d _{0.3} cm	h m	Ejes/ árbol
				Nº	%						
7	1	00-14,9	2	1	50	2	4	5,8	4,7	3,6	1,0
7	2	15-19,9	30	5	17	3	2	3,3	3,1	2,9	1,0
7	3	20-24,9	12	5	42	2	3	6,6	2,5	1,8	1,2
7	4	25-29,9	24	4	17	1	3	4,6	4,5	2,9	1,3
7	5	>30	18	9	50	2	1	1,7	2,6	2,7	1,3
8	1	00-14,9	30	10	33	1	1	0,8	2,2	2,4	1,0
8	2	15-19,9	42	10	24	3	1	2,2	2,0	2,0	1,0
8	3	20-24,9	9	1	11	4	11	23,1	6,0	4,5	1,0
8	4	25-29,9	4	0	0	0	0	0,0	-	-	-

* Para el subconjunto de parcelas con presencia de cuasia

Una tendencia opuesta se observa en los sectores más lluviosos estudiados (7 y 8 del Pacífico Sur), donde los niveles de exposición a la luz están fuertemente influenciados por la topografía. En estos sectores, la frecuencia de aparición de cuasia -aunque no la densidad- es mayor en parcelas más expuestas.

En los sectores 1 (Subvertiente Norte) y 5 (Pacífico Central), con una mayor disponibilidad de brillo solar, no hay una relación marcada entre la frecuencia y densidad de cuasia y los niveles de exposición actual a la luz. En estos sectores la exposición a la luz no tiene una relación tan fuerte con la topografía como en los sectores 7 y 8, por lo que la calificación de categoría de luz para las parcelas se relaciona más directamente con las aperturas del dosel, cuyo efecto solo se manifiesta a largo plazo. Los claros actuales en el bosque primario de La Chachalaca (1) son producto principalmente de la dinámica del bosque, y no tienen relación con las agrupaciones actuales de cuasia.

En forma similar en el sector 5 (Surtubal), las agrupaciones de la especie pueden no mostrar relación con claros actuales sino con la disponibilidad de luz bajo el dosel en diversos momentos a lo largo de la sucesión secundaria.

La exposición a la luz de una parcela en el bosque húmedo no necesariamente se relaciona con el comportamiento actual de las poblaciones de cuasia. La especie responde a la luz de dos formas: con la floración, cuyo efecto se manifiesta a largo plazo por medio de la regeneración, y con el crecimiento, que será mayor en aquellos microambientes donde haya menos limitaciones de agua, luz y nutrientes.

Cuadro 9. Crecimiento de *Quassia amara* en relación con la categoría de iluminación asignada al centro de las parcelas en los sectores muestreados

Sector	Iluminación*	Parcelas			Variables calculadas /100 m ² **						
		Total	Con cuasia		N	G cm ²	Biomasa kg	d _{0,3} cm	h m	Ejes/ árbol	
			Nº	%							
1	1,5	27	9	33	4	41	7,3	2,8	2,8	1,1	
1	2,0	43	13	30	11	123	20,3	3,0	3,0	1,2	
1	>=2,5	17	4	24	6	92	17,0	3,7	2,9	1,1	
2	1,0	1	1	100	10	12	1,0	1,2	1,5	1,0	
2	1,5	9	9	100	16	82	9,5	2,7	2,6	1,5	
2	2,0	22	21	95	43	143	15,1	2,3	2,6	1,3	
2	>=2,5	24	18	75	18	60	6,3	2,1	2,3	1,7	
3	1,5	1	1	100	7	15	1,5	1,7	1,4	1,0	
3	2,0	11	11	100	10	50	6,6	2,3	1,8	1,2	
3	>=2,0	31	23	74	27	189	31,2	2,7	2,0	1,4	
4	2,0	22	22	100	32	275	34,0	3,2	2,4	2,1	
4	>=2,5	36	24	67	23	180	21,5	3,0	2,2	2,3	
5	1,5	3	1	33	4	11	1,2	1,9	2,6	1,0	
5	2,0	46	25	54	26	265	41,8	2,7	2,5	1,6	
5	>=2,5	37	15	41	29	125	14,3	2,1	2,2	1,6	
6	2,0	3	3	100	6	113	20,1	5,8	4,6	1,2	
6	>=2,5	10	10	100	8	110	20,3	4,7	3,0	1,4	
7	1,5	14	2	14	2	9	1,0	1,9	1,9	1,0	
7	2,0	45	10	22	2	23	4,2	2,8	2,5	1,2	
7	>=2,5	27	12	44	2	24	3,7	3,6	2,8	1,2	
8	1,5	12	1	8	3	62	11,4	5,1	3,6	1,0	
8	2,0	46	11	24	3	18	3,1	2,3	2,1	1,0	
8	>=2,5	27	9	33	1	7	0,9	2,0	2,3	1,0	

* Indices (Clark y Clark 1992)

5 Área completamente expuesta

4 Iluminación superior total

3 Alguna iluminación superior

2.5 Iluminación lateral alta

2.0 Iluminación lateral media

1.5 Iluminación lateral baja

1 Sin iluminación

** Para el subconjunto de parcelas con presencia de cuasia

Por lo tanto, criterios que midan la disponibilidad de luz en lapsos largos de tiempo, así como las condiciones topográficas, tienen mayor probabilidad de relacionarse con el comportamiento de las poblaciones de cuasia en bosques húmedos que los criterios que miden aperturas del dosel provocadas por la dinámica del bosque.

En el bosque seco, los niveles de exposición a la luz en la periferia del bosque de galería pueden ser indicadores de los niveles de déficit hídrico de una parcela a lo largo del tiempo, y mostrar así una relación más clara con la presencia de cuasia.

CONCLUSIONES

El principal condicionador de la distribución natural de *Quassia amara* en Costa Rica es la altitud, ya que no se presentan poblaciones importantes por encima de 500 msnm.

La humedad del suelo durante el año es el segundo factor que influye en la distribución de cuasia, que en condiciones de bsT solo puede sobrevivir bajo el bosque de galería, siempre y cuando no haya un déficit hídrico severo, ya sea por disminución del manto freático o por falta de un dosel protector durante la época seca.

La especie no tolera condiciones de mal drenaje, por lo que no es común en llanuras inundables, usuales en regiones cuya precipitación supera los 4500 mm anuales.

Aunque Brown (1995) considera que los animales no participan ampliamente en la dispersión de semillas de cuasia, es probable que su actividad justifique la existencia de individuos aislados y el inicio de pequeños parches en muchos sitios.

Todos estos factores provocan un comportamiento de agregación de la especie a nivel regional, dentro de su hábitat potencial, por abajo de los 500 msnm.

Donde los niveles de humedad del suelo resulten adecuados, es factible establecer arbustos de cuasia, cuya tasa de crecimiento dependerá básicamente de la disponibilidad de luz y nutrientes, aunque pueden crecer lentamente bajo el dosel del bosque. Cada individuo adulto puede contribuir a la formación de una agrupación de arbustos con su regeneración. La floración solo se logra si el clima del lugar, las condiciones del dosel o su ubicación topográfica le permiten la exposición a la luz solar directa.

Una población de *Q. amara* que ocupa un área geográfica determinada, forma aglomerados cuyo distanciamiento, forma, tamaño y densidad depende de la disponibilidad de agua y luz, a través del tiempo. La disponibilidad de luz se relaciona con las características del dosel superior y con el brillo solar de la región.

Procesos de sucesión secundaria en áreas donde hay uno o más individuos adultos de *Q. amara* y sin limitaciones importantes de agua y drenaje, conducen a la formación de aglomerados densos, debido a la disponibilidad de luz.

BIBLIOGRAFÍA

- BARRANTES, J.A.; LIAO, A.; ROSALES, A. 1985. Atlas climatológico de Costa Rica. Ministerio de Agricultura y Ganadería, Instituto Meteorológico Nacional, San José. 29 p.
- BERTSCH, F.; MATA, R.; HENRIQUEZ, C. 1993. Características de los principales órdenes de suelos presentes en Costa Rica. *In* IX Congreso Nacional Agropecuario y de Recursos Naturales. 18-22 octubre, 1993. Memorias. San José.
- BOLAÑOS, R.A.; WATSON, V. 1993. Mapa Ecológico de Costa Rica. Según el sistema de clasificación de zonas de vida del mundo de L. R. Holdridge. San José, Centro Científico Tropical. Esc. 1:200000. Color.
- BOSON, R. 1978. Desarrollo integral de los recursos forestales. Costa Rica. Los Bosques del país y su distribución por provincias. Dirección General Forestal-FAO, San José. 63 p.
- BRAUN, J. 1979. Fitosociología. Bases para el estudio de las comunidades vegetales. Trad. J. Lalucat. H. Blume, Madrid. 820 p.
- BROWN, N.R. 1995. The autoecology and agroforestry potential of the bitterwood tree *Quassia amara* L. ex Blom (Simaroubaceae). Thesis Ph.D., Cornell University. 250 p.
- CARMONA, S. 1981. Evaluación de métodos de muestreo para estimar densidad en arbustos. Tesis Ing. Agr. Universidad Autónoma de Nuevo León, México. 76 p.
- CHACON, A. 1985. Agroclimatología. Antología. Editorial Universidad Estatal a Distancia, San José. 522 p.
- CLARK, D.; CLARK, D. 1992. Life history diversity of canopy and emergent trees in a neotropical rain forest. *Ecological Monographs* 62(3):315-344.
- GENTRY, A.H. 1993. A Field guide to the families and genera of woody plants of northwest South America (Colombia, Ecuador, Perú). Conservation International, Washington. p. 783-786.
- GREIG-SMITH, P. 1983. Quantitative Plant Ecology. 3 ed. Studies in ecology. Vol. 9. University of California Press, Berkeley. 359 p.
- HARTSHORN, G. *et al* 1982. Costa Rica. Perfil ambiental. Estudio de campo. Centro Científico Tropical, AID, San José. 151 p.
- HERRERA, W. 1985. Clima de Costa Rica. *In* L.D. Gómez. Vegetación y clima de Costa Rica. Vol. 2. Universidad Estatal a Distancia, San José. 118 p.
- HEUVELDOP, J.; PARDO, J.; QUIROS, S.; ESPINOZA, L. 1986. Agroclimatología tropical. Universidad Estatal a Distancia, San José. 378 p.
- HOLDRIDGE, L.R.; POVEDA, L.J. 1975. Árboles de Costa Rica. I. Palmas, otras monocotiledóneas arbóreas y árboles con hojas compuestas o lobuladas. Centro Científico Tropical, San José. p. 432-439.
- HOLDRIDGE, L.R. 1987. Ecología basada en zonas de vida. 3a. Reimpresión. IICA, San José, C.R. 216 p.

- INSTITUTO METEOROLOGICO NACIONAL. 1988. Catastro de las series de precipitaciones medidas en Costa Rica. San José, Ministerio de Recursos Naturales, Energía y Minas. 362 p.
- LING, F. 1991. Datos biológicos de las especies vegetales que se investigan en Talamanca, Costa Rica. Informe Interno, Proyecto Conservación para el Desarrollo Sostenible en América Central. CATIE, Turrialba. 17 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. Actas. Turrialba, Costa Rica, CATIE. Serie Técnica. Informe Técnico. pp. 56-67.
- MACARTHUR, R.H. 1972. Geographical Ecology. Patterns in the distribution of species. Princeton University Press, New Jersey. 269 p.
- MARMILLOD, D.; CHANG, Y.; BEDOYA, R. 1995. Plan de manejo de *Quassia amara* en la Reserva Indígena de Kéköldi. In Ocampo, R., ed. Potencial de *Quassia amara* como insecticida natural. Actas. Turrialba, Costa Rica, CATIE. Serie Técnica. Informe Técnico. pp. 68-90
- MATTEUCCI, S.D.; COLMA, A. 1982. Metodología para el estudio de la vegetación. CONICIT, Washington. 168 p.
- PEREZ, E. 1990. Plantas útiles de Colombia. 14 ed. Victor Hugo, Medellín. p. 695-697.
- PEREZ, S.; RAMIREZ, E.; ALVARADO A. 1978. Mapa preliminar de asociaciones de subgrupos de suelos de Costa Rica. San José, Oficina de Planificación sectorial agropecuaria. 1:200000. Color.
- PITTIER, H. 1978. Plantas usuales de Costa Rica. 2 ed. Editorial Costa Rica, San José. p. 170.
- PORTER. 1973. Family 90. Simaroubaceae. In Woodson, R.E.; Shery, R.W., eds. Flora of Panama. Annals of the Missouri Botanical Garden 60:23-39.
- RICHARDS, P.W. 1979. The tropical rain forest. 6st reprint. Cambridge University Press, London. 450 p.
- ROJAS, O.E. 1985. Estudio Agroclimático de Costa Rica. Instituto Interamericano de Cooperación para la agricultura. Proyecto de Agroclimatología, San José. 178 p.
- SANCHEZ, P.A. 1981. Suelos del trópico. Características y manejo. Trad. E. Camacho. IICA, San José. 634 p.
- SANDOVAL, L.F.; SAENZ, R.; ACUÑA, J.; CASTRO, J.; GOMEZ, M.; LOPEZ, A.; MEDEROS, B.; MONGE, A.; VARGAS, J.; FERNANDEZ, T.; ULATE, R.; RAMIREZ, C. 1982. Mapa Geológico de Costa Rica. San José, Ministerio de industria energía y minas. Dirección de geología, minas y petróleo. Esc. 1:20000. Color.
- SANTANDER, C. 1992. Evaluación preliminar de los recursos forestales de Costa Rica. Informe técnico Consultoría y Asesoría Agroforestal Limitada. Texto, San José. 54 p.
- THOMAS, W.W. 1990. The american genera of Simaroubaceae and their distribution. Acta Botânica Brasilica 4(1):11-18.

- TROMP, S.W. 1980. Biometeorology. The impact of the weather and climate on humans and their environment (Animals and Plants). Heyden, Philadelphia. 346 p.
- VASQUEZ, A. 1983. Soils. In D.H. Janzen ed. Costa Rican natural history. The University of Chicago Press, Chicago. p. 63-65.
- VILLALOBOS S., 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.

Métodos de reproducción de *Quassia amara*

Rafael Ocampo*, Melvin Díaz**
Juan Carlos Barrantes***, Guido Solano***

INTRODUCCIÓN

El proceso de domesticación de plantas es en general una actividad antigua que motiva al ser humano a desarrollar diferentes metodologías para su multiplicación (Hartmann y Kester 1985, Schumacher 1991). Existe una tendencia por parte de los grupos humanos a desarrollar un proceso de domesticación más que otros; por ejemplo, los grupos nativos en el trópico húmedo poseen una amplia experiencia en métodos de reproducción de plantas utilizando semilla sexual, esto posiblemente como una respuesta a las condiciones de su medio en donde las semillas en general poseen características recalcitrantes. Por el contrario, los grupos chinos contribuyen con métodos de reproducción asexual, como acodos aéreos y terrestres. Este conocimiento ancestral se enriquece con las investigaciones que aportan información específica (Ferwerda 1986, Atal y Kapur 1982).

A pesar de esto, la investigación en reproducción de recursos vegetales nativos, como plantas utilizadas con fines medicinales y biocidas es escasa (Palevitch 1991, Rodríguez 1987, Asociación Interciencia 1984); en especial de aquellas que provienen de los trópicos.

Quassia amara no constituye la excepción. Este recurso es comercializado tanto a nivel nacional como internacional (Ammour *et al.* 1994), lo que conduce a pensar que desde tiempos antiguos su explotación se realiza de poblaciones naturales (actividad extractivista), y posiblemente el hecho de que estas poblaciones naturales sigan aportando biomasa se deba a la capacidad natural que posee la especie de producir rebrotes, posteriormente a una poda.

Es muy probable que en un futuro cercano existan problemas de abastecimiento, si se continúa cosechando de forma desmedida las poblaciones silvestres. Es por esto que hay una necesidad urgente de contar con métodos de reproducción accesibles, tanto técnica como económicamente. Para el Proyecto Conservación para el Desarrollo Sostenible en América Central, el reto es promover el desarrollo de *Q. amara* como un producto de la diversificación de los sistemas de producción en el Area Demostrativa de Talamanca, Costa Rica.

*Proyecto Olafo, CATIE, Turrialba, Costa Rica

**Asociación de Pequeños Productores de Talamanca (APPTA)

***Proyecto Olafo, Area Demostrativa Talamanca, Costa Rica

El trabajo realizado hasta ahora tiene como propósito encontrar métodos sencillos de propagación de *Q. amara*, con la participación de miembros de las comunidades locales, que redunden en beneficios para ellas mismas. Es por esta razón que como material experimental se usan las plantas de poblaciones naturales o de enriquecimiento provenientes de las zonas de producción de las comunidades.

De acuerdo con los resultados obtenidos y las necesidades que han surgido, se promueve la ejecución de ensayos de mayor envergadura.

REPRODUCCIÓN

En general existen dos formas de propagación de plantas: por semilla (sexual) y vegetativa (asexual); *Q. amara* se reproduce con éxito de ambas formas (Ocampo *et al.* 1992). A continuación se presentan los resultados obtenidos en ensayos de propagación, tanto por semilla como por métodos vegetativos, en Talamanca, región Atlántica de Costa Rica.

Reproducción por semilla botánica

Ocampo (1986), Ocampo y Valverde (1986) y Ocampo y Maffioli (1987) hacen referencia a la reproducción exitosa por medio de semilla de *Q. amara*; pero de igual forma mencionan la falta de éxito en la reproducción por medio de estacas bajo condiciones controladas en un invernadero, recomendando en la evaluación en ensayos futuros, el empleo de reguladores de crecimiento.

Observaciones directas en el campo en bosques disturbados, áreas de crecimiento natural y cultivos perennes que mantienen una cobertura de hojas en descomposición en la superficie del suelo y una mayor intensidad lumínica, mostraron que existe abundante germinación de semillas bajo la cobertura del follaje del mismo arbusto después de la fructificación; situación contraria sucede con poblaciones que crecen bajo la cobertura del bosque en donde la intensidad lumínica es menor.

Roberts (1973), citado por Brown (1995) afirma que las semillas de *Q. amara* son recalcitrantes, lo que concuerda con observaciones de campo. Según Ocampo y Díaz (1992), las semillas de *Q. amara* no deben ser almacenadas por más de un mes, desde su recolección hasta el momento de siembra, lo que concuerda con Brown (1994), quien trabajando con 50 semillas de la especie en Talamanca, concluye que después de un mes la viabilidad es mínima.

Por otro lado, un ensayo de germinación, también en Talamanca, con 400 semillas que estuvieron almacenadas hasta un máximo de ocho semanas arrojó resultados diferentes. Desde el momento de la recolección se sembraron 50 semillas por semana para observar la germinación. Se obtuvo un total de 84,2% de germinación del total de semillas; aún el lote de

semillas sembradas luego de la octava semana de almacenamiento tuvo una germinación del 86% (Fig. 1). Como se ve, es necesario realizar más estudios acerca de las condiciones y tiempo de almacenamiento que necesitan las semillas de *Q. amara* para lograr altos porcentajes de germinación.

Estos resultados sugieren que para el transporte, almacenamiento y germinación de *Q. amara* deben de manejarse con especial cuidado las condiciones de humedad, como ocurre comúnmente con las semillas recalcitrantes. Es probable que con un manejo adecuado de humedad, patógenos, sustratos y temperatura puedan lograrse períodos más largos de almacenamiento sin pérdida de la viabilidad. Otras observaciones de campo demuestran que *Q. amara* germina mejor en arena o suelos arenosos que en suelos arcillosos, lo que confirma la importancia del sustrato empleado.

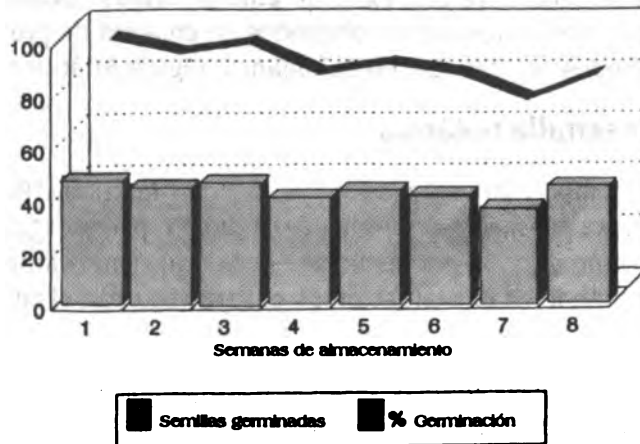


Fig 1. Germinación de 400 semillas de *Quassia amara* con diferente período de almacenaje. Talamanca, Costa Rica (1992)

Propagación vegetativa

La alternativa de aumentar las poblaciones naturales por medio de diferentes técnicas de reproducción asexual, empleando partes o tejidos de la planta madre ha sido objeto de numerosas investigaciones.

Una ventaja de utilizar este método es que, en primera instancia, se aumenta la tasa de crecimiento de la población en relación con la reproducción de plantas por semilla. Además, pueden multiplicarse individuos que muestren características sobresalientes, principalmente en el contenido de metabolitos secundarios. Una desventaja consiste en aumentar las poblaciones con baja variabilidad genética o poca resistencia a plagas.

Acodos aéreos

El proceso de acodado se realizó en poblaciones naturales de *Q. amara* en la Reserva Indígena de Cocles, sin uso de reguladores de crecimiento. El procedimiento consiste en hacer un anillo en una rama (quitar la corteza) de 1-2 cm de ancho, a una distancia de 30-50 cm, del ápice de la rama en una sección madura (color blanco). Se cubre el anillo con musgo y encima con papel aluminio o plástico. En un lapso de 7 a 8 semanas se desarrolla la raíz; entonces, el acodo debe separarse de la rama madre para entrar al proceso de aclimatación. El acodo enraizado y separado se coloca en un depósito que contiene tierra, en donde permanece por espacio de un mes durante el cual se prepara para su establecimiento en el campo definitivo (Ocampo y Díaz 1992).

Se estima en 90% el éxito con el acodado, en condiciones de poblaciones naturales, sin uso de reguladores de crecimiento.

Estacas

La reproducción por estacas provenientes de madera madura no tuvo resultados exitosos, lo que condujo a las primeras investigaciones de campo, bajo condiciones semicontroladas.

La primera experiencia práctica se realizó en 1991 cuando una persona de la comunidad, Gloria Mayorga, por iniciativa propia estableció unas estacas de más de un metro de longitud, en condiciones naturales; en poco tiempo las estacas formaron raíces adventicias. Este resultado condujo a establecer un ensayo con estacas de dos tipos: apicales sin brote y sin hojas, de 25 cm de altura; y subapicales sin hojas, de 50 cm de altura. Para cada tipo de estaca se utilizó un tratamiento con un regulador de crecimiento comercial (AIB 0,1% peso, ANA 0,2% peso/peso y Captan 4,04% peso/peso). Se emplearon 50 estacas por tratamiento.

Los resultados muestran una capacidad de enraizamiento de estacas subapicales del 8%, sin regulador y 10% con regulador; las estacas con regulador de crecimiento presentaron mejor calidad de raíz. Las estacas apicales, no respondieron a ningún tratamiento (Ocampo y Solano 1992).

De acuerdo con la experiencia empírica y los resultados de esta investigación, en el futuro se deben evaluar tamaños mayores de estacas (mayor de 50 cm). El uso del regulador comercial no muestra ninguna diferencia significativa para la producción de raíces.

Seudoestacas

Este método corresponde a las prácticas de reproducción sexual, pues la seudoestaca es producto de una semilla sexual y no de parte de un tejido de la planta madre. La modificación responde al tratamiento de manejo para el establecimiento en el campo.

La metodología consistió en seleccionar 50 plántulas entre 30 cm y 40 cm de altura, provenientes de regeneración natural a las cuales se les cortó la raíz pivotante, dejando 15 cm de parte aérea. Posteriormente se sembraron en condiciones semicontroladas bajo sombra de sarán (tela plástica).

Los resultados muestran un prendimiento de 98% de las plántulas, en un tiempo de evaluación de cuatro semanas, durante los dos primeros meses (Ocampo y Solano 1992). Estos resultados son prometedores, ya que están de acuerdo con los procedimientos de producción forestal que busca disminuir costos de producción.

CONCLUSIÓN

Los resultados obtenidos durante cuatro años de investigaciones en la aplicación de diferentes métodos de propagación de *Q. amara* en su ambiente natural muestran que no es difícil iniciar un proceso de domesticación de la especie. Esto no significa que todo esté claro, sino que este es el momento para definir cuál o cuáles métodos de propagación deben estudiarse más profundamente y cuáles deben promoverse, buscando opciones que mejoren los resultados. El primer paso está dado y con resultados bastante exitosos.

De acuerdo con la metodología promovida por el Proyecto Olafo, deben enfatizarse tres elementos:

1. Realizar las pruebas de los métodos de propagación directamente en el ambiente donde crece de forma natural la especie.
2. Aplicar métodos sencillos que puedan ser reproducidos por las comunidades campesinas e indígenas.
3. Promover una amplia participación y aporte de conocimientos por parte de los miembros de las comunidades.

De igual forma, debemos empezar a considerar métodos de reproducción, que debido al prendimiento que presenten y la facilidad de su manejo, no signifiquen grandes costos de producción a nivel de vivero.

BIBLIOGRAFÍA

- AMMOUR, T.; OCAMPO, R.; ROBLES, G. 1994. Caracterización de los sectores asociados a la producción, comercialización y transformación de plantas medicinales en Costa Rica. Turrialba, Costa Rica, CATIE. Proyecto Olafo. 36 p. (Documento de trabajo No. 3) .
- ASOCIACION INTERCIENCIA. 1984. Programa Interciencia de Recursos Biológicos PIRB. Publicación divulgativa del estudio realizado en desarrollo del convenio de cooperación técnica celebrado entre el BID y la Asociación Colombiana para el Avance de la Ciencia ACAC. Editorial Guadalupe, Ltda., Colombia. 239 p.

- ATAL, C.; KAPUR, B. (Eds.) 1982. Cultivation and utilization of medicinal plants. Regional Research laboratory, Council of Scientific and Industrial Research, Jammu-Tawi, New Delhi. 877 p.
- 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.
- FERWERDA, F.; WIT, F. (Eds.) Genotecnia de Cultivos Tropicales Perennes. AGT, Editor, S.A., México. 508 p.
- HARTMAN, H.; KESTER, D. 1985. Propagación de plantas: principios y prácticas. Compañía Editorial Continental, S.A de C.V. (CECSA), México. 814 p.
- OCAMPO, R. 1986. Jardines para la salud. Serie Informativa, Tecnología Apropiaada No. 11. Instituto Tecnológico de Costa Rica. 34 p.
- OCAMPO, R.; VALVERDE, R. 1986. Programa Cooperativo de Investigación en plantas medicinales, especias, colorantes y aromáticas. In Informe anual de Labores (1986), Estación Experimental Fabio Baudrit, Universidad de Costa Rica.
- OCAMPO, R.; MAFFIOLI, A. 1987. El uso de algunas plantas medicinales en Costa Rica. 2 ed. San José, Costa Rica, Trejos Hnos. 100 p.
- OCAMPO, R.; SOLANO, R. 1992. Propagación vegetativa de hombre grande (*Quassia amara* L.) por medio de pseudoestacas. Informe de trabajo. Proyecto Conservación para el Desarrollo Sostenible en América Central. CATIE. 3 p.
- OCAMPO, R.; DIAZ, M. 1992. Métodos de reproducción de dos insecticidas nativos, hombre grande (*Quassia amara*) y riania (*Ryania speciosa*). Informe de trabajo, Proyecto Conservación para el Desarrollo Sostenible en América Central. CATIE. 4 p.
- OCAMPO, R.; DIAZ, M.; MASIS, M.; LING, F.; BARRANTES, J. 1992. Recursos vegetales con actividad biocida nativos del bosque tropical. In Programa y Resúmenes 4o. Congreso Internacional MIP, 20-24 de abril de 1992, El Zamorano, Honduras.
- PALEVITCH, D. 1991. Agronomy applied to medicinal plant conservation. In Akerele, Heywood and Syngé (Eds.) The Conservation of Medicinal Plants, Proceedings of an International Consultation, 21-27 March 1988 held at Chiang Mai, Thailand. Cambridge University Press, New York. 362 p.
- RODRIGUES L., R. 1987. Informacoes sobre duas espécies de Timbó *Derris urucu* (Killip et Smith) MacBr. e *Derris nicou* (Killip et Smith) MacBr., como plantas insecticidas. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária-EMBRAPA-CPATU No. 42. 23 p.
- SCHUMACHER, H. 1991. Biotechnology in the production and conservation of medicinal plants. In Akerele, Heywood and Syngé (Eds.) The Conservation of Medicinal Plants, Proceedings of an International Consultation, 21-27 March 1988 held at Chiang Mai, Thailand. Cambridge University Press, New York. 362 p.

Estado fitopatológico de *Quassia amara*

Amy Wang*, Oscar Castro*

Las observaciones que vamos a presentar son sumamente preliminares y están basadas en un análisis de muestras de *Quassia amara* que provinieron, en su mayoría de la zona Atlántica de Costa Rica. Las muestras fueron colectadas bajo diferentes condiciones de luz (sombra, sombra intermedia y plena luz), y diferentes tipos de suelo, desde pesados con mucha retención de agua hasta livianos y bien drenados. Por el momento, no es posible establecer una correlación entre estos parámetros y la aparición o no de un patógeno.

Una de las enfermedades que se diagnosticó fue la antracnosis, causada por el hongo *Colletotrichum* (especie desconocida) que provoca lesiones foliares de color café, en algunos casos rodeadas por un halo amarillento, en cualquier parte de la lámina. Cuando la lesión se observa por el envés, con la ayuda de un estereoscopio, es posible encontrar los signos del patógeno en forma de acérvulos negros; algunos de ellos con setas. Esta característica es importante ya que ayuda a diferenciarla de otra lesión similar, como veremos más adelante. La lesión se encontró tanto en plantas de vivero como en plantas de siete años de edad.

Una segunda lesión, también foliar, es un daño causado por una bacteria del género *Pseudomonas*. En este caso, la lesión se inicia como una especie de vejiga o abultamiento pequeño de color café.

Otra mancha foliar es causada por el alga *Cephaleurus virescens*; en estados iniciales presenta crecimientos de color anaranjado que posteriormente pueden tornarse a un color verdusco. Al estereoscopio, es posible observar esporangios sobre el alga. Este problema se ha asociado en mango con un mal manejo de copa, exceso de humedad y mala ventilación. Tanto la oscuridad como la humedad favorecen el crecimiento de este patógeno. En realidad, no es un parásito del cultivo ya que puede ser fácilmente eliminado si se raspa la superficie y no se observa daño sobre la hoja; sin embargo, la población puede llegar a ser muy alta y por lo tanto, afectar la actividad fotosintética de la planta.

*Laboratorio de Fitopatología, Universidad de Costa Rica, San Pedro de Montes de Oca, Costa Rica

Otra de las enfermedades detectadas fue una mancha foliar café, redonda, que se ubica la mayoría de las veces en los bordes, pero es posible encontrarla también en el centro de la hoja. La lesión puede alcanzar hasta 1 cm de diámetro. En el diagnóstico patológico no se encontró un microorganismo específico asociado, aunque podría ser un problema de oxidación debido a un daño mecánico, como un piquete de insecto. El tejido de la hoja de *Q. amara* posee gran cantidad de sustancias, posiblemente fenoles, que causan una oxidación bastante fuerte. De hecho, cuando se colocan los trozos de hoja en el medio de cultivo, se crea un área de oxidación.

Un último tipo de lesión, también foliar, de color café, pero extensiva lo asociamos con el hongo *Botryodiplodia*.

Lo más importante que se ha obtenido con este diagnóstico es que bajo condiciones naturales hay una amplia gama de patógenos que afectan a *Q. amara*. En condiciones de cultivo bajo un sistema más uniforme, estos patógenos podrían adquirir mayor desarrollo y ser una limitante para la explotación comercial. Cualquiera de las enfermedades descritas puede volverse importante donde hay aglomeración de plantas. El poner plantas en eras hace que la enfermedad aumente, condición que no se da en plantas que crecen aisladamente.

Todavía queda bastante por hacer; ustedes que están más relacionados con el cultivo, podrían ayudar mucho enviándonos material dañado, para poder formar un cuadro de los patógenos que atacan al hombre grande. Algunos de los que hemos presentado están muy relacionados con el manejo; por ejemplo, el hongo *Botryodiplodia* generalmente ataca bajo condiciones de debilitamiento de la planta. Por otro lado, los problemas con algas y líquenes son manejables con sistemas de cultivo adecuados.

Antes de entrar en grande, por así decirlo, o de hacer proyecciones de cuánto podría ser el rendimiento a obtener en un área determinada se debe tomar en cuenta que, eventualmente, alguno de estos problemas podría presentarse.

En la determinación de las interacciones entre patógenos y hospederos es necesario considerar la mayor cantidad de aspectos: edad de la planta, sombra, humedad relativa, temperaturas.

El manejo de cualquier enfermedad en un cultivo tiene que tratarse en una forma global, donde intervienen no solo productos químicos, sino que además hay que determinar las condiciones que favorecen el desarrollo de la enfermedad y también medir el daño que causa. No se debe dejar de lado estas consideraciones ya que de ello dependen las medidas de combate que se van a implementar. Pero en todo caso, para combatir un patógeno se le debe estudiar de manera integral y determinar los factores de predisposición. En estos momentos, lo único que sabemos es que *Quassia amara* es una planta que posee problemas patológicos que podrían eventualmente volverse importantes.

Estudio ecológico de *Quassia amara* en la Reserva Indígena de Kéköldi, Costa Rica

Francisco Ling*

En la búsqueda de nuevas alternativas para los sistemas de producción de las comunidades locales, el Proyecto Olafo ha puesto especial atención en los productos no maderables del bosque en Talamanca. Desde 1989 se desarrolla una serie de trabajos de investigación y extensión en comunidades locales con la especie *Quassia amara*, con el fin de obtener la información necesaria para utilizarla como insecticida natural. Las actividades realizadas por el Proyecto Olafo para impulsar el hombre grande como un nuevo producto comercial no puede verse como una receta a seguir; sin embargo, la novedosa combinación de los aspectos ecológicos, las comunidades interesadas y los mercados potenciales sí representa un antecedente relevante en el aprovechamiento de productos no maderables del bosque.

Este trabajo se basa en los aspectos metodológicos de las investigaciones realizadas por el equipo del Proyecto Olafo desde 1990 en la región de Talamanca y hace énfasis en los resultados del inventario de *Quassia amara* en la Reserva Indígena de Kéköldi, que incorpora el esfuerzo conjunto de un equipo de trabajo dirigido por Dr. Daniel Marmillod, con la participación de los Ing. For. Ricardo Bedoya y Yorleny Chang.

El área de trabajo se encuentra en el cantón de Talamanca, provincia de Limón, en la Reserva Indígena de Kéköldi ubicada en la costa caribeña en el sureste del país. El sitio de estudio se categoriza como bosque tropical húmedo caliente con temperatura promedio anual de 26°C y una precipitación media anual entre 2000 y 3000 mm.

Quassia amara es conocida en Talamanca como hombre grande, aunque los indígenas la denominan "quini". Su uso como planta medicinal se encuentra bastante difundido, tanto entre la población indígena como entre los afrocaribeños de la costa y los agricultores ladinos de otros sectores del cantón.

Los sitios donde se encuentra hombre grande son muy localizados. La especie presenta fenotipos muy diferentes, desde tallos múltiples en sitios de tacotal con fuerte presión del hombre, hasta arbustos de un solo tallo en sitios sombreados de bosques primarios poco intervenidos.

*Proyecto Olafo, Área Demostrativa Talamanca, Costa Rica

PASOS METODOLÓGICOS

El Proyecto Olafo elaboró una metodología con el fin de recabar información necesaria para llevar a cabo un manejo agroecológico de la especie, por parte de pobladores locales, desde el punto de vista de sustentabilidad económica y ecológica.

En el Cuadro 1 se presentan las investigaciones realizadas en orden cronológico. Los objetivos perseguidos van de lo general a lo específico, de esta manera el diseño y planteamiento de objetivos parten de las necesidades que se presentan en el nivel anterior.

Cuadro 1. Metodología seguida por el Proyecto Olafo para determinar las condiciones ecológicas de *Quassia amara* en Talamanca

Paso metodológico	Metodología	Objetivos
Muestreo exploratorio	11 parcelas en diferentes ambientes (6 en Kékóldi) 100 x 10 m	Conocer las características generales en muchos sitios de forma rápida
	Población muestreada superior a 30 cm de altura	Tomar decisiones sobre el uso de otras metodologías
Determinación de características descriptivas	Levantamiento de 2 parcelas 200 x 50 m en Kékóldi	Obtener información de dap, altura, rebrotes naturales y relaciones con el ambiente
	Observaciones fenológicas de poblaciones en Kékóldi	Obtener información de épocas de fructificación, etapas de crecimiento, etc. para realizar trabajos de reproducción y manejo
	Mapeo de parches en baja Talamanca, mediante recorridos	Obtener la ubicación de poblaciones importantes para luego involucrar a las comunidades
Inventario de <i>Quassia amara</i> en Kékóldi	Muestreo de 100 ha, con 7,5% de intensidad, parcelas circulares de 100 y 10 m ² en 14 líneas de inventario. Población muestreada superior a 50 cm de altura	Obtener información de la especie en relación con abundancias, densidad, características para la producción y relaciones con el ambiente y uso de la tierra

Muestreo exploratorio

El principal objetivo fue conocer y familiarizarse con las características y con el hábitat de la especie. De este contacto inicial depende mucho un buen muestreo posterior; es necesario contar con una metodología muy práctica que permita al investigador obtener las herramientas necesarias para profundizar en la investigación.

Para el muestreo exploratorio se ubicaron los parches boscosos de la Reserva Indígena de Kéköldi, se realizó un levantamiento de seis parcelas de 10 x 100 m, distribuidas en los diferentes parches de bosque primario o secundario. Cada parcela se dividió en subparcelas de 10x10 m, en las cuales se determinó la ubicación, altura y estado fenológico de cada planta de *Q. amara* (Cuadro 2).

Se midieron, además, algunas características cualitativas de las parcelas como tipo de vegetación y entrada de luz, y algunas cuantitativas como altitud y pendiente. Los resultados obtenidos brindaron características físicas de la especie y de su ambiente que permitieron diseñar otras metodologías para profundizar en el estudio de la especie.

Cuadro 2. Comparación de resultados mediante diferentes metodologías aplicadas en Talamanca

Estudio	Resultado
Muestreo exploratorio	Se encuentran en poblaciones muy localizadas en diferentes ambientes, desde 50-250 msnm (Kéköldi)
Características dasométricas	Altura promedio: 1,88 m (n=564) Altura máxima: 6,5 m (n=564) dap promedio: 1,96 cm (n=296) dap máximo: 6,16 cm (n=296)
Observaciones fenológicas	Floración: setiembre-octubre Fructificación: noviembre-mayo Plántulas creciendo debajo de plantas productoras: julio-agosto Crecimiento vegetativo en plantas adultas: abril-setiembre
Mapeo por medio de recorridos	La mayor población se encuentra en la Reserva Indígena de Kéköldi y hay poblaciones importantes en las comunidades de Shiroles y Yorkín
Inventario de <i>Quassia amara</i> en Kéköldi	$d_{0,3}$ cm promedio: 2,18 cm (2030 ejes) $d_{0,3}$ cm máximo: 9,89 cm (2030 ejes) Promedio de ejes/árbol a 30 cm de altura: 1,27 (1603 ind > 50cm) Ejes máximos a 30 cm de altura: 10 ejes

Determinación de características descriptivas

En las poblaciones de hombre grande se buscó cuantificar los aspectos más evidentes que permitieran obtener una idea clara del manejo requerido. De agosto de 1990 a abril de 1991 fueron evaluadas en Kéköldi dos parcelas de 1 ha (50 x 200 m) cada una, divididas en 50 subparcelas de 20 x 10 m.

En cada subparcela se evaluaron los siguientes aspectos físicos: altitud, pendiente, ubicación de la subparcela en la montaña (cima, ladera o falda), hojarasca, penetración de luz según los claros que se forman en el sotobosque, etapa de sucesión en que se encuentra la vegetación en la subparcela (bosque primario, bosque secundario, tacotal o charral).

A todos los individuos mayores de 30 cm de altura se les midió la altura, el dap, altura de rebrote y se tomaron anotaciones fenológicas. Un resumen de los resultados con las características más evidentes se presenta en el Cuadro 2.

El seguimiento fenológico permitió conocer la época de maduración del fruto (utilizable para la confección de viveros), crecimiento del arbusto (información para realizar acodos aéreos, estacas, otros), presencia de plántulas en el suelo del sotobosque (para obtener pseudoestacas). Con estas características se pueden realizar trabajos de germinación y propagación sexual y asexual en la especie.

El mapeo de los parches de *Q. amara* en el sector de trabajo de Baja Talamanca es otra característica importante para el manejo en relación con las comunidades involucradas. El parche más importante en Baja Talamanca se encuentra en la Reserva Indígena de Kéköldi, donde se encontró una extensión de aproximadamente 100 ha con diferentes rangos de abundancia, dependiendo del hábitat (Cuadro 2).

El inventario de *Quassia amara* en Kéköldi

El objetivo de esta etapa era obtener los datos necesarios para diseñar un plan de manejo para la especie. Con ese fin, se hizo una poligonal alrededor del área donde se encontraron individuos de *Q. amara*, aproximadamente 96 ha; en esta área se realizó un muestreo cada 25 m mediante parcelas circulares de 10 ó 100 m² (763 parcelas), según la densidad y el ambiente evaluado en 14 líneas de inventario paralelas entre sí y a 100 m de distancia (intensidad de muestreo 7,5% del área).

El inventario también incluyó un muestreo de características de producción; la más importante fue el diámetro del tallo. Este se midió en cada eje de la planta a una altura de 30 cm, primero porque este diámetro dio la mejor relación con la biomasa aérea (Villalobos!) y segundo, porque los árboles cosechados siempre se cortan sobre los 30 cm por lo que el tocón mantiene ese diámetro como referencia en el campo.

Tallos para la producción

El área total en la que se realizó esta etapa del inventario fue de 100 ha, en la que se muestreó el 7,5% y se encontró un total de 1603 individuos con 2030 ejes (Cuadro 2).

La población muestreada se dividió en tres categorías de edad: los adultos potencialmente cosechables presentan medidas desde 2 cm de diámetro a 1 m de altura (mayor de 2,4 cm de diámetro a 30 cm de altura); los juveniles se dividen en aprovechables a corto y a largo plazo (Cuadro 3).

Los ejes, desde el punto de vista del aprovechamiento, se dividieron en cuatro categorías: tallos sanos bien formados con un diámetro adecuado para la corta, tallos con cicatrices o malformaciones pero que se han recuperado y pueden ser aprovechados, ejes cosechados anteriormente, y por último, tallos con problemas o daños que los hacen inutilizables (Cuadro 3).

Solo un tercio de los tallos representa la población adulta aprovechable; el resto pertenece a las categorías de ejes juveniles. Los ejes que han sido cortados para comercializarlos representan el 8% del total de ejes aprovechables.

Los tallos dañados se deben a accidentes propios en el hábitat, como la caída de troncos y ramas en el bosque, y a la acción del hombre en tacotales y huertos. Estos tallos representan el 18,5% del total (260,4 ejes/ha); el 15% de ellos tienen suficiente diámetro como para ser considerados utilizables (101,3 ejes/ha).

Cuadro 3. Existencias de tallos de *Quassia amara* en 100 ha de la Reserva Indígena de Kéköldi [N total / (N ha)]

Tipo de tallos	Tallos de población juvenil		Población adulta en producción $d_{0,3} > 24$ [mm]	Totales
	$d_{0,3} \leq 12$ [mm]	$12 < d_{0,3} < 24$ [mm]		
Sanos aprovechables	6395 (63,8)	6100 (60,9)	6301 (62,9)	18796 (187,7)
Dañados utilizables	0	13 (0,1)	1622 (16,2)	1635 (16,3)
Dañados inutilizables	2252 (22,5)	1072 (10,7)	1517 (15,1)	4841 (48,3)
Aprovechados anteriormente	40 (0,4)	53 (0,5)	710 (7,1)	803 (8,0)
Totales	8687 (86,7)	7238 (72,3)	10150 (101,3)	26075 (260,4)

Muestra: 2030 ejes ≥ 50 cm de altura en 7 468 ha (intensidad de muestreo 7,5%)

Distribución de *Q. amara* por ambientes

Durante el levantamiento del inventario se consideró para cada parcela el tipo de ambiente y la posición topográfica; además, se registró la pendiente promedio, la altura del dosel y las especies más comunes. Las variables anteriores permitieron caracterizar los ambientes en que crece *Q. amara*. El Cuadro 4 presenta la densidad de *Q. amara* por ambiente caracterizado en Kéköldi.

Cuadro 4. Densidad de *Quassia amara* por ambientes en el área de presencia efectiva de la especie en Kéköldi

	Área (ha)	Densidad (ind/ha)
Bosque	34,4	409
Bosque secundario	2,5	480
Tacotal	19,8	887
Cacao abandonado	1,1	344
Cacao	2,0	212
Huerto	3,0	221
Potrero	0,1	300
Total	62,9	545

Bosque

Los bosques son sistemas algo intervenidos pero que mantienen sus características o estratos originales bien definidos. El estrato superior tiene una altura promedio de 15 m (n=466 parcelas), es representado por especies abundantes como el gavián (*Pentaclethra macroloba*), chontas (*Iriarteia gigantea* y *Socratea durissima*) y otras menos abundantes como anonillos (*Rollinia pitierii*), frutas (*Virola* spp), caraño (*Trattinnickia aspera*), caobilla (*Carapa guianensis*), almendro (*Dypteris panamensis*), jabillos (*Hura crepitans*) y guayabón (*Terminalia* sp). El estrato intermedio no está muy bien definido; allí dominan especies como *Ryania speciosa*, cacao de mono (*Herrania purpurea*), *Carpotroche platiptera*, *Siparuna* sp, arbustos de las familias Melastomataceae, Rubiaceae y Urticaceae (especialmente en las zonas bajas) y gran variedad de palmas y lianas. En el estrato inferior se encuentran sainillo (*Dieffenbachia* sp) especialmente en las laderas y pie de monte, platanillas (*Heliconia* spp y *Calathea* spp), *Piper* sp, helechos y *Zamia skinneri*.

Bosque secundario

Son sitios que se utilizaron para la agricultura y que han sido abandonados por muchos años, de forma que han recuperado la estructura de un bosque pero sin árboles altos. La altura promedio es de 10 m (n= 19 parcelas). Allí se encuentran especies como gavilán, palmas pequeñas, *Warscewiczia coccinea*, chontas juveniles, jabillos, *C. platiptera*, guabas (*Inga* spp), *Costus* sp, helechos, *Z. skinneri* y bejucos.

Tacotal

Se encuentra en sitios que estuvieron dedicados a la agricultura, pero que fueron abandonados recientemente; todavía es posible encontrar vestigios de cultivos como el cacao (*Theobroma cacao*) y la yuca (*Manihot sculenta*). El tacotal no ha recuperado la estructura del bosque; tiene una altura promedio de 7,5 m (n=185 parcelas) con las siguientes especies: gavilán, laurel (*Cordia* spp), *Inga* sp, guarumos (*Cecropia* spp), balsos (*Ochroma pyramidale*) y en la parte inferior platanillas, melastomataceas, bejucos, *Piper* sp, *Costus* sp, *Psychotria* spp, urticaceas, jabillos y algunas palmas.

Cacao abandonado

Son plantaciones abandonadas que han perdido su estructura; tienen una altura promedio de 5 m (n= 19 parcelas) en donde, además de árboles de cacao, han proliferado especies como laurel, *Inga* spp, guarumos, *Hibiscus* sp, *Piper* spp y se encuentran especies útiles como pejibaye (*Bactris gasipaes*), banano (*Musa* sp) y otros frutales.

Cacao

Son plantaciones que los indígenas mantienen poco asistidas pero no han perdido su estructura de cultivo, la altura promedio es de 5 m (n= 15 parcelas). Allí se encuentran especies naturales como laureles y guarumos, y cultivadas como banano, pejibaye, frutales y ñampí.

Huerto

Es un sistema de plantas útiles, algunas cultivadas y otras propias del bosque, que manejan los indígenas cerca de sus casas. Entre las especies se encuentran diferentes variedades de musáceas (banano, cuadrado, etc.), yuca, caña (*Saccharum officinarum*), jengibre (*Zingiber officinale*), pejibaye, malanga (*Colocasia sculenta*), cocos (*Cocos nucifera*), cítricos (*Citrus* sp), café (*Coffea arabica*), guayaba (*Psidium guajaba*) y algunos árboles maderables que han sido conservados, como cashá (*Pithecelobium seudotamarindus*), laurel y anonillos.

Según las prácticas agrícolas de los propietarios, se pueden encontrar ambientes negativos o favorables para *Q. amara*: negativos donde existe la especie naturalmente pero que es cortada por el indígena, y favorables donde el indígena, por una motivación económica, la mantiene en combinación con otros cultivos.

Potrero

Solo existe una propiedad que mantiene pastos para ganado vacuno y que puede considerarse como un potrero. En este, además del pasto, la especie más abundante es el tuete (*Vernonia* sp).

De las 100 hectáreas inventariadas, solo en 62,9 ha se encontró cuasia, con diferentes densidades según los ambientes. Se destaca el ambiente de tacotal con casi el doble de individuos por hectárea, pero que representa solo el 30% del total, como se muestra en el Cuadro 4. La distribución demuestra que la especie prefiere determinados sistemas (Fig 1); *Q. amara* está ausente de las partes bajas donde corren las quebradas.

Distribución de *Quassia amara* según estratos topográficos

Pero los ambientes por sí solos no explican la ausencia de *Q. amara*. La variable "posición topográfica" contribuye considerablemente a explicar la presencia de la especie; veamos los sistemas que se forman en los diferentes estratos topográficos:

Cima

Parte alta de las montañas, con terrenos de 23% de pendiente promedio (n=107 parcelas).

Lomo de cima

Partes altas de las pequeñas estribaciones que llegan a formar una montaña, con un promedio de 22% de pendiente (n=66 parcelas).

Ladera

Terrenos con fuertes pendientes, promedio de 41% (n= 421).

Terraza en laderas

Terrenos de poca pendiente que interrumpen una ladera; en promedio, el porcentaje de pendiente es de 15% (n= 50).

Pie de monte

Parte baja de las montañas, donde se juntan las pequeñas quebradas formando otras mayores; son terrenos con un promedio de pendiente de 19% (n= 119).

La presencia de cuasia por parcelas muestra tendencias muy claras: las partes altas de las montañas, cimas y lomos de cimas porcentualmente tienen mayor presencia de hombre grande que los sectores bajos, tendencia que se repite para cada uno de los diferentes ambientes (Cuadro 5).

Por otra parte, ambientes como bosque secundario mantienen mayor presencia de *Q. amara*, al igual que otros ambientes que cuentan con buena entrada de luz (Cuadro 5).

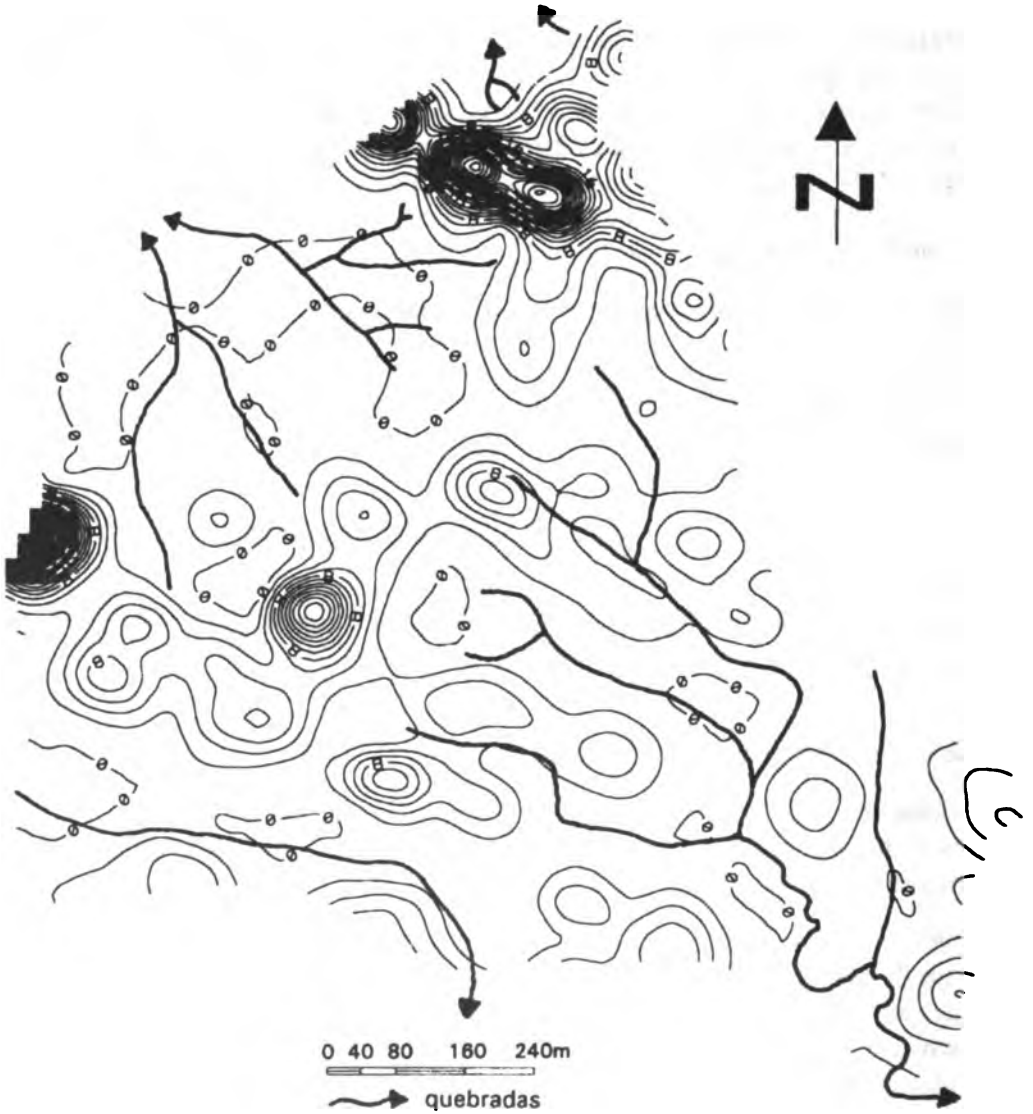


Fig 1. Distribución de densidades de *Quassia amara* en 100 ha de la Reserva Indígena de Kéköldi, Talamanca (isolíneas de densidad cada 2 individuos/100 m²)

Cuadro 5. Presencia de *Quassia amara* en relación con la posición topográfica y el ambiente [número de parcelas / (porcentaje de presencia de *Q. amara*)]

	Cima	Lomo de cima	Ladera	Terraza en ladera	Pie de monte	Total
Bosque	53 (88,7)	45 (66,7)	263 (35)	23 (56,5)	81 (18,5)	465 (42,5)
Bosque secundario	3 (100,0)	1 (100,0)	5 (100,0)	1 (100,0)	9 (66,7)	19 (84,2)
Tacotal	42 (95,2)	13 (84,6)	97 (48,5)	20 (25,0)	13 (7,7)	185 (56,2)
Cacao abandonado	0	0	13 (38,5)	0	6 (0,0)	19 (26,3)
Cacao	1 (100,0)	3 (100,0)	9 (55,6)	2 (0,0)	0	15 (60,0)
Huerto	4 (50,0)	3 (33,3)	25 (20,0)	4 (0,0)	7 (0,0)	43 (18,6)
Potrero	2 (50,0)	1 (0,0)	2 (0,0)	0	0	5 (20,0)
Ambiente negativo por acción del hombre	2 (100,0)	0	7 (28,6)	0	3 (0,0)	12 (33,3)
TOTAL	107 (89,7)	66 (69,7)	421 (38,2)	50 (38,0)	119 (18,5)	763 (45,1)

Desarrollo de *Q. amara* en relación con ambiente y posición topográfica

Al cruzar ambientes con posición topográfica, se evidencia que el hombre grande es una especie que se ve favorecida en sitios de buena penetración de luz, como en las partes altas de los bosques secundarios y tacotales; por el contrario, en sitios bajos de pie de monte con poca penetración de luz, como en los bosques, la presencia de la especie baja considerablemente.

Está claro, entonces, que la especie prefiere algunos sitios sobre otros; pero, ¿serán sus características físicas diferentes entre estos ambientes?. Para responder esta pregunta se analizó el diámetro de los tallos y su número por individuo (Cuadros 6 y 7).

Con respecto al diámetro de los tallos (Cuadro 6) no se observan diferencias claras entre los ambientes, pero sí en cuanto a posición topográfica. En sitios bajos, como pie de montaña, los diámetros son mayores; en las partes altas, como en las cimas, los diámetros son menores, pero la cantidad de individuos es mucho mayor lo que ratifica las observaciones de gran regeneración que se nota en el campo.

Cuadro 6. Diámetros medios de los ejes de *Quassia amara* en relación con la posición topográfica y el ambiente [$d_{0,3}$ (n)]

	Cima	Lomo de cima	Ladera	Terraza en ladera	Pie de monte	Total
Bosque	2,34 (328)	2,36 (158)	2,17 (327)	2,51 (61)	2,84 (66)	2,33 (930)
Bosque secundario	2,83 (29)	1,77 (5)	1,84 (15)	2,23 (21)	2,99 (42)	2,6 (112)
Tacotal	1,91 (482)	1,91 (68)	2,11 (243)	2,32 (28)	1,72 (1)	1,98 (822)
Cacao abandonado	-	-	2,49 (22)	-	-	2,49 (22)
Cacao	0,74 (1)	2,06 (8)	1,15 (31)	-	-	1,32 (40)
Huerto	2,95 (53)	1,24 (3)	2,15 (27)	-	-	2,62 (83)
Potrero	1,33 (13)	-	-	-	-	1,34 (13)
TOTAL	2,15 (906)	2,20 (232)	2,08 (673)	2,41 (110)	2,08 (109)	2,18 (2030)

En cuanto al número de tallos por individuo (Cuadro 7), se observa que en los ambientes donde la acción agrícola del hombre es mayor, la cantidad de tallos por planta es más alta. Al comparar tacotal y bosque, ambientes con una buena muestra de individuos evaluados, se observa que para cada una de las combinaciones de ambiente y posición topográfica, con excepción del pie de monte, el tacotal presenta promedios mayores que el bosque.

LOS DUEÑOS DEL TERRENO Y SU ACCIÓN SOBRE *Q. amara*

No se puede ignorar la relación de los pobladores con el recurso, por lo que durante el inventario se tomaron en cuenta las opiniones y puntos de vista de los propietarios del terreno. Si bien en Kéköldi los terrenos son comunales, estatus legal de las reservas indígenas, cada familia trabaja un área que es considerada como propia.

Las parcelas muestreadas en manos de algún indígena representaron el 5,74% del área del parche y se encuentran destinadas principalmente a huertos (74% en huertos).

Cuadro 7. Número promedio de ejes por individuo de *Quassia amara* en relación con la posición topográfica y el ambiente [promedio de ejes por ind./ (n)]

	Cima	Lomo de cima	Ladera	Terraza en ladera	Pie de monte	Total
Bosque	1,21 (270)	1,08 (137)	1,08 (302)	1,03 (59)	1,12 (59)	1,12 (827)
Bosque secundario	1,81 (16)	1,25 (4)	1,00 (15)	1,31 (16)	1,23 (34)	1,32 (85)
Tacotal	1,42 (340)	1,48 (46)	1,46 (166)	1,17 (24)	1,00 (1)	1,42 (577)
Cacao abandonado	-	-	1,20 (25)	-	-	1,20 (25)
Cacao	1,00 (1)	1,00 (16)	1,29 (24)	-	-	1,21 (31)
Huerto	1,51 (35)	1,50 (2)	1,69 (16)	-	-	1,57 (53)
Potrero	4,33 (3)	-	-	-	-	4,33 (3)

Los familias dueñas de los diferentes terrenos ejercen presiones diferentes sobre el recurso; hay sitios donde la especie es aceptada y otros donde es combatida (Cuadro 5). Sin embargo, esta diferencia en cuanto al tratamiento que recibe no influye sobre la presencia de la especie, como se observa al comparar ambiente negativo con huertos. Actualmente los indígenas que favorecen la especie han dejado de cortarla, pero los periodos no son tan diferentes a los de las familias que mantienen los ambientes negativos, por lo que en ambos lugares las plantas crecen a partir de muchos rebotes.

La respuesta del hombre grande en sitios disturbados va en beneficio de la producción de madera, ya que además de la densidad, el número de tallos por individuo también aumenta. Sin embargo, no hay que separar estos ambientes de la acción de los indígenas. Dentro del parche de Kéköldi encontramos familias a las cuales les interesa el manejo de la especie y por ello han cambiado su actitud en beneficio de la cuasia; pero hay otras que no le dan importancia y siguen manteniendo sus huertos y zonas de trabajo como ambientes negativos para la especie.

Las investigaciones con *Q. amara* sugieren que el manejo de la especie, desde el punto de vista de utilización de madera, debe ir encaminado al aumento de poblaciones en áreas disturbadas de alta penetración de luz y que una excelente forma de manejo es mediante los rebotes de los tallos. Sin embargo, estas afirmaciones deben corroborarse con la producción de principios activos utilizables en la madera, ya que actualmente no conocemos la producción de principios químicos de la especie en los diferentes ambientes.

Plan de aprovechamiento sostenible de *Quassia amara* en la Reserva Indígena de Kéköldi

Daniel Marmillod*,
Yorleny Chang*, Ricardo Bedoya*

INTRODUCCIÓN

El hombre grande (*Quassia amara*) pertenece desde tiempos inmemoriales a la farmacopea popular latinoamericana y del Caribe. Sin embargo, la demanda comercial en Costa Rica por el producto "medicinal" no superaba los 200 kg de madera seca al año en 1992 (Ocampo 1995) y era fácilmente cubierta por las cosechas extractivistas tradicionales. Aunque se desconoce objetivamente el impacto de dichas cosechas sobre las poblaciones naturales de la especie, no debe ser muy grande, si se considera la estabilidad de la oferta y la amplia distribución del hombre grande en el país.

La aptitud de *Q. amara* como insecticida natural fue reconocida en el transcurso del siglo XIX; la madera de la especie fue exportada a Estados Unidos y Europa durante las primeras décadas del siglo XX para este uso. Debido a que otra simaroubacea del Caribe con propiedades similares (*Picrasma excelsa*) también fue exportada como insecticida bajo el mismo nombre comercial¹, existe una confusión en los registros del comercio mundial, por lo que es muy difícil determinar los volúmenes específicos de la especie que fueron extraídos, y por lo tanto, el impacto de esta actividad sobre las poblaciones del hombre grande en ese entonces. Durante los años 50, insecticidas sintéticos baratos suplantaron la especie en el mercado, la cual dejó de exportarse por completo (numerosos autores citados por Brown 1995).

Recientemente, la demanda por "productos orgánicos" ha tenido un auge en las naciones industrializadas, por eso fue que alguna empresa se interesó en volver a procesar y comercializar el hombre grande para tal fin. En caso de tener éxito este nuevo producto "insecticida", las condiciones de demanda por la especie son susceptibles de cambiar drásticamente: requerimientos de abastecimiento mayor y constante, con el consiguiente efecto destructor sobre las poblaciones naturales si la cosecha sigue en el marco extractivista actual.

*Proyecto Olofo, CATIE, Turrialba, Costa Rica

¹La "cuasia de Jamaica" proviene de la madera de *Picrasma excelsa*, mientras que la "cuasia de Surinam" es de *Quassia amara* (Trease y Evans 1988)

El presente estudio nació por esta problemática. Una pequeña empresa fitofarmacológica nacional dedicada a la exportación de materia prima hacia Estados Unidos ofreció comprar 500 kg de hombre grande mensualmente a la comunidad indígena de Kéköldi, dueña de un parche de *Quassia amara* de unas 100 ha, para realizar pruebas de introducción del producto "insecticida" en el mercado norteamericano. Esta demanda planteó la siguiente pregunta a los agricultores usuarios del bosque de la Reserva:

- * ¿Permite la población natural de hombre grande en Kéköldi aprovechar mensualmente dicha cantidad de manera sostenible; es decir, de manera durable en el tiempo, o tal aprovechamiento tendrá que interrumpirse después de algunos meses por desaparición del recurso comercializable?

Este plan de aprovechamiento sostenible, que presenta una propuesta de uso ordenado y durable del hombre grande dentro del parche que forma la especie en las tierras de la Reserva Indígena de Kéköldi, trata de responder a las siguientes preguntas:

- * ¿Cuál es el tipo de producto que debe ofrecer a la venta el agricultor silvicultor, tomando en cuenta las características de crecimiento de la especie y las exigencias del mercado?
- * Habiendo definido el producto, ¿cuáles son las existencias aprovechables en el parche de Kéköldi?
- * Con base en el crecimiento biológico de la especie y la disponibilidad de fuerza de trabajo, ¿cuál es la posibilidad de cosecha sostenible?
- * ¿Qué sistema silvicultural elegir para fomentar el desarrollo de los tallos de futura cosecha, tomando en consideración los ambientes donde crece *Quassia amara*?
- * ¿Cómo organizar el proceso de aprovechamiento?
- * ¿Qué falta investigar para afianzar la presente propuesta?

Asimismo, esta propuesta no solamente analiza y discute resultados, sino también introduce las herramientas metodológicas desarrolladas en el transcurso de la investigación.

EL PRODUCTO QUE SE COSECHA EN EL BOSQUE

Definición

En una economía de mercado, las especificaciones de un producto que constituye la materia prima para elaborar otro producto, como la madera para papel por ejemplo, representan un compromiso entre las exigencias del industrial procesador (por ejemplo, madera sin ataques de hongos y dimensiones apropiadas para su maquinaria) y los deseos

del productor primario (colocar un máximo de la oferta producto de su manejo, por ejemplo individuos de raleo). En el caso del hombre grande, materia prima de un insecticida, muy pocas especificaciones han sido definidas hasta la fecha.

Actualmente, la operación de compra/venta se basa en el peso del producto al momento de la entrega en la planta procesadora. El contenido de humedad de la madera no interviene en la formación del precio, y la empresa procesadora no exige diámetros mínimo/máximo, ni largo estandar de los trozos, ni tampoco una madera exenta de hongos. Esta falta de normas se explica porque se trata de un producto aún en prueba, pero la expansión del mercado conllevará seguramente al industrial a precisar sus especificaciones del producto.

El agricultor silvicultor trabaja hoy para cosechar dentro de algunos años; por lo tanto, es imprescindible hacer desde ya reflexiones acerca de lo que debe producir con buenas posibilidades de venta futura, sin esperar a que el industrial establezca sus pautas. En este contexto, parece lógico pensar que la industria priorizará la compra de materia prima que contenga el máximo de principios activos por unidad de peso, ya que son justamente los principios activos lo que vende después.

De manera general, es de esperar eventuales diferencias en el contenido de principios activos a tres niveles: en las plantas, entre plantas y entre poblaciones. Ya que el presente estudio no pretende orientar la política de compra del agroindustrial, sino el proceso de producción del agricultor talamanqueño, el nivel población no interesa, salvo para mencionar que en relación a las demás poblaciones de la especie en el país, *Quassia amara* en Kéköldi presenta altos contenidos de cuasina y neocuasina en sus tejidos (Villalobos 1995), lo que pudiera darle una ventaja comparativa algún día.

Dentro y entre plantas, Villalobos (1995) ha demostrado que la mayor cantidad de cuasinas y neocuasinas se encuentra en la madera vieja (la madera de las ramas gruesas) de las plantas de mayores dimensiones (Figs. 1 y 2). Este resultado permite precisar el tipo de producto que debería fomentar el silvicultor pensando en el industrial.

Q. amara rebrota muy bien, aún en condiciones de sotobosque (Brown 1995), por eso Barrantes *et al.* (1994) recomiendan que "la capacidad de rebrote de esta especie debe aprovecharse para su manejo". Tomando en consideración esta propiedad, el resultado de Villalobos sugiere priorizar la producción de poco material grueso en vez de mucho material delgado, o sea de limitar el número de retoños que produce cada eje cortado.

Por otro lado, la especie reduce su capacidad de rebrote a medida que el corte se ejecuta más cercano del suelo, por lo que Brown (1995) propone dejar tocones de por lo menos 50 cm de alto.

Tomando en cuenta los elementos expuestos, el producto que ofrece el agricultor de Kéköldi es el siguiente: *biomasa leñosa fresca de Quassia amara cosechada encima de 50 cm de altura, con corteza, proveniente de ejes que han alcanzado por lo menos 2,5 cm de diámetro a la altura de corta* (simbolizado en este documento por B_{+0.5}).

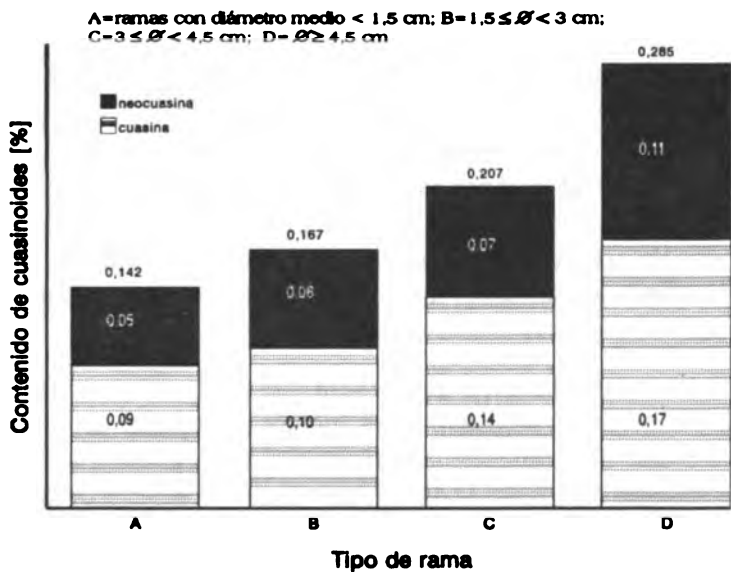


Fig 1. Contenido de cuasinoides en distintos tipos de ramas de un arbusto de *Quassia amara*, expresado en porcentaje del peso de la madera seca (adaptado de Villalobos 1995)

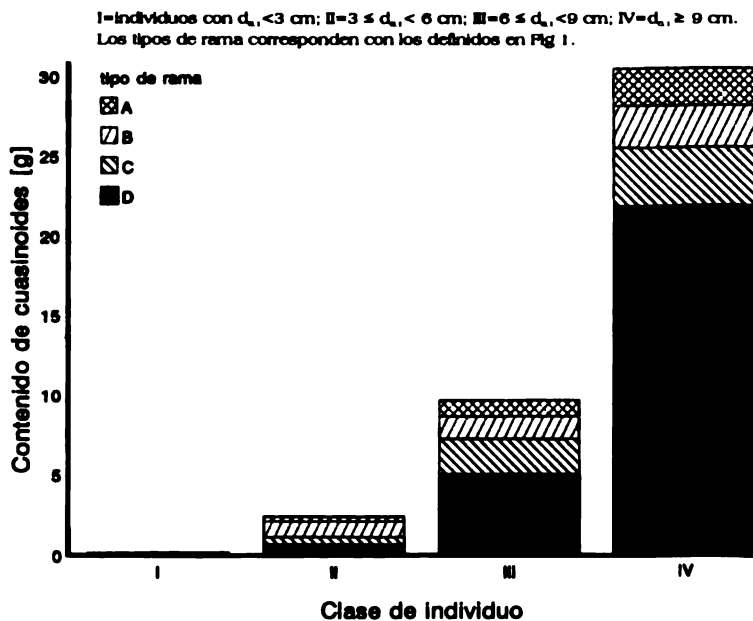


Fig 2. Contenido medio de cuasinoides en arbustos de *Quassia amara* de dimensiones crecientes (adaptado de Villalobos 1995)

Dos elementos de esta definición requieren aclararse:

- 1) El peso fresco, medida inestable en el tiempo, ya que la madera verde pierde peso hasta alcanzar su estado de equilibrio higroscópico. La madera del hombre grande presenta un contenido de humedad de 40% en estado verde (Villalobos 1995), o sea que su peso disminuirá casi a la mitad durante el proceso de secado. Para evitar discordias entre vendedor y comprador, será necesario que, previo a cualquier operación comercial, estos actores se pongan de acuerdo sobre precio y condiciones de humedad de la madera para las cuales se fija el precio. Mientras tanto, el peso fresco representa para el agricultor la medida más fácil.
- 2) El diámetro mínimo que debe tener un eje para que sea considerado aprovechable. Los resultados sobre contenidos de cuasinoides incitan a proponer un diámetro mínimo de corta mayor a 2,5 cm. Sin embargo, las existencias de biomasa leñosa encima de 50 cm de altura en los bosques de Kéköldi se distribuyen diamétricamente de la siguiente manera: 25% de la biomasa es producida por ejes de 1 a 3,5 cm de diámetro, 25% por ejes de 3,5 a 5 cm, 25% por ejes de 5 a 6,5 cm y el 25% restante por ejes de 6,5 hasta 10 cm. Mientras no existan normas de calidad del producto establecidas de mutuo acuerdo, el agricultor está interesado en que un máximo de su oferta pueda venderse, lo que explica la elección de 2,5 cm: 90% de la biomasa leñosa encima de 50 cm de altura califica así para la venta.

Método de estimación de la biomasa leñosa fresca encima de 0,5 m de altura sobre el nivel del suelo

Para estimar el producto definido se desarrolló una función de biomasa; siguiendo una recomendación de Stewart *et al.* (1992), se eligieron como parámetros observables el diámetro de cada eje a 0,3 m sobre el suelo ($d_{0,3}$) y su altura total (h).

Como base de información, se seleccionaron al azar 51 individuos no perturbados por el hombre en los bosques de Kéköldi, procurando una representación adecuada de los tamaños (diámetros) presentes en la población. Se midió diámetro y altura de cada individuo, antes de cortarlo a 50 cm de altura sobre el nivel del suelo; en el campo se pesaron troncos y ramas deshojadas siguiendo la metodología descrita por Villalobos (1995); el material astillado se secó en un horno a 50°C con flujo de aire durante 72 horas para determinar el peso seco.

Con ayuda del módulo VOLDAS del Palmer's Statistical Package¹ (PSP) se evaluaron luego varios modelos de regresión posibles.

¹ Heather J. Palmer, Tropical Forestry and Computing Ltd., Oxford, Inglaterra.

Tomando en cuenta los requerimientos de las distintas investigaciones biológicas en curso sobre *Q. amara* en Talamanca, que abarcan tanto caracterizaciones puntuales de existencias como estudios de crecimiento, y ante los problemas estadísticos de ajuste encontrados, se buscaron diferentes funciones dependiendo del campo de uso en el futuro.

En *inventarios con fines de manejo*, donde la velocidad de ejecución está en relación inversa al costo, se decidió no medir altura y desarrollar una función con base en la observación de $d_{0.3}$ únicamente, aplicable al conjunto de individuos con diámetro mayor a 2 cm, ya que por definición el producto proviene de ejes que han alcanzado por lo menos 2,5 cm de diámetro a la altura de corta. Dentro de este marco, el modelo de regresión de mejor ajuste, siguiendo al índice de Furnival, es el siguiente:

$$B_{+0.5} = 0.238107 - 0.433307 * d_{0.3} + 0.222039 * d_{0.3}^2 \quad [1]$$

donde $d_{0.3}$ en cm y $B_{+0.5}$ en kg.

En *estudios de crecimiento* (monitoreo de parcelas permanentes de control), basados siempre en pocos individuos, y en los que la precisión y sensibilidad son más importantes que los costos, se optó por una función con base en la observación de $d_{0.3}$ y h , aplicable a todos los individuos sin excepción, ya que no interesa la biomasa realmente cosechable, sino como va aumentando esta biomasa. Se definió así como universo de aplicación el conjunto de individuos con diámetros superiores a 0 e inferiores a 6 cm. Dentro de este marco, el modelo de regresión de mejor ajuste, siguiendo al índice de Furnival, es el siguiente:

$$\ln(B_{+0.5}) = -3.82967 + 2.28302 * \ln(d_{0.3}) + 1.00253 * \ln(h) \quad [2]$$

donde $d_{0.3}$ en cm, h en m y $B_{+0.5}$ en kg.

EXISTENCIAS DE *Quassia amara* EN KÉKÖLDI

Un conocimiento fiable de las existencias productivas constituye uno de los requerimientos para concebir un plan de aprovechamiento sostenible de cualquier recurso natural renovable. Al iniciar este trabajo sobre el hombre grande en Kéköldi, solo conocíamos generalidades. Así, se aceptaba que *Q. amara* ocurre en parches, o sea que se presenta en poblaciones disyuntas; en Baja Talamanca, se habían identificado y diferenciado parches en Kéköldi, Yorkín y Shiroles (Ling citado por Brown 1995). Pero al tratar de definir mejor la estructura del parche de Kéköldi, la información era menos precisa: una superficie de unas 100 ha en forma de ameba, con individuos más desarrollados en las cimas de las montañas que en pie de monte, y densidades entre ningún individuo hasta 410 individuos por hectárea (Barrantes *et al.* 1994). Sin embargo, y en aparente contradicción, los mismos autores afirmaban que "la parcela donde se encontró mayor agrupación de individuos está en pie de

monte, con poca penetración de luz y en bosque secundario". Otra información precisa, pero muy puntual, reportaba 813 individuos por ha en un tacional donde se había realizado una extracción piloto (Amarilla y Bedoya 1994). Basándose en conteos realizados durante aprovechamientos anteriores, técnicos de Olafo hablaban de densidades de hasta 10000 ejes por ha.

Las enormes diferencias en las densidades observadas, en un bloque de información de por sí lagunaria, habían repercutido en el ánimo de los investigadores de Olafo: estaba el grupo de muy entusiastas, encontrado con el clan de los resueltamente incrédulos. Es en este contexto que se planificó el inventario de *Q. amara* en Kéköldi, con los objetivos de

- * determinar la ubicación y superficie del área naturalmente productiva;
- * controlar la homogeneidad del área antes determinada en cuanto a abundancia del recurso, para diferenciar estratos de densidad;
- * estimar las existencias del producto en cada estrato;
- * recolectar información para entender mejor las posibles razones de la distribución espacial de *Quassia amara* en el parche de Kéköldi.

Diseño del inventario

Se sabía que la población de *Q. amara* en Kéköldi era un parche, pero la imposibilidad de ubicarlo en un mapa hizo que primeramente lo delimitáramos por medio de una poligonal, que se trazó con ayuda de lugareños, alrededor del área donde la especie se presentaba, según ellos. Posteriormente se trazó una línea base central y cada 100 m, líneas de inventario perpendiculares a la base hasta los límites de la poligonal. En los tres tipos de líneas, se midió azimut, distancia y pendiente, además de anotar la posición de las quebradas y caminos.

A lo largo de cada una de las líneas de inventario se establecieron puntos de muestreo cada 25 m. Por conocimiento de las diferencias de densidad ya mencionadas, y para no tener que medir en una parcela más de 100 individuos, pero sí tener la posibilidad de medir por lo menos uno donde la especie era poco frecuente, se optó por una estructura variable de cada punto de muestreo, en función de la abundancia del recurso en el sitio. Es así que en cada punto, se debió elegir entre instalar una sola parcela central o dos parcelas ubicadas a 10 m a ambos lados de la línea, y qué superficie de parcela levantar, entre tres dimensiones posibles (10 m², 50 m², 100 m²), aplicando el proceso de decisión esquematizado en la Fig. 3. Para facilidad del trabajo, las parcelas siempre fueron circulares en vista del tamaño reducido.

Con esta metodología se levantaron en setiembre 1994, 824 parcelas cuya superficie representa un 6,8% del área por manejar. Los lugares con densidades altas de *Q. amara* son pocos, ya que sólo en 9% de los puntos de muestreo se instalaron parcelas centrales; asimismo, 98% de las parcelas fueron de 100 m².

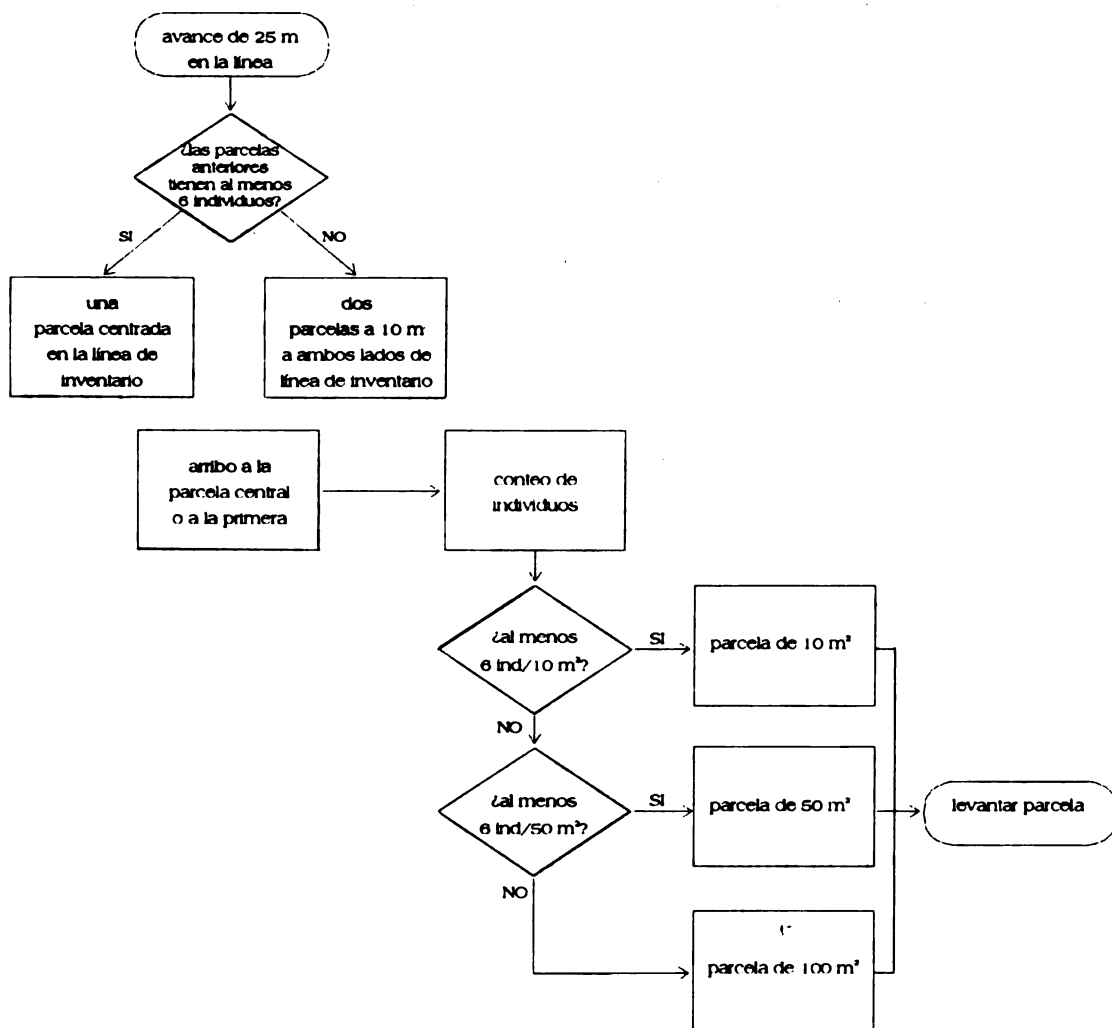


Fig 3. Proceso de decisión para el establecimiento de parcelas en las líneas de inventario

Las variables observadas o medidas en cada parcela se presentan en el Cuadro 1. Se midieron todos los individuos con $h > 0,5$ m. La unidad de observación fue el tallo diferenciado a 30 cm de altura sobre el suelo, aplicando el conjunto de mediciones a cada uno, pero identificando los que pertenecían a un mismo individuo. El diámetro $d_{0,3}$ corresponde a una recomendación de Stewart *et al.* (1992); el número de ejes aprovechables complementa $d_{0,3}$ para definir si el tallo es realmente aprovechable. La elección del diámetro mayor a 2 cm a una altura de 1 m, como criterio de aprovechabilidad del tallo, es arbitrario; de momento no se cuenta con ningún estudio de forma del fuste para tener certeza de la equivalencia entre $d_{0,5} = 2,5$ cm y $d_{1,0} = 2$ cm.

Cuadro 1. Variables observadas o medidas en cada parcela de muestreo

Variable	Descripción definición
DE PARCELA	
ambiente	caracterización de la clase de vegetación mayor en la cual está inmersa la parcela: bosque, bosque secundario, tacotal, cacaotal abandonado, cacaotal, huerto, potrero
altura del dosel	altura media del techo de la vegetación mayor, en metros por estimación ocular del inventariador
posición topográfica	caracterización de la posición de la parcela en la topografía: cima, lomo de cima, planicie en ladera, ladera y pie de monte
pendiente	pendiente mayor del terreno, en porcentaje con clinómetro
DE CADA TALLO DE UN INDIVIDUO DIFERENCIADO A 30 CM DE ALTURA SOBRE EL SUELO	
$d_{0,3}$	diámetro del tallo a una altura de 30 cm sobre el suelo, en mm con vernier
número de ejes aprovechables	cantidad de ejes aprovechables que presentan un diámetro ≥ 2 cm a 1 m de altura
índice de utilización	a=tallo aprovechado en el transcurso de los últimos 3 años; m=tallo mochado

La información generada fue resumida mediante un programa FORTRAN y analizada con ayuda de SURFER, QPRO y SAS para microcomputadoras.

El parche de *Quassia amara* en Kéköldi

Este parche cubre una superficie de 118,8 ha, se sitúa en la parte alta de un pequeño macizo montañoso aplanado que culmina a menos de 200 msnm, del cual nacen más de cuatro quebradas con orientaciones hacia cada uno de los puntos cardinales. Su forma es similar a la de una cometa, con una larga y estrecha cola correspondiente a un filo entre dos cuencas; esta cola fue excluida de nuestras investigaciones debido a lo diminuto de su superficie. Toda la información presentada en este trabajo, desde el diseño del inventario hasta los resultados, se refiere exclusivamente al cuerpo del barrilete, que consideramos como la zona por manejar.

La abundancia de *Q. amara* dentro de esta zona es muy variada: totalmente ausente en las partes bajas donde corren las quebradas, y presente en diferentes grados en las partes altas de las montañas. En la zona de presencia, se ve favorecida en los sitios con buena penetración de luz, como los bosques secundarios y tacotales (Ling 1995).

El análisis de las distribuciones espaciales del número de individuos y de la biomasa leñosa, bajo consideraciones del costo de extracción, permitió dividir el área por manejar en

cuatro zonas con prioridades distintas en cuanto a su potencial de aprovechamiento, llamadas *zonas productivas de manejo*:

- a) la zona productiva en aprovechamiento, en donde los agricultores de Kéköldi ya cortaron material para vender a la empresa fitofarmacológica;
- b) la zona productiva aprovechable, cuyas existencias aún no aprovechadas ofrecen condiciones para una operación rentable;
- c) la zona productiva no aprovechable a corto plazo, cuyas existencias son tan bajas que es necesario mejorar las técnicas actuales de extracción y arrastre para obtener beneficios;
- d) la zona no productiva, donde la especie está prácticamente ausente.

El establecimiento de las zonas productivas de manejo se basó en el trazado de la isolínea de densidad 0 ind/100m², para diferenciar entre zonas productiva y no productiva; y la isolínea de biomasa útil 2,5 kg/100m² para dividir las zonas aprovechable y no aprovechable. La elección de $B_{+0.5} \geq 2,5 \text{ kg/100m}^2$ como criterio de aprovechabilidad es tentativa, mientras se despejan incertidumbres sobre mercado y precio de venta (Kent y Ammour 1995).

La zonificación obtenida se presenta en la Fig. 4, y detalles de las existencias en cada una de las zonas productivas de manejo en los Cuadros 2, 3 y 4.

La zona productiva en aprovechamiento cubre sólo 3% del área por manejar, pero los agricultores de Kéköldi sabían muy bien por qué iniciar allí: esta es la zona de mayor abundancia y biomasa aprovechable por hectárea, cerca de 2000 ind/ha y todavía unos 1500 kg/ha, a pesar de haber cosechado ya unos 500 kg/ha. Sin embargo, debido a su reducido tamaño, alberga únicamente poco más de un quinto de la biomasa aprovechable total; no comprende ninguna parte de bosque y está compuesta exclusivamente por tacotales y huertos, condiciones particularmente favorables para el rebrote y crecimiento de los tallos cortados. Los individuos con un $d_{0.3}$ medio de 3 cm muestran un tamaño superior al promedio y mayor número de tallos.

La zona productiva aprovechable representa 21% del área por manejar; dos tercios de la superficie están cubiertos por bosque poco intervenido, un cuarto por tacotales y el remanente por bosque secundario; su abundancia y biomasa aprovechable por hectárea equivalen aproximadamente a la mitad de la zona productiva en aprovechamiento. A pesar que las existencias por hectárea son similares entre ambientes, es de esperar que los individuos que crecen en el bosque reaccionen de manera mucho más lenta al corte de aprovechamiento que los situados en tacotales. Entonces, esta zona no sólo tiene menos, sino que además presenta globalmente condiciones ambientales menos favorables para el manejo. Sin embargo, por su extensión, contiene 80% de la biomasa aprovechable total. Los individuos muestran mayores dimensiones que los de la zona productiva en aprovechamiento pero menor número de tallos por individuo.

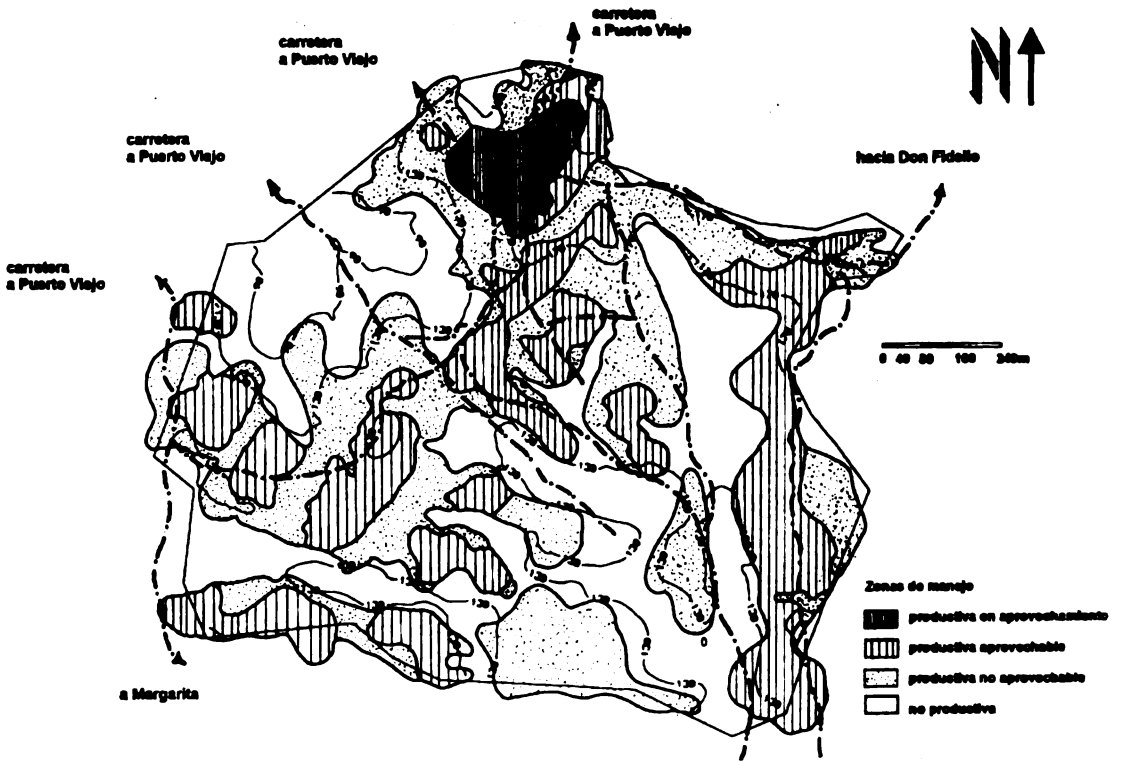


Fig 4. Mapa de las zonas de manejo en el parche de *Quassia amara* en Kéköldi

Las dos zonas anteriores, que son las únicas que presentan actualmente condiciones propicias para un aprovechamiento sostenible, representan una cuarta parte del parche de Kéköldi, lo que significa que las zonas productiva no aprovechable a corto plazo y no productiva cubren juntas las tres cuartas partes restantes. La biomasa aprovechable por hectárea de la zona productiva no aprovechable a corto plazo no alcanza un décimo del valor mostrado por la zona aprovechable, y aunque el número de árboles por hectárea no disminuye en semejante proporción, los individuos son marcadamente más pequeños, con un $d_{0.3}$ levemente superior a 2 cm, lo que demuestra que las condiciones ambientales son difíciles para la especie. En la zona no productiva, la presencia de *Q. amara* se vuelve totalmente errática.

En resumen, el parche de *Q. amara* en Kéköldi, cuya dimensión es confirmada por el presente trabajo, tiene una fuerte heterogeneidad en cuanto a distribución del recurso. Esta realidad demuestra, en este caso, el peligro de extrapolar a áreas grandes información generada de manera localizada, sea esta información alentadora o catastrófica. Asimismo, esta heterogeneidad obliga a establecer la confiabilidad de los valores generados por muestreo antes de tomar decisiones de índole empresarial.

Cuadro 2. Características dasométricas por hectárea de las zonas de manejo en el parche de *Quassia amara* en Kéköldi

Clase de manejo	Número de individuos con h>50cm N/ha	Area basal	Diámetro medio	Número medio de tallos por individuo a 30 cm de altura	Ejes aprovechables	Biomasa aprovechable
		$G_{0.3}$ m ² /ha	$d_{0.3}$ cm		N/ha	$B_{0.5}$ kg/ha
Productiva en aprovechamiento	1896,4	1,333	2,99	1,30	514,3	1520,0
Productiva aprovechable	830,0	0,625	3,10	1,21	356,2	829,3
Productiva no aprovechable a corto plazo	263,2	0,105	2,26	1,14	43,6	76,7
No productiva	7,9	0,010	3,97	1,42	5,8	16,3
Media	333,4	0,214	2,86	1,21	109,5	256,5

Cuadro 3. Existencias totales en cada zona de manejo del parche de *Quassia amara* en Kéköldi

Clase de manejo	Area ha	Número de individuos con h>50cm	Area basal $G_{0.3}$ m ²	Ejes aprovechables	Biomasa aprovechable $B_{0.5}$ kg
Productiva en aprovechamiento	3,5	6637	4,6	1800	5319
Productiva aprovechable	25,4	21062	15,8	9037	21044
Productiva no aprovechable a corto plazo	43,9	11550	4,6	1912	3363
No productiva	46,1	363	0,4	265	752
Total	118,8	39612	25,4	13014	30478

Cuadro 4. Composición de las zonas de manejo del parche de *Quassia amara* en Kéköldi en relación con los ambientes

Ambiente	Clase de manejo				Total/ ambiente
	Productiva en aprovechamiento	Productiva aprovechable	Productiva no aprovechable a corto plazo	No productiva	
Bosque	0,0	a 15,8	24,4	32,8	73,0
	0,0	b 12,9	2,3	0,7	15,9
	0	c 818,0	94,0	22,0	218,0
Bosque secundario	0,0	2,8	2,3	1,0	6,1
	0,0	1,8	0,3	0,0	2,1
	0	672,0	111,0	0	344,0
Tacetotal	2,4	6,1	12,9	6,0	27,4
	4,6	5,8	0,7	0,0	11,0
	1925,0	944,0	51,0	5,0	403,0
Cacaotal abandonado	0,0	0,5	0,8	1,4	2,7
	0,0	0,3	0,0	0,0	0,3
	0	624,0	13,0	0	119,0
Cacaotal	0,1	0,0	1,9	0,0	2,0
	0,7	0,0	0,0	0,0	0,0
	743,0	0	19,0	0	21,0
Huerto	1,0	0,3	1,5	4,5	7,3
	0,7	0,2	0,1	0,0	1,1
	743,0	864,0	77,0	0	147,0
Potrero	0,0	0,0	0,3	0,4	0,7
	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	0	0	0	0	0
Total/clase	3,5	25,4	43,9	46,1	118,8
	5,3	21,0	3,4	0,8	30,5
	1520,0	829,0	77,0	16,0	257,0

a superficie del ambiente dentro de la clase de manejo, en hectáreas

b biomasa leñosa fresca total, en toneladas

c biomasa leñosa fresca por hectárea, en kilogramos

Existencias confirmadas en las zonas productivas aprovechables

Las distribuciones por clases diamétricas del número de tallos y biomasa leñosa útil por hectárea en las zonas productivas de manejo en aprovechamiento y aprovechable se presentan en las Figs. 5 y 6; el estado sanitario de la población de *Q. amara* en estas mismas zonas productivas de manejo se presenta en el Cuadro 5.

La zona productiva de manejo en aprovechamiento muestra una estructura poblacional equilibrada, pero con pocos árboles gruesos ya que sólo 7 ind/ha aparecen con $d_{0.3} \geq 7$ cm. Las plantas de regeneración son numerosas y en su gran mayoría sanas, lo que se constituye en un factor silvicultural muy favorable para esta zona: la renovación del monte bajo con resalvos está asegurada.

Antes del aprovechamiento, casi el 90% de la biomasa útil se concentraba de manera regular en los individuos con diámetros entre 3 y 7 cm. El aprovechamiento se realizó principalmente en los tallos con $d_{0.3}$ comprendido entre 2 y 5 cm, con una extracción del 50% y afectó en muy poco a los individuos de mayores dimensiones, dejados como semilleros. Actualmente, estos semilleros representan el 66% de la biomasa útil remanente, que sigue siendo muy alta, y quizás no son absolutamente necesarios considerando la fuerte regeneración establecida.

El análisis estadístico del promedio de $B_{+0.5}$ por hectárea muestra un error de 41,4% con 80% de confianza, lo que significa que la biomasa útil es mayor a 890,4 kg/ha con 80% de seguridad, valor por ser utilizado en las decisiones de manejo. Tomando en cuenta las consideraciones silviculturales expuestas, y dejando como resalvos únicamente a los individuos con $d_{0.3} \geq 6$ cm (57 ind/ha), la biomasa aprovechable en la zona se reduce a 621,3 kg/ha, con un total de 2,2 toneladas.

La zona productiva aprovechable no muestra un cuadro tan alentador. Aunque cuenta con más del doble de árboles gruesos que la zona anterior (18 ind/ha con $d_{0.3} \geq 7$ cm), su estructura poblacional está en un equilibrio precario, con un aparente déficit en plantas con $d_{0.3}$ inferior a 1 cm. Además, 20% de las plantas de regeneración están seriamente dañadas, lo que acentúa aún más el déficit señalado. Las condiciones de bosque poco intervenido que imperan en esta zona productiva de manejo parecen afectar negativamente la instalación de la regeneración de la especie, que probablemente se mantiene gracias a los individuos gruesos. Esta observación, interpretada a la luz de la información generada para la anterior zona productiva de manejo, sugiere una silvicultura con apertura del dosel principal cerca de los individuos gruesos de *Q. amara*, para propiciar el establecimiento de conos de regeneración a manera de islas de monte bajo en el seno del bosque.

En esta zona productiva de manejo, los individuos con diámetros entre 3 y 7 cm representan sólo el 66% de la biomasa útil; es poco probable que se pueda aprovechar los más gruesos, por lo menos durante la fase de creación de los conos.

Estadísticamente hablando, esta zona es más homogénea que la anterior, ya que el análisis del promedio de $B_{+0.5}$ por hectárea muestra un error de sólo 15,1% con 80% de confianza; la biomasa útil supera 703,7 kg/ha con 80% de seguridad, valor utilizado para futuras decisiones. Tomando en cuenta las consideraciones silviculturales anteriores, y dejando como semilleros a todos los individuos con $d_{0.3} \geq 6$ cm (44 ind/ha, valor alto ya que no se trata de transformar el bosque alto en un monte bajo, sino únicamente de propiciar conos de producción de *Q. amara* dentro del bosque), la biomasa aprovechable en la zona se reduce a 386,1 kg/ha (9,8 toneladas).

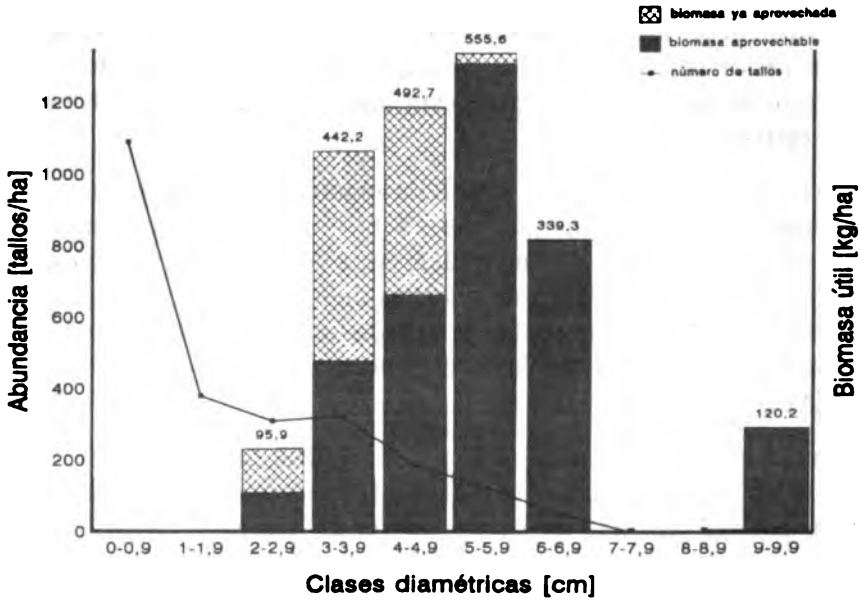


Fig 5. Distribución por clases diamétricas del número de tallos y biomasa leñosa útil por ha en la zona de manejo productiva en aprovechamiento

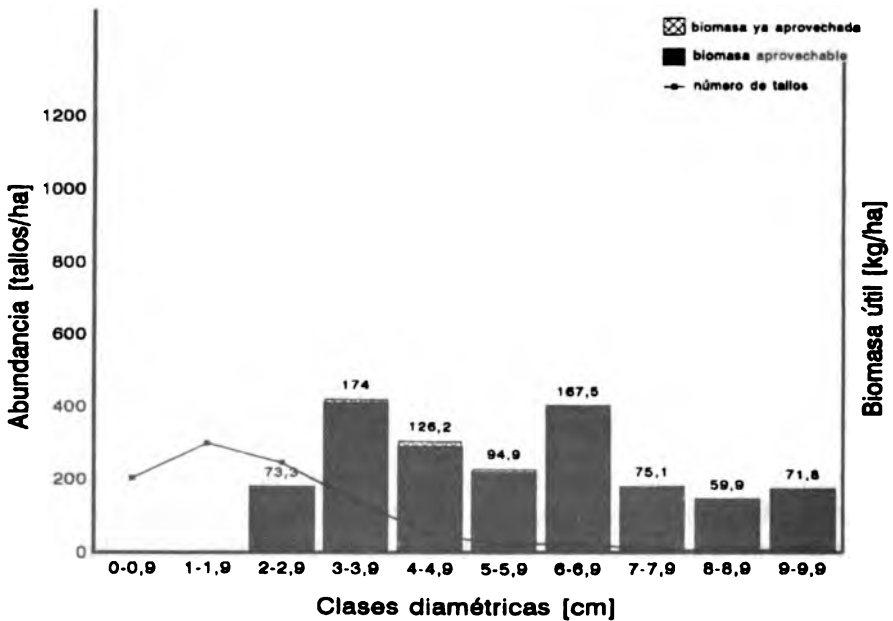


Fig 6. Distribución por clases diamétricas del número de tallos y biomasa leñosa útil por ha en la zona de manejo productiva aprovechable

Cuadro 5. Estado sanitario de la población de *Quassia amara* (tallos/ha) en las zonas productivas de manejo

Sanidad	Zonas productivas de manejo			
	Aprovechable		En aprovechamiento	
	$0 < d_{0,3} < 2,5$ cm	$d_{0,3} \geq 2,5$ cm	$0 < d_{0,3} < 2,5$ cm	$d_{0,3} \geq 2,5$ cm
Sanos	486,7	275,4	1485,7	467,9
Dañados aprovechables	7,9	69,5	0,0	0,0
Dañados inútiles	127,1	26,1	100,0	7,1
Aprovechados	1,5	7,9	46,4	364,3
Total/ha	623,2	378,8	1632,1	839,3

En síntesis, el parche de *Quassia amara* en Kéköldi presenta, con razonable seguridad y considerando medidas para asegurar la conservación del recurso, una biomasa aprovechable total de por lo menos 12 toneladas. La silvicultura en los tacotales debería constar de tratamientos en monte bajo con resalvos, mientras que en los ambientes de bosque alto, debería orientarse hacia la apertura del dosel para fomentar el establecimiento de conos de regeneración cerca de individuos padres.

POSIBILIDAD DE COSECHA SOSTENIBLE

Los conocimientos sobre el crecimiento del recurso representan otro de los requerimientos para concebir un plan de aprovechamiento sostenible de cualquier recurso natural renovable. Sobre *Q. amara*, no se conoce el crecimiento de poblaciones naturales sometidas a los tratamientos silviculturales esbozados en la sección anterior. Sin embargo, pequeñas plantaciones fueron establecidas en años anteriores en varios lugares de Baja Talamanca, en el marco de las investigaciones sobre métodos de reproducción de *Q. amara* llevadas a cabo por Olafo (Ocampo *et al.* 1995). Gracias a que estas plantaciones tienen un historial debidamente documentado, se decidió recuperar los dispositivos experimentales para fines de estudio de crecimiento, y así tener una idea sobre los incrementos esperados en el parche de Kéköldi.

Crecimiento de *Quassia amara* en plantaciones

Ocho plantaciones, establecidas por pequeños agricultores talamanqueños en el ámbito comprendido entre San Rafael de Bordón y San Miguel de Sixaola, mostraron un historial suficientemente completo para justificar su inclusión en el estudio de crecimiento. En cada

una de ellas, se instaló una parcela permanente de control de aproximadamente 49 individuos (7x7) en el transcurso del primer semestre 1995. Su historial fue sistematizado y completado por mapas de ubicación; cada individuo fue numerado y el lugar de medición de $d_{0.3}$ pintado en el tallo; luego se tomaron las mediciones indicadas en el Cuadro 1, además de la altura total del tallo. Los datos fueron procesados en microcomputadora mediante el módulo PLOTSUM del PSP.

Entre las numerosas variables resultantes del procesamiento, una es relevante aquí: la biomasa útil ($B_{+0.5}$) del tallo medio de cada parcela, calculada con la función [2]. Al dividir esta variable por la edad de la plantación al momento de la medición se obtiene el incremento medio anual en biomasa útil del tallo medio a una edad conocida (Fig. 7).

Las ocho plantaciones muestran crecimientos muy disímiles. Un primer grupo de tres no presentan ningún desarrollo, otras cuatro crecieron medianamente y una sola muy bien.

El peor grupo es, salvo una plantación, también el más joven, con menos de dos años de haber sido instalado. Tomando en cuenta que la biomasa útil está compuesta por los ejes y ramas desarrollados encima de 50 cm de altura del tallo, la planta requiere de algún tiempo antes de empezar a acumularla, quizás cercano a los dos años de vida. Sin embargo, esta explicación no puede aplicarse a la tercera plantación del grupo, segunda más vieja de las ocho controladas. Esta fue sembrada en un fondo de valle, alrededor de una quebrada; su crecimiento catastrófico confirma las observaciones ecológicas: la especie se encuentra en un sitio donde no está presente naturalmente y nunca hubiera debido ser sembrada allí.

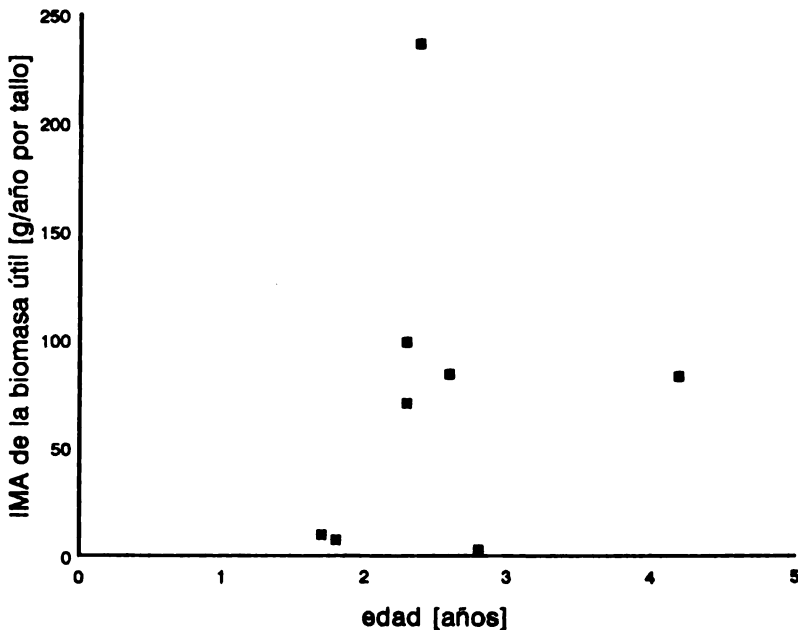


Fig 7. Incremento medio anual (IMA) en biomasa útil del tallo medio de plantaciones de *Quassia amara* en Baja Talamanca, en kg por año y por tallo

La plantación con mejor crecimiento está situada en una planicie de ladera, en medio de un claro grande del bosque con buena luminosidad vertical. Su comportamiento refuerza la propuesta silvicultural por aplicar en bosque intervenido.

Las cuatro plantaciones de crecimiento medio están todas asociadas con otras especies, sean en cacaotales o en medio de plantaciones de maderables nativos más viejas.

Debido al carácter de primera medición de los crecimientos mostrados, es imposible predecir todavía las tendencias de desarrollo de las plantaciones observadas, en particular saber si el incremento medio anual ya alcanzó su máximo en algunas de ellas. Por lo tanto, y de manera conservadora para fines del presente plan, aceptaremos, hasta no tener mejor información, un incremento medio en biomasa útil de 80 g por tallo y año.

Fijación de la posibilidad

Tomando como hipótesis:

- * se cuenta con un total asegurado de 23 590 tallos productivos con $h \geq 0,5$ m en las dos zonas productivas aprovechables (sin contar los tallos con $d_{0,3} \geq 6$ cm, mantenidos durante la primera rotación como reserva inmovilizada), y
- * un incremento medio en biomasa útil de 80 g por tallo y año,

entonces, la biomasa útil producida en las dos zonas de manejo aprovechables alcanza 1887 kg anualmente. En la sección anterior se determinó una biomasa aprovechable total en las dos zonas productivas de interés de por lo menos 12 toneladas; por lo tanto, el periodo de rotación sostenible es de 6,4 años.

Para fines prácticos, *la primera rotación se fija en seis años, con una posibilidad de corta anual de 1800 kg*. Esta decisión conlleva a una leve capitalización de la biomasa producida, prudencia justificada por las incógnitas que aún quedan por despejar.

La extracción de la posibilidad de corta anual exigirá un trabajo de 34-55 jornales (Kent y Ammour 1995), requerimiento fácilmente cubierto por la fuerza de trabajo disponible en la Comunidad Indígena de Kéköldi.

PROPUESTA SILVICULTURAL

Dos ambientes predominan claramente en las zonas productivas aprovechables: el bosque poco intervenido y el tacotal, que cubren 84% de la superficie. Por esta razón, la presente propuesta se limitará a ellos. Cada uno presenta condiciones tan diferentes en cuanto a la presencia y desarrollo de *Quassia amara*, que se esbozaron dos sistemas silviculturales distintos para fomentar el crecimiento de la especie.

El bosque poco intervenido mantiene características estructurales originales, con dominio del gavilán en el estrato arbóreo superior (consultar Falk 1991 para las especies presentes). Sin embargo, existen muchos más claros o fases de reconstrucción que en un bosque primario, ya que el dosel cierra en promedio a 15 m de altura. En su seno, *Q. amara* aparece distribuido en grupos de unos cuantos individuos: unos padres más gruesos acompañados de su regeneración, la cual no es muy joven; existe déficit de individuos de dimensiones pequeñas, como se mostró en la Fig. 6. Una explicación lógica es que cada miniparce se haya formado gracias a condiciones favorables de luz: uno o varios individuos establecidos reciben de repente más luz por la caída de un árbol cercano, con lo que aumenta su velocidad de crecimiento, las plántulas de regeneración se instalan con éxito, pero a medida que cicatriza el dosel las posibilidades de nueva regeneración desaparecen y esta minipoblación vuelve a su lento ritmo de crecimiento. Es así como hoy en día, el dosel encima de los grupos viejos está por lo general cerrado, y la iluminación en el conjunto de miniparches es de lo más variada. Una extracción en estas condiciones puede tener consecuencias graves, ya que no imperan más las condiciones propicias para el rápido desarrollo de la especie en los sitios.

Por esta razón, el sistema silvicultural apunta a:

- * crear nuevos grupos de regeneración de *Quassia amara* enriqueciendo los claros naturales formados por caída reciente de árboles, mediante dispersión de semillas;
- * fomentar el crecimiento de los individuos en los miniparches existentes, abriendo el dosel para aumentar la cantidad de luz recibida.

La estrategia no consiste, por lo tanto, en buscar necesariamente un manejo por rebrotes en la población existente, sino en fomentar de manera permanente la instalación y desarrollo de nuevas plantas, dentro del mosaico de claros, cambiante en el tiempo. Para abaratar costos y aumentar las posibilidades de instalación exitosa de nueva regeneración debe mantenerse un conjunto de árboles semilleros uniformemente distribuidos en el bosque. La propuesta de criterios de selección para estos padres exige nuevos estudios; inicialmente, se consideran elegibles aquellos individuos que reciben buena luz. El proceso de intervenciones silviculturales se describe en el Cuadro 6.

El tacotal, por su parte, es un ambiente que fue totalmente talado para fines agrícolas y abandonado recientemente. Aún es posible encontrar vestigios de cultivos como cacao y yuca, y está dominado por típicas especies heliófitas (*Cecropia* spp., *Inga* spp. y *Ochroma pyramidale*), incluyendo algunas maderables comerciales como el laurel. La luz es directa, ya que la altura media del dosel, de por sí irregular, se encuentra a 7,5 m (Ling 1995).

En su seno, *Q. amara* logra distribuirse ampliamente, en especial si la especie no fue chapeada durante el periodo de cultivo. La regeneración establecida es abundante (Fig. 5), signo de condiciones de luz aún favorables.

Cuadro 6. Intervenciones silviculturales por aplicar en la población de *Quassia amara* establecida en el bosque alto de Kéköldi

Año	Intervención silvicultural
CREACIÓN DE NUEVOS GRUPOS DE INDIVIDUOS	
0	elegir y marcar en todo el bosque de la zona aprovechable unos 60 semilleros/ha, uniformemente distribuidos
0,1,2,3,4,5	durante el período de semillación, recorrer todo el bosque para identificar nuevos claros abiertos en el transcurso del año anterior y regar semillas recolectadas de los árboles padres más cercanos a cada claro
APROVECHAMIENTO DE GRUPOS EXISTENTES DE INDIVIDUOS	
0	extraer toda la biomasa aprovechable del cuartel de corta, respetando los semilleros y sin dañar los tallos no aprovechables eliminar con machete los árboles menores en competencia directa con el grupo de individuos de <i>Quassia amara</i> en los miniparches que presentan un dosel poco denso, cortar o anillar los árboles de ninguna utilidad que sobreciman el grupo de individuos de <i>Quassia amara</i>
2	eliminar los rebrotes, dejando en cada tallo sólo el más vigoroso

En esta situación, el sistema silvicultural debería constar de:

- * tratamientos en monte bajo con resalvos, conservando unos 60 tallos/ha;
- * control de la competencia creada por las especies secundarias, dejando sin embargo las especies maderables comerciales.

Se busca fomentar, a la larga, la creación de un bosque con estrato superior no muy denso compuesto de maderables de valor y con estrato arbustivo formado por miniparches relativamente puros y densos de *Quassia amara*.

A diferencia de lo ocurrido durante los aprovechamientos experimentales, se propone cosechar toda la biomasa aprovechable de una vez, y no dejar un tallo cada dos, lo que facilitará la tarea de extracción y las labores culturales posteriores. El proceso de intervenciones silviculturales está descrito en el Cuadro 7.

Cuadro 7. Intervenciones silviculturales por aplicar en la población de *Quassia amara* establecida en el tacotal de Kéköldi

Año	Intervención silvicultural
0	<p>identificar y marcar en el cuartel unos 60 resalvos/ha, uniformemente distribuidos</p> <p>extraer toda la biomasa aprovechable del cuartel de corta, respetando los resalvos y sin dañar los tallos aprovechables</p> <p>eliminar con machete las especies secundarias en competencia directa con el grupo de individuos de <i>Quassia amara</i> protegiendo los maderables comerciales y las especies de utilidad para la comunidad de Kéköldi</p>
1	<p>eliminar los rebrotes, dejando en cada tallo el más vigoroso</p> <p>eliminar con machete las especies secundarias en competencia directa con el grupo de individuos de <i>Quassia amara</i> protegiendo los maderables comerciales y las especies de utilidad para la comunidad de Kéköldi</p>

ORGANIZACIÓN DEL APROVECHAMIENTO

La extracción del producto de acuerdo a la posibilidad de corta anual puede realizarse en un solo momento del año, en dos, tres o mensualmente. Para minimizar los costos de transporte hasta San José, Kent y Ammour (1995) recomiendan no bajar de 600 kg por zafra; o sea, ejecutar la cosecha anual en máximo tres momentos, aunque mejor en un solo. La comunidad indígena de Kéköldi, por su parte, más bien quisiera que cada tarea de extracción fuese realizable en máximo tres días, de manera que sea fácil organizar al grupo de trabajadores. El compromiso razonable parece estar, por lo tanto, en aprovechar la posibilidad anual en tres momentos del año, a razón de 600 kg cada vez. Esta propuesta podrá ser revisada en la medida que la Asociación de Pequeños Productores de Talamanca realice el procesamiento primario (secado y molido) de *Quassia amara*.

La estación de lluvias es desfavorable para las labores de extracción, ya que los senderos de la Reserva se ponen muy suaves y quedan seriamente afectados por el tránsito de la mula que lleva el producto hasta la carretera de lastre. Para evitar este daño, las tres extracciones parciales deben realizarse durante los periodos menos lluviosos (octubre, enero y marzo), y las labores culturales durante el tiempo lluvioso.

En promedio, el cuartel de corta cuatrimestral tiene una superficie de 0,32 ha (aproximadamente 50 x 65 m) en la zona productiva en aprovechamiento y de 0,52 ha (unos 70 x 75 m) en la aprovechable. Sin embargo, es prudente adaptar esta superficie a las existencias aprovechables reales, debido a la heterogeneidad de distribución del recurso.

Para facilitar las labores y el control, cada una de las subpoblaciones aprovechables debe ser aprovechada de manera ordenada, terminando con una antes de pasar a la siguiente.

Todas las labores se ejecutan con herramientas manuales. Además, todo el grupo familiar puede participar en la tarea: los hombres cortan y cargan los tallos, mientras que mujeres y niños deshojan los tallos apeados y ayudan en el acopio a orillas de los senderos.

En el apeo, es importante que el corte sea limpio y en chaflán, de manera que el agua de lluvia corra bien y no se den las condiciones propicias para el desarrollo de algún tipo de pudrición del tocón.

CONCLUSIONES

Para que la presente propuesta represente un modelo sólidamente fundado, falta aún un largo camino por recorrer.

En primer término, los sistemas silviculturales requieren confirmación de aplicabilidad exitosa. En particular, es necesario conocer mejor los requerimientos de luz de *Quassia amara* en el transcurso de su vida y precisar las relaciones entre luz, capacidad de rebrote, patrón fenológico y crecimiento. En este marco, asegurar con el menor costo la producción de la especie en las condiciones ambientales cambiantes del tacotal e inestables del bosque alto constituye la cuestión de fondo.

No todas las preguntas abiertas son biológicas: mercado y precio de venta son elementos aún con muchas incertidumbres que pueden en algún momento condicionar seriamente las posibilidades de acción en el campo silvicultural.

Pero es hora de actuar. Estos cuestionamientos recibirán una respuesta realista en la medida que inicie la implementación de la presente propuesta de manejo, acompañada eso sí, del monitoreo científico requerido para cubrir las lagunas de conocimiento enunciadas.

Una reflexión final. Nuestros conocimientos actuales sobre *Quassia amara* muestran una especie que sobrevive a la sombra, pero cuyo crecimiento y regeneración se ven fuertemente frenados por esta condición de luminosidad. Por otro lado y por ser arbusto, requiere de pocos años para alcanzar un tamaño aprovechable si crece en condiciones adecuadas de luz. Este comportamiento nos indujo a proponer un sistema silvicultural para el bosque alto basado en los claros naturales para multiplicar la especie, mientras cicatriza el dosel. Bajo una óptica empresarial, es evidente que sería mejor contar con aperturas anuales del dosel aseguradas, en vez de la aleatoriedad de la caída natural de árboles. El manejo de bosque con fines de producción maderera ofrece esta ventaja sin costo alguno, por lo que *Quassia amara* pudiera convertirse en el futuro en una especie no maderable perfectamente complementaria de las maderables de interés, en el marco del manejo diversificado del bosque.

¿Y porqué no se esbozó esta posibilidad en la presente propuesta? Sencillamente por respeto cultural: la Comunidad Indígena de Kéköldi se rehusa a talar madera para comercializarla, debido a sus creencias. El manejo del bosque lo hacen los campesinos e indígenas, no los tecnócratas.

BIBLIOGRAFÍA

- AMARILLA, L.; BEDOYA, R. 1994. Evaluación de un aprovechamiento de *Quassia amara* en la Reserva Indígena de Cocles (Kéköldi). Documento interno Olafo. Turrialba, Costa Rica, Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza. 20 p. + mapa.
- BARRANTES, J.C.; CARMONA, M.; DIAZ, M.; DURO, J.M.; LING, F.; OCAMPO, R.; VILLALOBOS, R. 1994. Diagnóstico y resultados de investigación de la región de Baja Talamanca, Costa Rica. Documento de trabajo Olafo 5. Turrialba, Costa Rica, Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza. 32 p. + mapas.
- BROWN, N.R. 1995. The autoecology and agroforestry potential of the bitterwood tree *Quassia amara* L. ex Blom (Simaroubaceae). Ph.D. tesis. Ithaca, New York, Cornell University. 250 p.
- FALCK, M.L. 1991. Estudio de la distribución y desarrollo de *Ryania speciosa* vahl. var *panamensis* bajo condiciones de bosque húmedo tropical, Reserva Indígena de Cocles, Talamanca, Limón, Costa Rica. Tesis MSc. Turrialba, Costa Rica, CATIE. 146 p.
- KENT, J.; AMMOUR, T. 1995. Análisis financiero y económico de *Quassia amara* como insecticida natural. In: Ocampo, R., ed. Potencial de *Quassia amara* como insecticida natural. Turrialba, Costa Rica, Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza. pp. 120-127
- 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. Turrialba, Costa Rica, Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza. pp. 56-67.
- OCAMPO, R. 1995. Situación de los productos no maderables del bosque en Costa Rica, informe de país. In: FAO. Consulta de expertos sobre productos forestales no madereros para América Latina y el Caribe. Memoria. Santiago, Chile, Oficina Regional de la Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación para América Latina y el Caribe. p. 167-186.
- OCAMPO, R.; DIAZ, M.; BARRANTES, J.C.; SOLANO, G. 1995. Métodos de reproducción de *Quassia amara* en Costa Rica. In: Ocampo, R., ed. Potencial de *Quassia amara* como insecticida natural. Turrialba, Costa Rica, Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza. pp. 48-53.
- STEWART, J.L.; DUNSON, A.J.; HELLIN, J.J.; HUGHES, C.E. 1992. Wood biomass estimation of Central American dry zone species. Tropical Forestry Papers 26. Oxford, Inglaterra, Oxford Forestry Institute. 83p.
- TREASE, G.E.; EVANS, W.C. 1988. Tratado de farmacognosia. México, Nueva Editorial Interamericana. 846 p.
- 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 MSc. Turrialba, Costa Rica, CATIE. 174 p. + anexos.

**Propiedades
biocidas de
*Quassia amara***

Extracción y estudio cromatográfico de extractos de *Quassia amara*

Gerardo A. Mora*

La participación del CIPRONA en el estudio del hombre grande (*Quassia amara*) se estableció como una forma de apoyo a los estudios ecológicos que inició el CATIE con motivo de un trabajo de tesis doctoral de la Universidad de Cornell que se llevó a cabo con su cooperación. Este trabajo, desde el punto de vista químico, no era de importancia; sin embargo, las posibilidades de aplicación de los resultados de esa investigación justificaron plenamente el esfuerzo que se está poniendo en esta cooperación, especialmente si se considera que bajo la coordinación del CATIE, se busca apoyar los esfuerzos de una comunidad campesina indígena en Baja Talamanca y coordinar el trabajo regional en Centroamérica para la utilización del hombre grande como insecticida natural y como planta medicinal.

Dado que nuestra participación se basa en la extracción y cuantificación de los llamados cuasinoides (cuasina y neocuasinas), con el fin de tener un instrumento de comparación de las plantas de una misma población o de diversas poblaciones entre sí y de establecer una metodología de control de calidad de un posible producto insecticida, se hizo necesario hacer una revisión de la literatura existente. De esta revisión se obtuvo información suficiente para establecer un método de extracción y algunos criterios para la cuantificación de estos compuestos.

MÉTODOS DE EXTRACCIÓN E IDENTIFICACIÓN

Método de Clark

Entre los primeros trabajos publicados sobre la extracción de *Q. amara* con fines de elucidación estructural, Clark (1937) reporta la extracción de 20 kilogramos de madera, utilizando 70 litros de agua caliente en cada una de tres extracciones consecutivas, con precipitación de taninos y otros constituyentes con acetato de plomo y subsecuente adsorción de los cuasinoides en carbón activado. Se utilizó un total de 1350 gramos de carbón activado y 350 gramos de acetato de plomo. El carbón, previamente secado al aire, se extrajo por maceración con cloroformo; el cloroformo se evaporó a sequedad, el residuo se extrajo con metanol y los cuasinoides se aislaron y purificaron por recristalización.

*Centro de Investigaciones en Productos Naturales (CIPRONA), Universidad de Costa Rica, San Pedro de Montes de Oca, Costa Rica

Método de Rousseau y Paris

Otro método, descrito por Rousseau y Paris (1971) para la identificación de *Q. amara*, indica la extracción de 1 gramo de polvo con 20 mililitros de agua en ebullición, durante 2 minutos. Se filtra y después de enfriar se extrae tres veces con porciones de 15 mililitros de cloroformo. El cloroformo se seca con sulfato de sodio anhidro y se evapora a sequedad. El residuo se extrae con 1 mililitro de una mezcla 1:1 de cloroformo y metanol. El análisis se lleva a cabo por cromatografía en capa fina usando gel de sílica y una disolución de metanol al 5% en cloroformo como eluyente. El revelado se hace con vainillina sulfúrica, obteniéndose un color azul violáceo ($R_f=0,9$).

Método de Wagner

Wagner *et al.* (1980) hicieron la comparación de varios métodos de extracción y concluyeron que era mejor usar etanol al 30% en agua (150 mililitros para 1 gramo de muestra), con 5 minutos de tratamiento a 8000 RPM en un OMNIMIX. Estos autores utilizaron tres métodos para la identificación y/o cuantificación de los cuasinoides:

- 1) El extracto se separó en cromatografía de capa fina con gel de sílica y cloroformo/metanol (95:5) y los cuasinoides se localizaron por luz UV. Las zonas correspondientes a la cuasina ($R_f=$ aprox. 0,8), las neocuasinas ($R_f=$ aprox. 0,6) y la 18-hidroxicuasina ($R_f=$ aprox. 0,4), fueron marcadas y raspadas y se recogieron en tubos de centrifuga, se extrajeron con cloroformo/metanol (7:3) y se cuantificaron por UV a 254 nm.
- 2) El extracto se separó en HPLC, en una columna de SiO_2 , utilizando CH_2Cl_2/CH_3OH (98:2) como eluyente, con un detector UV a 254 nm. Las sustancias patrón se purificaron por HPLC preparativo. Las neocuasinas se detectaron como dos picos juntos y el tiempo total de análisis fue de cerca de 12 minutos.
- 3) El extracto se trató por medio de cromatografía circular de gel de sílica y se cuantificó por medio de densitometría.

Método de Robins y Rhodes

Estos autores publicaron un método que representó una notable mejora en las condiciones y calidad del análisis de los cuasinoides (Robins y Rhodes 1984). Desafortunadamente solo trabajaron con una mezcla comercial parcialmente purificada y no dieron detalles de los procedimientos de extracción. El análisis se hizo por HPLC, en columnas de CN (0,5% acetonitrilo en cloroformo a $0,9\text{ mL min}^{-1}$, 37°C , UV 256 nm. Tiempo total aproximadamente 15 minutos) o en una columna de Partisil-5 (1,5% metanol en diclorometano a 2 mL min^{-1} , UV 256 nm. Tiempo total aproximadamente 17 minutos). El primer método fue el mejor, con resolución de los picos a línea base. Una subsecuente aplicación de la metodología ELISA, con fines cuantitativos, utilizó 1 mililitro de metanol a 50°C por 30-45 minutos, para muestras de 1-25 miligramos de material vegetal (Robins *et al.* 1984).

El CATIE utilizó una ligera variación del método de Clark para extraer, aislar y purificar los cuasinoides (Rodríguez y Delgado 1993). La separación se hizo en columna de gel de sílica, con etanol al 1% en diclorometano como eluyente. La identificación se hizo con IR y NMR y los cuasinoides aislados se utilizaron como patrones para cuantificar, por HPLC (SiO_2 , 2% EtOH en CH_2Cl_2). Este sistema no permite separar las neocuasinas.

Procedimiento utilizado en el CIPRONA

Inicialmente se intentó un procedimiento que se basó en experiencias anteriores con otras plantas y en lo publicado por los autores citados. Una cantidad de aproximadamente 3,25 kg de material seco se extrajo tres veces por percolación sucesiva con metanol acuoso (8:2) (total 12 L). Este extracto se concentró por evaporación y se extrajo con acetato de etilo. El extracto orgánico (11 gramos) mostró contener los cuasinoides de interés, además de otros constituyentes. El disolvente se evaporó y el residuo se fraccionó en una columna de gel de sílica utilizando un gradiente desde acetato de etilo hasta etanol de 95%. Las fracciones que contenían los cuasinoides se juntaron y subsecuente cromatografía en placa preparativa produjo la cuasina y neocuasinas parcialmente purificadas. Estos compuestos se han utilizado para monitorear los otros extractos que se han hecho.

Una extracción de material foliar indicó interferencia notoria por las clorofilas. Por este motivo se descartó el análisis de hojas como un primer intento de monitoreo de material vegetal. Además, por los resultados de Robins y Rhodes (1984), es aparente que la mayor concentración de cuasinoides se encuentra en la madera. Estudios preliminares mostraron que la raíz también tiene un relativo alto contenido de cuasinoides, sin embargo, desde el punto de vista práctico no conviene utilizar la raíz como fuente de estos compuestos.

Aplicando criterios prácticos para disminuir costos de proceso, se propuso utilizar el siguiente esquema de extracción y análisis:

6 gramos de
madera seca y molida
(peso exacto)
ÿ
Extracción continua con etanol de 95°
por dos horas
Evaporar a sequedad
ÿ
Extraer con acetato de etilo
ÿ
Filtrar y evaporar
ÿ
Redisolver en metanol

ÿ
aforar a 5 o 10 ml
ÿ
Análisis por HPLC
(columna CN, 0,5% CH₃CN en CHCl₃)

BIBLIOGRAFÍA

- CLARK, E.P. 1937. Quassin; the preparation and purification of quassin and neoquassin, with information concerning their molecular formulas. *Journal of the American Chemical Society* 59:927-931.
- NESTLER, T.; TITTEL, G.; WAGNER, H. 1980. Quantitative Bestimmung der Bitter-Quassinoide von *Quassia amara* und *Picrasma excelsa*. *Planta Medica* 38:204-213.
- ROBINS, R.J.; RHODES, M.J.C. 1984. High-performance liquid chromatographic methods for the analysis and purification of quassinoids from *Quassia amara* L. *Journal of Chromatography* 283:436-440.
- ROBINS, R.J.; MORGAN, M.R.A.; RHODES, M.J.C.; FURZE, J.M. 1984. Determination of quassin in picogram quantities by an enzyme-linked immunosorbent assay. *Phytochemistry* 23(5):1119-1123.
- RODRÍGUEZ, G.; DELGADO, L.D. 1993. Informe interno del CATIE. Turrialba, Costa Rica, Proyecto Olafo-CATIE.
- ROUSSEAU, R.; PARIS, R. 1971. Application de la chromatographie sur couche mince au contrôle de quelques médicaments végétaux. *Plantes Médicinales et Phytothérapie* 5(3):159-170.

Efecto de las condiciones ambientales de crecimiento en la actividad antimicrobiana de *Quassia amara*

Armando Cáceres*, Elsa Jauregui*
Róger Villalobos**

La madera de *Quassia amara* ha sido usada en Centroamérica y el Caribe para el tratamiento de diversas afecciones. Si bien la mayoría de las propiedades se relacionan con el metabolismo, son considerables los atributos que le confiere la población en relación con procesos infecciosos, como febrífugo, antianémico, antiséptico, insecticida, pediculicida y vermífugo (Morton 1981, Ocampo y Maffioli 1987). La actividad biocida de la madera no ha sido suficientemente estudiada, aunque existen evidencias de la actividad insecticida desde el siglo pasado contra un amplio rango de insectos (Busbey 1939, Morton 1981, Grainge y Ahmed 1988). De acuerdo con el uso popular, es de esperarse que la especie posea actividad antibacteriana, antimicrobiana y antifúngica.

Esta presentación ofrece información preliminar sobre la actividad de extractos de madera de *Q. amara* contra cinco bacterias, una levadura y cuatro hongos filamentosos.

METODOLOGÍA

La madera fue colectada de 40 individuos de *Q. amara* en condiciones diferentes: 20 en la Reserva Indígena de Kéköldi, Talamanca, Limón (bosque húmedo) y 20 en la Hacienda La Pacífica, Guanacaste (bosque seco) en febrero-marzo de 1994. Se colectaron ramas gruesas y finas de individuos a pleno sol y a la sombra. Se prepararon cinco muestras para cada condición similar y un extracto al 10% por maceración etanólica al 50% con recambio de solvente.

Para determinar la actividad antibacteriana y anticándida se usó el método de dilución en gel descrito por Mitscher *et al.* (1972), adaptado a las condiciones locales (Cáceres *et al.* 1992), consistente en incorporar 10 mg/ml de las tinturas a agar Muller Hinton, e inocular por estrías los microorganismos crecidos en caldo e incubados durante 24 horas.

*Laboratorio de Productos Fitofarmacéuticos FARMAYA, Guatemala

**Proyecto Olafó, CATIE, Turrialba, Costa Rica

Para determinar la actividad antifúngica se usó el método de dilución en gel descrito por MacRae *et al.* (1988), adaptado a las condiciones locales, consistente en incorporar 10 mg/ml de tintura a agar Sabouraud, inocular 100 esporas en pocillos de 6 mm e incubar durante 7, 14 y 21 días.

RESULTADOS

Los resultados obtenidos en el tamizaje preliminar fueron los siguientes:

Proveniencia de la muestra	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J
Kéköldi (bosque húmedo)										
Rama gruesa a pleno sol	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Rama fina a pleno sol	-	-	-	+	+	+	-	+	+	+
Rama gruesa en sotobosque	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Rama fina en sotobosque	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
La Pacífica (bosque seco)										
Rama gruesa a pleno sol	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-
Rama fina a pleno sol	-	-	-	-	-	+	-	-	+	+
Rama gruesa en sotobosque	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Rama fina en sotobosque	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-

A = *Escherichia coli* ATCC 9637

B = *Pseudomonas aeruginosa* ATCC 27853

C = *Shigella flexneri* INCAP 706608

D = *Samonella typhi* ATCC 14028

E = *Staphylococcus aureus* ATCC 6538

F = *Candida albicans* ATCC 10231

G = *Aspergillus flavus* USAC A-75

H = *Epidermophyton floccosum* IGSS 761

I = *Microsporium gypseum* USAC M-71

J = *Trichophyton rubrum* USAC T3.5

Los datos presentados son preliminares e incompletos aún, pero demuestran que la madera de ramas finas a pleno sol, y aún a la sombra, de clima seco o húmedo presenta una actividad antibacteriana y antifúngica. El análisis de los individuos en un grupo que presentó actividad demostró que no todos se comportan igual; aunque en conjunto demostraran actividad contra todos los microorganismos. El microorganismo más sensible al extracto de madera de *Q. amara* es *C. albicans*.

Se recomienda estudiar agrónomicamente los individuos que presentan un amplio espectro de inhibición de microorganismos para conocer si son diferentes a los demás, y si tienen mayor bioactividad que los otros.

La actividad insecticida, antiamebiana y antimalárica se atribuye a los cuasinoides, probablemente más potentes que la emetina pero menos tóxicos (Ansari y Ahmad 1991). Se sugiere usar estos datos y procedimientos para orientar el fraccionamiento bioguiado y demostrar si la actividad antimicrobiana e insecticida se debe a los mismos principios activos.

BIBLIOGRAFÍA

- ANSARI, M.U.; AHMAD, S. 1991. Screening of some medicinal plants for antiamebic action. *Fitoterapia* 62:171-175.
- BUSBY, R.L. 1939. A bibliography of quassia. United States Department of Agriculture, Bureau of Entomology and Plant Quarantine. 56 p.
- CACERES, A. *et al.* 1992. Memorias, Congreso Científico 10 Años del CYTED. México. p. 212-214.
- GRAINGE, M.; AHMED, S. 1988. Handbook of plants with pest-control properties. New York, John Wiley and Son. 470 p.
- MACRAE, W.D. *et al.* 1988. *J. Ethnopharmacol* 22:143.
- MITSCHER, L. *et al.* 1972. *Lloydia* 35:157-166.
- MORTON, J.F. 1981. Atlas of medicinal plants of Middle America. Springfield, Charles C. Thomas. 389 p.
- OCAMPO, R.A.; MAFFIOLI A. 1987. El uso de algunas plantas medicinales en Costa Rica. San José, Trejos Hnos. p. 48-50.

Agradecimiento

Se agradece el apoyo en entrenamiento y cepas microbianas del Subprograma X del Programa Iberoamericano de Ciencia y Tecnología para el Desarrollo (CYTED).

Actividad farmacológica del extracto acuoso de *Quassia amara*

Mildred García*, Sara M^a González*
Liliana Pazos*

Las plantas son una alternativa real para la búsqueda de nuevos agentes terapéuticos. En la actualidad existe un creciente interés por el estudio de las plantas medicinales, surgido como consecuencia de la utilización indiscriminada, tanto en países desarrollados como en aquellos en vías de desarrollo.

Entre las plantas utilizadas en la medicina popular en Costa Rica, *Quassia amara* ocupa un lugar importante. La madera es inatacable por los insectos y contiene principios amargos con propiedades terapéuticas (García 1994, Ocampo y Maffioli 1987). Por tal razón, el Laboratorio de Ensayos Biológicos ha tratado de determinar el grado de toxicidad de la especie.

MATERIAL Y MÉTODOS

Extracto de planta

La madera se recolectó en la Reserva Indígena de Kéköldi, región de Talamanca, localizada al sureste de Costa Rica, durante el mes de febrero de 1994.

El liofilizado fue preparado por el CIPRONA, Universidad de Costa Rica, de la siguiente forma: se colocaron 2 kg de madera seca molida en un recipiente con 1 litro de agua a 80°C. Se dejó reposar durante 20 minutos, luego se filtró el preparado, primero a través de gasa y luego por papel filtro Wattman # 1. El filtrado se llevó a un rotavapor hasta obtener un volumen de 300 ml, se liofilizó, obteniéndose un total de 21,7 gramos.

Por las características hidrofílicas del producto, el liofilizado se reconstituyó con 100 ml de agua destilada para obtener una concentración de la solución madre equivalente a 217 mg/ml.

*Laboratorio de Ensayos Biológicos, Universidad de Costa Rica, San Pedro de Montes de Oca, Costa Rica

BIBLIOTECA
Colección de la
Escuela de
Farmacia

Preparación de los animales

Para la prueba de "screening" farmacológico de plantas medicinales, según Finn Sandberg (CYTED 1993), conocido como test hipocrático, se utilizaron ratas hembras Wistar, con un peso promedio de 144 gramos; tres grupos de cuatro ratas cada uno. Los animales fueron colocados en jaulas individuales con alimento y agua "ad libitum". El extracto se administró vía oral, con ayuda de una cánula de metal intragástrica. La administración se efectuó una vez al día en dosis de 500 mg/kg y 1000 mg/kg; el grupo control recibió 0,5 ml de agua destilada.

Las observaciones se realizaron una vez al día (Anexo). Cualquier síntoma que no estuviera incluido en la hoja de trabajo se anotó al final de la página y se asoció con el tiempo de inicio y desaparición del mismo. La administración del extracto y el período de observación se realizó durante nueve días consecutivos.

Para la prueba de toxicidad aguda, se utilizó la vía oral y la vía intraperitoneal a dosis única, en ratones NGP-UCR, machos con peso promedio de 20,13 gramos. Se emplearon cuatro grupos de cinco ratones cada uno, con el siguiente tratamiento: 250, 500, 750 y 1000 mg/kg.

En la prueba de toxicidad aguda por vía intraperitoneal se usaron cinco grupos de cinco ratones cada uno; un grupo recibió 500 mg/kg y los restantes recibieron la dosis de 1000 mg/kg de peso. Esta prueba se realizó siguiendo el esquema de observación polidimensional de Irwin(1959). Las observaciones se llevaron a cabo a 4, 24 y 48 horas después de la administración del extracto. Si después de las 48 horas todos los animales sobreviven, o no más de uno presenta síntomas visibles de reacción anormal, se interpreta como ausencia de toxicidad. Si uno o más animales mueren, o si más de un animal presenta síntomas anormales, la muestra es considerada tóxica (USP 1990).

La prueba del tránsito intestinal se realizó en ratones machos NGP-UCR con peso promedio de 22 gramos; cuatro grupos de diez ratones cada uno. Después de seis horas de ayuno se les administró a cinco grupos de seis ratones cada uno los siguientes tratamientos: agua por vía oral como vehículo, atropina en dosis de 1 mg/kg por vía intramuscular, y el extracto vía oral en dosis de 500 y 1000 mg/kg peso del animal. Transcurridos 30 minutos, se administró carbón activado por vía oral (10% en una suspensión de agua con agar al 1,5% en dosis de 0,1 ml/10 g de peso) a todos los animales. Después de 30 minutos de la administración del carbón se procedió a sacrificar los animales por dislocación cervical, se extrajo el estómago y el intestino delgado. La distancia recorrida por el carbón se midió desde el píloro a la última porción del intestino que contenía por lo menos 1 cm continuo de carbón. La distancia se expresa en porcentaje de la longitud total del intestino delgado (USP 1990).

RESULTADOS

El ensayo hipocrático es una prueba "in vivo" de toxicidad general, en la que se evalúan de forma cualitativa parámetros fisiológicos que pueden ser modificados por efecto del extracto administrado. Para la evaluación de la hoja de trabajo la ausencia de un síntoma es tan importante como la presencia.

El esquema de observación polidimensional de Irwin(1959), forma parte del screening preliminar de nuevos fármacos con posibles acciones sobre sistema nervioso central, y si bien es una prueba subjetiva, aporta datos importantes sobre el comportamiento (percepción, estereotipia, pasividad) disposición de ánimo, actividad motora, tono muscular, reflejos o sistema nervioso autónomo.

En la evaluación del efecto del extracto acuoso de *Q. amara* no se observaron alteraciones significativas en los parámetros fisiológicos en el ensayo hipocrático a las dosis de 500 y 1000 mg/kg.

La toxicidad aguda por vía oral del extracto acuoso de *Q. amara* no presentó mortalidad, ni signos de toxicidad aguda al cabo de 48 horas de observación.

La toxicidad aguda por vía intraperitoneal presentó los siguientes signos de toxicidad a partir de las cuatro horas en el grupo que recibió la dosis de 500 mg/kg: piloerección, disminución de la actividad motora y pérdida parcial del reflejo de enderezamiento. No obstante, el 100% de los animales se había recuperado a las 24 horas del período de observación.

Los animales que recibieron la dosis de 1000 mg/kg vía intraperitoneal mostraron fuertes signos de toxicidad al cabo de cuatro horas, tales como: piloerección, pérdida del reflejo prensil posterior, disminución de la actividad motora y aumento de la frecuencia respiratoria. La mortalidad fue del 100% a las 24 horas. Esto posiblemente se debe a que esta vía de administración no permite la selección de sustancias a nivel de la barrera gastrointestinal, pasando todos los componentes del extracto, del espacio intraperitoneal, directamente al sistema circulatorio, ocasionando el efecto tóxico significativo observado.

La dosis de 500 mg/kg no presentó un efecto estadísticamente significativo sobre el tránsito intestinal, comparándolo con el grupo control que recibió agua destilada, en tanto que la dosis de 1000 mg/kg aumentó de forma significativa ($p < 0,05$) dicho parámetro (Fig. 1). Los resultados indican que el extracto acuoso de *Quassia amara*, podría tener un efecto parasimpaticomimético sobre el músculo liso intestinal.

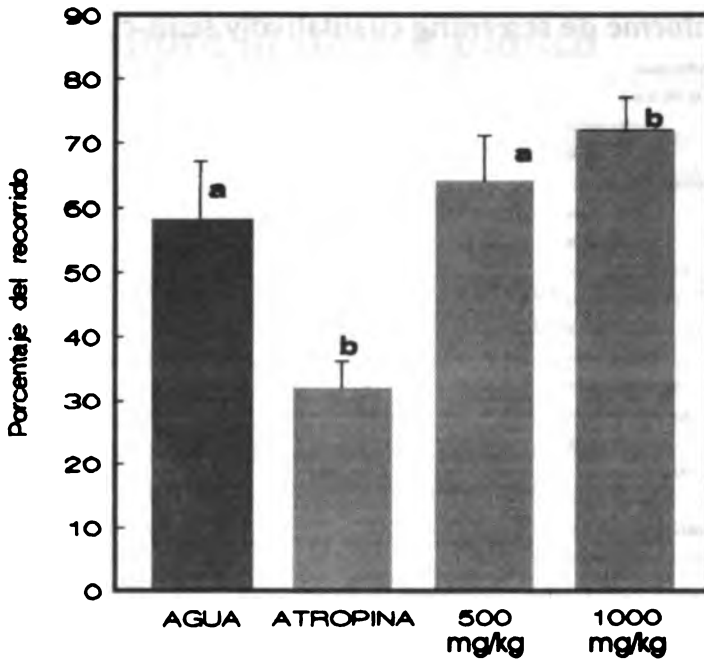


Fig 1. Efecto de *Quassia amara* en el tránsito intestinal de ratones

BIBLIOGRAFÍA

- CYTED. 1993. Programa Iberoamericano de Ciencia y tecnología para el Desarrollo. Sub-programa X Química Fina Farmacéutica. Proyecto X-1 Búsqueda de principios bioactivos en plantas de la región. Manual de técnicas de investigación.
- GARCÍA, S.A. 1994. Plantas de la medicina Bribrí. San Pedro de Montes de Oca, Costa Rica, Instituto de Cooperación Iberoamericana/UCR. 58 p.
- OCAMPO, R.; MAFFIOLI, A. 1987. El uso de algunas plantas medicinales en Costa Rica. Vol 1. 2 Ed. San José, Costa Rica. p 48-49.
- USP XXII, NF XVII. 1990. The United States Pharmacopeia. The National Formulary.

ANEXO

Informe de screening cualitativo y semi-cualitativo

TIEMPO (días)	1	2	3	4	5	6	7	8	9
DISMINUCIÓN ACTIV. S.N.C.									
Actividad motora									
Ataxia									
Pérdida refl. enderezam.									
Analgésia									
Anestesia									
Pérdida refl. corneal									
Pérdida refl. pineal									
Parálisis posterior									
Parálisis cabeza									
Act. prenil anterior									
Act. prenil posterior									
Reacción alarma									
AUMENTO ACTIVIDAD S.N.C.									
Actividad motora									
Temblores finos del cuerpo									
Temblores fuertes del cuerpo									
Fasciculaciones									
Convulsiones clónicas									
Convulsiones tónicas									
Convulsiones míasas									
Reacción de alarma									
OJOS									
Enofalmia									
Ptosis de la pupila									
Nistagmus									
Lacrimación									
OREJAS									
Palidez									
Hiperemia									
Cianosis									
EFFECTOS GENERALES									
Salivación									
Erección de la cola									
Erección pilomotora									
Micción									
Diarrea									
Priapismo/colpetales									
Signo de Robicheud									
Movimiento circular									
Temperatura rectal									
Frecuencia respiratoria									
EFFECTOS SUBJETIVOS									
Agressivo									
Pasivo									
Temeroso									

Cada espacio en blanco se llenó de acuerdo con la siguiente clasificación: 0,(+), +, ++, +++, +++++ según la intensidad de la sintomatología observada.

Efecto de un extracto de *Quassia amara* sobre la mosca blanca

Douglas Cubillo*, Orlando O. Sosa**
Guido Sanabria*, Luko Hilje*

En los textos de entomología agrícola y aún en catálogos formales de plaguicidas, el hombre grande (*Quassia amara*, Simaroubaceae) es prácticamente una reliquia, junto con otros plaguicidas de origen botánico, como la ryania, rotenona, nicotina y sabadilla.

De los extractos de la corteza de dicho arbusto se extraen cuasinoídes, entre los que destacan la cuasina y neocuasina (Polonsky 1973). Estos tienen efecto insecticida sobre varias especies de homópteros, lepidópteros y coleópteros (Grainge y Ahmed 1988, Stoll 1989), lo que en los primeros decenios de este siglo favoreció su comercialización. Sin embargo, los plaguicidas de origen botánico perdieron vigencia en los años 50 con la aparición de los insecticidas sintéticos, cuyas moléculas sencillas permitían producirlos a escala industrial y costo relativamente bajo.

Desde entonces, el uso unilateral y desmedido de tales insecticidas ha causado serios problemas ambientales; en respuesta, surgió el manejo integrado de plagas como el paradigma principal en la protección vegetal. Este enfatiza, con fundamento en la coevolución de los insectos herbívoros y sus plantas, la búsqueda de principios activos naturales (insecticidas, repelentes, atrayentes) para el manejo de plagas. Actualmente se comercializan en gran escala algunos insecticidas botánicos, como los piretroides, análogos a las piretrinas naturales presentes en el piretro (*Chrysanthemum cinerariaefolium*) y la azadirachtina, obtenida del árbol de nim (*Azadirachta indica*).

En América Central y el Caribe, la mosca blanca (*Bemisia tabaci* (Gennadius) (Homoptera: Aleyrodidae)) es la causa de una grave crisis en al menos diez cultivos, especialmente por la transmisión de geminivirus muy destructivos (Hilje y Arboleda 1993). Este insecto tiene una gran capacidad para desarrollar resistencia a insecticidas de todos los grupos convencionales (organoclorados, organofosforados, carbamatos y piretroides), por lo que algunas compañías están desarrollando insecticidas con nuevos modos de acción.

Esta ponencia presenta datos preliminares sobre el efecto de un extracto de hombre grande sobre *B. tabaci*, como una forma de ampliar el repertorio de opciones para su manejo.

*Área de Fitoprotección, CATIE, Turrialba, Costa Rica

**National Plant Protection Service, Ministry of Agriculture, Central Farm, Cayo District, Belize

METODOLOGÍA

El experimento se realizó en los invernaderos del CATIE, en Turrialba, Costa Rica, donde se mantienen colonias de *B. tabaci* sobre plantas de frijol (*Phaseolus vulgaris*) var. Huasteco negro.

Se evaluó el efecto repelente e insecticida de seis dosis de hombre grande: 5, 10, 15, 20, 25 y 50 ml/l de agua, denominadas HG5, HG10, HG15, HG20, HG25 y HG50, respectivamente. Se compararon con un testigo químico, endosulfán (Thiodan), a la dosis comercial (2,5 ml/l) y un testigo absoluto, con solo el adherente Citowett. Este se aplicó a los ocho tratamientos, a 0,025% v/v. La solución madre de hombre grande se preparó a partir de 4000 g de madera por litro de agua (Villalobos¹).

El diseño estadístico fue de bloques completos al azar con cuatro repeticiones; los bloques correspondieron a las fechas cuando se efectuaron los tratamientos.

Cada tratamiento se aplicó con una bomba de presión constante, en el envés y haz de plantas de frijol con dos hojas verdaderas. Al escurrirse el líquido, se colocaron cuatro plantas por tratamiento en jaulas con manga y 30 min después se depositaron 100 adultos no sexados por jaula.

Para evaluar la repelencia se contó el número de adultos posados en las hojas 2, 4 y 24 h después de colocados en la jaula. También se contó el número de huevos en el envés de todas las hojas, lo cual se hizo a las 48 h, al estereoscopio, al retirar los adultos vivos. Estos se contaron para determinar la sobrevivencia.

Para el análisis, los datos se transformaron a $(x+0,5)$. Se realizó un análisis de varianza, así como una comparación de promedios mediante la prueba de Duncan.

RESULTADOS

Los números de adultos posados y de huevos depositados fueron bajos (Cuadro 1). Esto sugiere un problema metodológico, posiblemente relacionado con la mortalidad causada por el manipuleo de los insectos (Cubillo *et al.* 1994), o algún otro factor en las jaulas de cría.

A pesar de esto, hubo diferencias estadísticas entre los tratamientos (Cuadro 1). Los recuentos a las 2 h fueron erráticos; no sugieren que exista repelencia de ninguna dosis de *Q. amara*. El efecto severo del endosulfán obedeció más a su rápido efecto de mortalidad por contacto (Thomson 1989) y coincide con datos previos (Cubillo *et al.* 1994). No obstante, se ha documentado que dosis subletales causan repelencia a *B. tabaci* (Uk y Dittrich 1986).

¹Villalobos, R. 1994. Proyecto Olafo, CATIE. Comunicación personal.

Cuadro 1. Número promedio de adultos (posados y extraídos) y huevos de *Bemisia tabaci*, según los tratamientos

Tratamiento	Adultos posados			Adultos extraídos	Huevos
	2 h	4 h	24 h		
Testigo	30,50 a	50,75 a	55,50 a	65,50 a	199,2 a
HG5	28,25 a	40,50 a	36,50 ab	37,50 b	50,75 bc
HG10	18,25 ab	25,75 ab	18,75 bc	18,75 c	22,00 bcd
HG15	19,50 ab	29,25 ab	10,50 bc	10,50 cd	42,75 bcd
HG20	10,00 bc	25,25 ab	12,75 c	12,75 cd	54,50 b
HG25	8,50 cd	10,50 b	6,50 c	6,50 cd	10,75 cd
HG50	17,00 abc	17,50 b	4,00 c	4,00 cd	7,25 d
Thiodan	2,75 d	0,00 c	0,00 d	0,00 d	6,50 d

Datos transformados a $(x + 0,5)$. Los promedios seguidos por la misma letra no son diferentes ($p < 0,05$), según la prueba de Duncan.

A las 4 h los números aumentaron en todos los tratamientos, salvo en el de endosulfán, debido a que el clima cambió de muy nublado a soleado. Los números se mantuvieron casi constantes hasta las 24 h. Sin embargo, el efecto de mortalidad se hizo evidente en HG25 y HG50 desde las 4 h, lo cual se corroboró con la baja oviposición en ellos y los pocos adultos vivos remanentes.

Todas las dosis de hombre grande causaron mortalidad de los adultos de *B. tabaci*, en comparación con el testigo ($p < 0,05$). Cuatro de ellas igualaron ($p > 0,05$) al endosulfán a las 48 h de asperjados, sobresaliendo HG25 y HG50 (Cuadro 1, Fig. 1). El endosulfán es uno de los mejores insecticidas sintéticos para combatir a *B. tabaci* (Hilje y Arboleda 1993), como lo demostró su efecto rápido a las 2 h de aplicado. El hecho de que el extracto de *Q. amara*, sin ninguna elaboración industrial, funcione como insecticida de contacto contra dicho insecto es de gran valor en el manejo integrado de plagas.

En el futuro, conviene evaluar también su efecto sistémico (Stoll 1989), que sería útil contra un insecto chupador como *B. tabaci*. Para ello, deben emplearse mejores extractos, de los que se conozca la cantidad exacta de ingredientes activos. Otro aspecto que amerita estudio es la gran persistencia del sabor amargo del extracto en frutos y follaje (Stoll 1989); esto sería crítico en las hortalizas afectadas por *B. tabaci*, como tomate, chile dulce, frijol, vainica, pepino, melón, aunque no en algodón o camote.

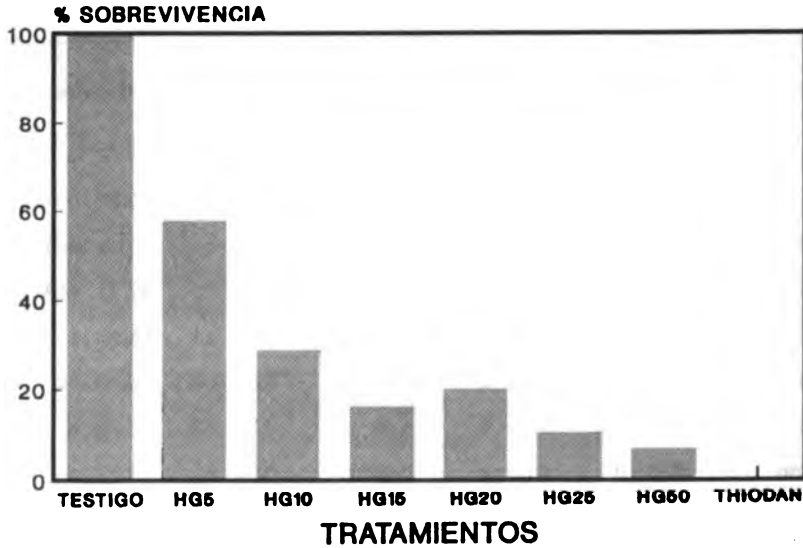


Fig 1. Porcentaje promedio de sobrevivencia de adultos de *Bemisia tabaci*

La importancia de esta plaga a nivel regional y mundial, la urgencia de desarrollar insecticidas con nuevos modos de acción, y la aceptación del paradigma del manejo integrado de plagas, incluso por la industria agroquímica, son condiciones propicias para promover la investigación y desarrollo de insecticidas a base de *Q. amara*. Ello se podría hacer con el producto natural *per se*, o con la síntesis y producción de moléculas análogas, como sucede con otros plaguicidas (Pillmoor *et al.* 1993).

BIBLIOGRAFÍA

- CUBILLO, D.; LARRIVA, W.; QUIJIJE, R.; CHACON, A.; HILJE, L. 1994. Evaluación de la repelencia de varias sustancias sobre la mosca blanca, *Bemisia tabaci* (Homoptera: Aleyrodidae). Manejo Integrado de Plagas (Costa Rica) 33: 26-28.
- GRAINGE, M.; AHMED, S. 1988. Handbook of plants with pest-control properties. John Wiley & Sons. New York. 470 p.
- HILJE, L.; ARBOLEDA, O. (eds.). 1993. Las moscas blancas (Homoptera: Aleyrodidae) en América Central y el Caribe. CATIE. Serie Técnica. Informe Técnico No.205. 66 p.
- PILLMOOR, J.B.; WRIGHT, K.; TERRY, A.S. 1993. Natural products as a source of agrochemicals and leads for chemical synthesis. Pestic. Sci. 39: 131-140.

- POLONSKY, J. 1973. Quassinoid bitter principles. *Fortschritte der Chemie Organischer Naturstoffe* 30: 101-150.
- STOLL, G. 1989. Protección natural de cultivos en las zonas tropicales. Alemania Federal. Ed. Científica Josef Margraf. 184 p.
- THOMSON, W.T. 1989. Agricultural chemicals. I. Insecticides, acaricides and ovicides. Fresno, California. Thomson Publ. 288 p.
- UK, S.; DITTRICH, V. 1986. The behaviour-modifying effect of chlordimeform and endosulfan on the adult whitefly *Bemisia tabaci* Genn.) which attacks cotton in Sudan. *Crop Protection* 5(5):341-347.

Agradecimientos

A los ingenieros Rafael Ocampo y Róger Villalobos (Proyecto Olafo, CATIE), la iniciativa para desarrollar este trabajo, así como el aporte de los extractos de hombre grande. Al Dr. Bernal Valverde y M.Sc. Israel Garita (Área de Fitoprotección, CATIE) sus sugerencias.

Uso de cuatro extractos orgánicos para el control del pulgón verde

Hernán Rodríguez*, Fabio A. Blanco*

En la agricultura moderna se utiliza una gran cantidad de plaguicidas y fertilizantes sintéticos. Debido a factores culturales y económicos, en los países tropicales las recomendaciones para el empleo de esos productos no se siguen correctamente, aparte de que a menudo incluyen tecnologías diseñadas para zonas templadas. Esto ha creado resistencia de los organismos considerados plagas y ha aumentado los niveles de contaminación ambiental y de los productos de consumo, lo que ha generado diversas enfermedades en los humanos (Vega 1983).

Esta situación ha motivado la búsqueda de alternativas, entre las cuales están el uso de productos naturales con efecto plaguicida. Generalmente, se trata de extractos de plantas medicinales, tóxicas y especias que, dependiendo de la dosis de aplicación, pueden actuar como plaguicidas o repelentes (Stoll 1987). Se han reportado alrededor de 2400 plantas plaguicidas (Gringe y Ahmed 1988); no obstante, en general se desconoce su uso potencial.

Según Metcalf y Flint (1977), el uso de plantas insecticidas como *Quassia amara* y *Nicotiana tabacum* se conoce desde 1880. En Costa Rica algunas plantas han sido empleadas por los agricultores como insecticidas: hojas de madero negro (*Gliricidia sepium*), apazote (*Chenopodium ambrosioides*), barrabás (*Euphorbia cotinifolia*).

Por esta razón se diseñó un experimento para evaluar la efectividad insecticida de cuatro extractos vegetales de *Q. amara* (hombre grande), *Neurolaena lobata* (gavilana), *Momordica charantia* (sorosí) y *Annona muricata* (guanábana). La propiedad insecticida de estas especies es cuasina y neocuasina en *Q. amara* (Metcalf y Flint 1977), un sesquiterpen lactona en *N. lobata* (Borges y Manresa 1982) y un flavonoide en *M. charantia* (Weniger y Robineau 1988). La propiedad insecticida de las anonáceas se atribuye a alcaloides y ácidos grasos (Aguilar et al. 1967, Asenjo y Goyco 1943).

El áfido verde (*Myzus persicae* Silz.), homóptero, Aphidae, es un insecto que parasita gran cantidad de cultivos y un vector importante de enfermedades viróticas. Por ser cosmopolita, de fácil reproducción y polífago es utilizado en muchas investigaciones agronómicas a nivel mundial; esta ventaja fue aprovechada para evaluar los extractos de las plantas citadas.

*Escuela de Ciencias Ambientales, Universidad Nacional Autónoma, Heredia, Costa Rica

METODOLOGÍA

La investigación se efectuó al inicio del verano de 1988 en el Instituto de Protección Vegetal, Kostimbrod, Bulgaria. Se evaluó la eficiencia de cuatro extractos vegetales para el combate del áfido verde en condiciones de invernadero. Se utilizaron insectos cultivados en el mismo Instituto. Los materiales vegetales empleados fueron: 1) hojas y tallos de gavilana, 2) hojas, tallos y frutos de sorosí, 3) madera de hombre grande, 4) semillas de guanábana.

Extracción de los principios bioactivos

Los materiales fueron secados a 60°C en una estufa con circulación forzada, durante 24 horas y molidos en un molino Wiley. Como solvente extractor se utilizó etanol de 96°, en el cual los materiales se dejaron macerar durante tres días, en frascos de vidrio de color ámbar. Al cuarto día se filtraron usando un embudo Buchner y un matraz Kitazato. Cada extracto se colocó en un recipiente de un litro de capacidad que se adaptó a un rotavapor para separar el solvente de los principios bioactivos. El extracto de semilla de guanábana requirió de una destilación adicional con éter de petróleo para separar el aceite de los alcaloides.

Los extractos de gavilana, hombre grande y sorosí se diluyeron en agua en las proporciones 1:1000, 1:100. Al aceite de guanábana se le agregó 1000 de Twee, 40 por cada 250 ml de aceite y luego se diluyó en agua en la proporción 1:2.

Bioensayo

Durante el mes de mayo se efectuó un ensayo *in vitro* utilizando tres cajas petri para cada uno de los extractos, diluidos en la proporción 1:1000 (no se empleó aceite de guanábana). Se colocó un papel absorbente en cada caja petri y sobre este, diez insectos que fueron a su vez cubiertos con una capa de tela sintética, impregnada del extracto. Encima de la tela se puso otro papel absorbente y luego se tapó. Dos horas después se determinó la mortalidad. Como los tres tratamientos eliminaron más del 50% de los insectos, se procedió con la siguiente fase que consistió de dos experimentos en invernadero.

Primer experimento

El primer experimento se efectuó en el mes de mayo, cuando la temperatura ambiental durante el día fue de aproximadamente 10°C, dentro del invernadero. Se evaluaron los tres extractos de la dilución 1:1000, más un testigo con agua. Se emplearon diez plantas de tabaco sembradas en macetas de arcilla. Para cada tratamiento, cuando las plantas tenían entre 4 y 5 hojas se colocaron áfidos hembras que se reprodujeron rápidamente. Los tratamientos fueron asperjados en las plantas con una bomba manual de un litro de capacidad. Al momento de la aspersión el número promedio de individuos por tratamiento estuvo entre 57 y 68. A las 24 y 72 horas posteriores a la aplicación, se contó el número de insectos que quedaron vivos en cada planta.

Segundo experimento

Este experimento se efectuó en el mes de junio, cuando la temperatura medio ambiental durante el día era mayor de 25°C. Fue similar al primero, excepto en que se incluyó como cuarto tratamiento el aceite de la semilla de guanábana, y el número promedio de insectos por tratamiento al momento de aplicar los productos estaba entre 45 y 84 individuos.

Variables medidas y análisis estadístico

La efectividad (E) de cada extracto corresponde a la proporción (P) de insectos muertos y se calculó así:

$$E=P=1 - \left(\frac{E_d}{E_a} \cdot \frac{T_a}{T_d} \right)$$

Donde:

Ea, Ed, Ta y Td representan el número de insectos vivos correspondientes al extracto (E) y al testigo (T) antes (a) y después (d) de la aspersion.

La aplicación de esta fórmula considera que en el lapso comprendido entre la aspersion del tratamiento y el conteo de insectos vivos (24 y 72 horas) nacen nuevos individuos y también mueren de causa natural, por lo que ajusta la acción de los extractos, en el supuesto de que si estos fueran inocuos la tasa de crecimiento poblacional sería la misma que la del testigo. En cada par de extractos se comparó la efectividad o proporción de insectos (P) probando la hipótesis nula $H_0: P_i = P_j$ contra la alternativa, $H_a: P_i \neq P_j$, mediante la prueba Z.

En todas las comparaciones se utilizó el mismo estimado del error estándar de la diferencia de dos proporciones, para lo cual se estimó primero la proporción poblacional, combinando los resultados de todos los extractos.

EFFECTIVIDAD DE LOS EXTRACTOS

Los cuadros 1 y 2 resumen los resultados obtenidos con los experimentos de mayo y junio, respectivamente. El incremento de la temperatura ambiental y la duración del día entre uno y otro experimento, posiblemente influyó tanto en la tasa de reproducción de los áfidos como en la efectividad de los extractos para controlarlos.

En el primer experimento con una temperatura de 10°C, la población de áfidos del tratamiento testigo aumentó sólo en 19% hasta las 72 horas, mientras que en el mismo lapso aumentó 86% en el segundo ensayo, cuando la temperatura media era aproximadamente de 25°C.

Por otro lado, en el segundo experimento los extractos de gaviñana, hombre grande y sorosí tuvieron mayor efectividad que en el primero, pero el mejor efecto se presentó con gaviñana. Esto sugiere una interacción de los insecticidas naturales con las condiciones climáticas.

Cuadro 1. Efectividad in vitro de tres extractos vegetales para controlar *Mysus persicae*

Planta	Nº promedio de insectos			*Efectividad %	
	Al inicio	24 h	72 h	24 h	72 h
<i>N. lobata</i>	70	26	31	62c	63b
<i>Q. amara</i>	86	26	23	62b	78a
<i>M. charantia</i>	168	27	47	84a	77a
Testigo (agua)	57	55	68	0	0

*Valores de efectividad con la misma letra no difieren estadísticamente ($P < 0,05$; prueba de Z)

El hecho de que el aceite de guanábana tuviera un 100% de efectividad a las 72 horas es muy importante, pues existe la posibilidad de que con menos concentración se obtenga un resultado satisfactorio. Concentraciones reducidas de todos los extractos podrían también dar excelentes resultados, como agentes protectores de los tejidos vegetales contra otras plagas; esto debe investigarse en el futuro.

Cuadro 2. Efectividad en invernadero de cuatro extractos vegetales para controlar *Mysus persicae*

Planta	Nº promedio de insectos			*Efectividad %	
	Al inicio	24 h	72 h	24 h	72 h
<i>N. lobata</i>	45	6	31	92b	98a
<i>Q. amara</i>	71	48	18	59d	86c
<i>M. charantia</i>	66	28	11	75c	91d
<i>A. muricata</i>	84	3	0	98a	100a
Testigo (agua)	57	55	68	0	0

*Valores de efectividad con la misma letra no difieren estadísticamente ($P < 0,05$; prueba de Z)

BIBLIOGRAFÍA

- AGUILAR SANTOS, G.; LIBREA, J.R.; SANTOS, A.C. 1967. The alkaloides of *Annona muricata* Linn. Philippine Journal of Science 96:399-409.
- ASENJO, C.R.; GOYCO, J.A. 1943. Puerto Rican Fatty Oils. The characteristics and composition of Guanabana seed. Journal of the American Chemical Society 65:208-209.
- GRINGE, M.; AHMED, S. 1988. Handbook of plants with pest control properties. John Wiley & Sons, Honolulu, Hawaii. USA. 467 p.
- METCALF, C.L.; FLINT, W.P. 1977. Insectos destructivos e insectos útiles, sus costumbres y su control. 4 ed. México, Editorial CECSA. 1208 p.
- STOLL, G. 1987. Natural Crop Protection. West Germany, Verlag Josef Margraf. 188 p.
- VEGA, S. 1983. Manual para la identificación de plaguicidas restrados en Costa Rica. Heredia, Costa Rica, Proyecto UNA/OEA, Universidad Nacional. 147 p.

Comercialización de insecticidas naturales

Metodología de análisis de mercado utilizada por el Proyecto Olafo

Luis Bianco*

El Proyecto Olafo está implementando un tipo de análisis de mercado para productos maderables no tradicionales y productos no maderables. El análisis de mercado debe tomar en cuenta cuatro factores limitantes para garantizar la comercialización en forma sustentable de productos basados en el uso de los recursos naturales locales. Estos son:

- el reducido tamaño de la producción (escala)
- el incipiente o nulo desarrollo de mercados para estos productos
- el incipiente nivel organizativo de la población involucrada en dicho proceso
- la poca experiencia de los beneficiarios en los procesos de comercialización

De manera simultánea Olafo realiza los estudios de mercado y el proceso de prueba de los productos en el mercado. De esta manera, no solamente se llega a definir más rápidamente la viabilidad de los productos sino que se promueve el involucramiento y el aprendizaje de los beneficiarios en un proceso empresarial comunitario.

A continuación se detalla el esquema metodológico para que las poblaciones locales (campesinos e indígenas), con el apoyo del proyecto Olafo, desarrollen y validen el proceso de comercialización de productos basados en sus recursos naturales.

La definición de la viabilidad y forma de comercialización se enmarca dentro del proceso global (ecológico, productivo, organizativo, financiero) de la factibilidad de las alternativas. Esto se ve reflejado en el esquema adjunto, en el cual se diferencian tres grandes etapas:

- fase exploratoria de identificación de recursos naturales potenciales y de beneficiarios
- fase de investigación/validación
- fase de implementación/difusión

*Proyecto Olafo, CATIE, Turrialba, Costa Rica

Fase exploratoria de identificación de recursos naturales potenciales y de beneficiarios

Los objetivos de esta fase, dentro del área de mercado son:

- identificar los productos derivados de los recursos naturales
- definir la existencia de un mercado para estos productos

Fase de investigación/validación

Los objetivos de esta fase, dentro del área de mercado son:

- definir las especificaciones del producto según la demanda del mercado
- definir el tipo y tamaño del sector de consumidores del producto

Se desarrollan dos actividades principales: *la prueba del concepto y la prueba del producto*. La primera consiste en determinar si el concepto/idea del producto satisface la necesidad de consumo para la cual fue hecho. La segunda se refiere a la prueba del producto con los consumidores potenciales para determinar su aceptación.

Fase de implementación/difusión

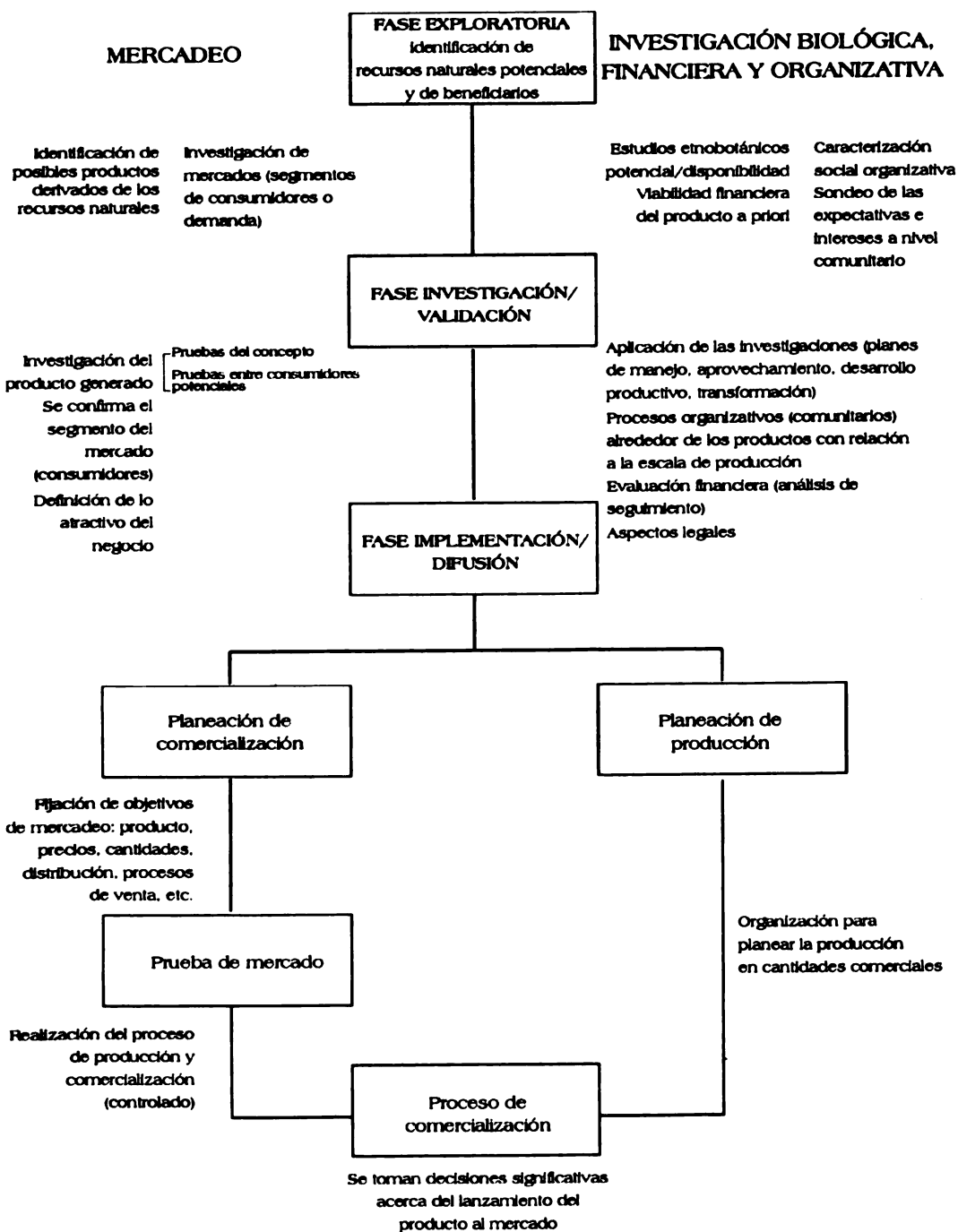
Los resultados de las fases anteriores, si son promisorios, permiten plantear como objetivo:

- implementar el proceso de comercialización

Es necesario desarrollar, junto con el plan de producción, un plan de comercialización. Al implementarse este plan de comercialización es esencial evaluar la *prueba de mercado*, mediante la cual se pueden identificar los aspectos que afectan esta escala, la comercialización y por ende la viabilidad de la actividad. Estos aspectos pueden ser de orden organizativo, de gestión, de precios u otros.

MERCADEO

**INVESTIGACIÓN BIOLÓGICA,
FINANCIERA Y ORGANIZATIVA**



Metodología empleada por el Proyecto Olafo para el análisis de un producto en el mercado

Análisis financiero y económico de *Quassia amara* como insecticida natural

Justine Kent*, Tania Ammour*

El Proyecto Conservación para el Desarrollo Sostenible en América Central (Olafo) tiene el reto de promover el uso sostenible de la biodiversidad en bosques amenazados por la presión agrícola en Centroamérica. Dentro del contexto de los sistemas de producción tradicionales en la región de Talamanca, Costa Rica, el Proyecto pretende contribuir a la conservación de los recursos naturales mediante el uso sostenible, y al desarrollo de los grupos involucrados; ello implica, entre otras tareas, promover el manejo de recursos subutilizados del bosque. Por tal razón se han hecho investigaciones etnobotánicas, biológicas y químicas sobre varios recursos del bosque, tanto maderables como no maderables, para determinar sus propiedades, utilidades y potenciales. Dichos trabajos se están realizando en la Reserva Indígena de Kéköldi, Talamanca.

Una de las especies en estudio es *Quassia amara*, popularmente conocida como hombre grande. Con el creciente interés de la comunidad internacional sobre el manejo sostenible de los recursos naturales y uso de productos orgánicos, *Q. amara* es un recurso promisorio que puede generar beneficios tanto para el desarrollo como para la conservación.

Los sistemas de producción en la Reserva Indígena de Kéköldi son diversificados e incluyen cultivos permanentes y anuales (cacao, plátano, pejobaye, papaya, banano, maíz, aguacate y yuca) en pequeña escala. Los productos de dichas actividades se destinan fundamentalmente al consumo familiar y el excedente se comercializa. Además, las familias generan ingresos del trabajo asalariado fuera de la Reserva.

Tradicionalmente las familias han aprovechado los diversos recursos del bosque; entre ellos, el hombre grande que ha sido usado con fines medicinales como antiemético. Sin embargo, las plantas silvestres tienen bajos niveles de extracción y no han sido objeto de manejo con fines comerciales.

Muchas especies vegetales en los trópicos pueden tener varios usos; tal es el caso de *Q. amara* que, con la presencia de los principios activos cuasina y neocuasina, puede ser utilizada como insecticida natural, además del uso tradicional como medicamento (Brown 1995). Sin embargo, el empleo como insecticida natural es muy poco conocido, tanto desde el punto de vista biológico y económico como de su efecto químico en los cultivos.

*Proyecto Olafo, CATIE, Turrialba, Costa Rica

A principios de siglo, la cuasia fue comercializada como insecticida, pero fue sustituida por productos sintéticos. Los antecedentes sobre la aceptabilidad de la especie como insecticida natural permite afirmar que este recurso tiene un potencial comercial, más aún considerando el auge actual de la agricultura orgánica.

Desde sus inicios, el Proyecto Olafo ha realizado varios estudios conjuntos con instituciones de investigación en Costa Rica. Por ejemplo, la Universidad de Costa Rica está investigando las características químicas de *Q. amara* para determinar su efecto en cultivos. Por otra parte, mediante inventarios, estudios ecológicos y biológicos, se encontró que este arbusto crece abundantemente en forma natural en las pendientes de la Reserva, donde alcanza 5 o más metros de altura y rebrota con facilidad (Brown 1995).

Paralelamente a las investigaciones biológicas y agronómicas, se iniciaron una serie de actividades para definir las condiciones técnicas y de mercado en las cuales el recurso manejado pueda ser financiera y económicamente viable. La metodología elaborada por el Proyecto Olafo implica desarrollar y definir, junto con los beneficiarios, las pautas de manejo técnico, las formas de procesamiento y los canales y lugares de comercialización. De acuerdo con esa metodología, y dentro del marco de este proceso de investigación sobre el recurso, a continuación se presentan los primeros resultados financieros y económicos del manejo de *Quassia amara* en la Reserva Indígena de Kéköldi.

Los elementos que permitieron elaborar dicho análisis fueron los siguientes:

El potencial de aprovechamiento de la especie ya ha sido determinado de manera preliminar.

Algunas familias de la Reserva Indígena están involucradas con el proyecto en el manejo y extracción a nivel experimental de *Q. amara* desde 1994.

La Asociación de Pequeños Productores de Talamanca (APPTA), con la que el proyecto ha venido trabajando, es una organización orientada, entre otros fines, a la comercialización de productos agrícolas. APPTA aceptó asumir la comercialización del hombre grande a nivel experimental.

Desde 1994, se están realizando pruebas de mercado a través de APPTA, con una empresa privada que pretende colocar en el mercado internacional productos de bosques tropicales manejados en forma sostenible. Este mercado experimental permitió determinar un precio base.

Los objetivos del presente análisis son: 1) evaluar, de acuerdo con las pautas iniciales de manejo y los resultados preliminares de investigaciones, la viabilidad financiera y económica del aprovechamiento de *Q. amara*; 2) formular recomendaciones para que el manejo de *Q. amara* sea financiera y económicamente sostenible.

CARACTERÍSTICAS DEL PROCESO DE EXTRACCIÓN Y VENTA

El aprovechamiento de *Q. amara* es una actividad complementaria en el sistema de producción diversificado de la comunidad indígena, la cual posee un área para el manejo de *Q. amara* de aproximadamente 100 ha, con un rango de densidades que van desde ningún individuo hasta cerca de 2000 ind/ha (Marmillo *et al.* 1995). En la Reserva se aprovechan los tallos entre 1,8 cm y 5,27 cm de diámetro (promedio de 2,18 cm). Para fomentar la regeneración natural, se corta a un metro por encima del suelo; según el plan de manejo, el período de rotación es de cinco años.

En el primer año se aprovecharon 2763 kg en el área más densa; sin embargo, según los resultados del inventario que se hizo a finales de 1994, el volumen disponible es de aproximadamente 150 kg/mes (1800 kg/año).

El manejo del hombre grande en la Reserva requiere una inversión mínima en equipo: sierra de mano y machete. No obstante, las irregularidades del terreno dificultan el transporte de los tallos cortados, por lo que se necesita una mula para trasladar el material desde el punto de tala hasta la salida del bosque.

En cuanto a mano de obra, aproximadamente seis personas de la comunidad Cocles participan en la extracción de la especie, incluyendo mujeres, jóvenes y hombres, quienes dedican entre 6 y 10 jornales de trabajo¹ por persona durante el año. Además, puesto que el aprovechamiento no depende de una época en particular, esta actividad no compite en tiempo con las demás actividades productivas tradicionales.

El proceso de extracción y venta de *Q. amara* consta de las siguientes etapas: selección del material por aprovechar, corta, traslado fuera del bosque, pesado, deshojado, picado y transporte al punto de venta cerca de San José. Por lo general, no se requiere mano de obra calificada.

APPTA, la cooperativa agrícola local, se encarga de la venta del producto. El comprador adquiere la materia prima en trozos y la transforma en polvo en su fábrica. El comprador paga un precio de ₡37,5/kg; de este valor bruto, APPTA retiene un 13% (₡5/kg) por servicios de administración. Entonces, el precio al productor es de ₡32,5/kg.

RESULTADOS DEL ANÁLISIS FINANCIERO

El análisis financiero cubre un período de diez años. Los costos identificados se basan en la experiencia de 1994. Los ingresos brutos se derivan del volumen aprovechable definido en el inventario.

¹ Jornal = 5 horas en el área de Talamanca

Dentro del área aprovechable, la densidad de árboles y la distancia al lugar de acopio varían. Ello repercute directamente en el retorno a cada unidad de mano de obra invertida debido a la diferencia en productividad del trabajo. Por ello, se diseñaron dos escenarios. En el primero, el área de aprovechamiento queda muy cerca al lugar de acopio y tiene alta densidad/ha de cuasia. En el segundo, el área de aprovechamiento está alejada del lugar de acopio y la densidad/ha es menor; en este escenario se requiere dos veces más tiempo para buscar y cortar los tallos, y 2,5 más veces para trasladarlos hasta el punto de acopio.

Según las existencias aprovechables, se puede extraer un volumen máximo de 600 kg tres veces al año (1800 kg/año). De acuerdo con los datos del aprovechamiento de 1994, se requieren de 11,4 jornales (34 jornales/año) para extraer entre 300 y 600 kg de *Q. amara*. Un área con menor abundancia y más lejana requiere aproximadamente 18,3 jornales (55 jornales/año).

La tasa de interés utilizada es de 19% (tasa de corto plazo en 1994).

Egresos

Los costos en efectivo de la actividad, iguales en los dos escenarios, incluyen costos fijos en efectivo (sierras y cinta métrica para medir el diámetro de los árboles) y costos variables (transporte desde el bosque hasta el sitio de acopio en APPTA, alquiler de la mula y mecate). Los costos fijos en efectivo y los costos variables representan entre 10 y 13%, y entre 28 y 37% de los costos totales, respectivamente (Cuadro 1).

Los costos no en efectivo corresponden a la mano de obra familiar, la cual representa entre 50 y 62% de los costos totales (Cuadro 1); es decir que el manejo de cuasia es una actividad intensiva en mano de obra.

Ingresos

Los ingresos brutos generados por la actividad son de ₡58 500/año. El margen bruto² en los dos escenarios es de ₡38 406. Sin embargo, mientras que el margen bruto/jornal en el escenario con alta densidad es de ₡1 123, en el escenario con baja densidad solo alcanza a ₡700 (Cuadro 1). En el primer escenario, el margen bruto es mayor en un 40% al costo de oportunidad de la mano de obra (₡800/jornal), mientras que en el segundo es aproximadamente 13% menos que el costo de oportunidad en la región.

En cuanto al ingreso neto³, debido a que la selección, corte y traslado de tallos requiere aproximadamente de 40% más de mano de obra; este indicador es negativo (-₡12 861) en el escenario con baja densidad. No obstante, es importante reconocer que el valor del jornal

²margen bruto = ingreso bruto - costo variable en efectivo

³ingreso neto = ingreso bruto - costo total en efectivo - mano de obra

del mercado utilizado no considera el desempleo en la región y/o el hecho de que la extracción del hombre grande no compite con otras actividades productivas. En este sentido, el valor del jornal está sobrevalorado, por lo que las comparaciones hechas son conservadoras.

El flujo neto⁴ es de ₡31 059 en los dos escenarios (Cuadro 1). El ingreso monetario anual por persona (₡5177) representa aproximadamente 14% de los ingresos totales de una familia en el área indígena (₡36 700/año según Barrantes *et al.* 1994). Este porcentaje no es despreciable si se considera que la gente solo dedica alrededor de 4% de su tiempo efectivo de trabajo a esta actividad complementaria. El ingreso que se obtiene puede ser generado en épocas en que no existan otras fuentes de ingreso, debido a que la extracción de cuasia puede ser realizada en cualquier época del año.

Cuadro 1. Indicadores financieros y económicos del aprovechamiento de *Quassia amara* en la Reserva Indígena de Kéköldi

Indicadores	Escenarios	
	Área más densa ₡	Área menos densa ₡
*Costos variables en efectivo	5094	5094
**Costos fijos en efectivo	22347	22347
Costos totales en efectivo	27441	27441
***Costos variables no en efectivo	27360	43920
Costos totales	54801	71361
Ingresos brutos	58500	58000
Margen bruto	38406	38406
Margen bruto/jornal	1123	700
Flujo neto	31059	31059
Flujo neto/jornal	908	566
Flujo neto/persona/año	5177	5177
Ingreso neto	3699	-12861

*Transporte entre APTA y San José 75%, alquiler de mula 22%, mecate suave 3%

**Tijeras 23%, sierra de arco 17%, rabo de zorro 40%, cinta métrica 5%, machete 15%

***Mano de obra

El valor actualizado neto⁵ (VAN) y la relación entre los beneficios y los costos⁶ (B/C) son indicadores que miden el efecto de la actividad en un plazo de diez años (Cuadro 2). En el escenario con menor densidad, si se incluye el valor de la mano de obra a precio de mercado, el VAN es negativo (-453 545) y la relación B/C tiene un valor inferior a uno (0,82). Para cubrir los costos de mano de obra, habría que extraer 2196 kg/año. Sin embargo, si se considera que el costo de oportunidad de trabajo en el área es cero porque hay pocas oportunidades de empleo, el VAN es positivo (4129 309), con un B/C superior a uno (2,13). La cantidad mínima de *Q. amara* que se debe extraer para cubrir los costos en esta situación es de 852 kg/año.

En el escenario con mayor abundancia de materia prima, aún valorando la mano de obra a precio de mercado, la relación B/C es mayor que uno (1,07); en este caso, el punto de equilibrio es de 1692 kg/año.

Cuadro 2. Indicadores actualizados para el aprovechamiento de *Quassia amara* en la Reserva Indígena de Kéköldi

Indicadores económicos	Escenarios			
	Área más densa		Área menos densa	
	Con mano de obra	Sin mano de obra	Con mano de obra	Sin mano de obra
VAN	15400	129309	-53545	129309
B/C	1,07	2,13	0,82	2,13
Punto de equilibrio (Kg/año)	1692	852	2196	852

RECOMENDACIONES Y CONCLUSIONES

Equipo y transporte

Aunque el margen bruto es positivo, los ingresos netos se ven afectados por los costos en equipo y transporte. El transporte es calculado por viaje, por lo tanto, es importante apuntar hacia un costo/kg mínimo. Esto se puede lograr aprovechando los tallos 2 ó 3 veces por año (600-900 kg/aprovechamiento) y no en forma mensual (150 kg/aprovechamiento).

⁵ $(B-C)/(1+i)$ donde B = beneficios, C = costos, i = tasa de interés y t = tiempo

⁶ $(B/(1+i)^t)/(C/(1+i)^t)$ donde B = beneficios, C = costos, i = tasa de interés, t = tiempo

Costo de oportunidad de la mano de obra

La mayor proporción de costos corresponde a la mano de obra (entre 50 y 62% de los costos totales, dependiendo de la densidad del bosque). Debido a que hay pocas oportunidades de trabajo en la región y que se puede realizar el aprovechamiento durante cualquier época del año, se puede utilizar un costo de oportunidad de cero. Cada recolector puede generar el equivalente a 14% de sus ingresos totales anuales.

Precios

El precio pagado a la comunidad en 1994 no se fijó con base en la oferta y demanda de un mercado estable, sino que fue definido por el comprador para realizar la prueba del insecticida natural en el mercado internacional. Existe, entonces, una incertidumbre en cuanto al precio futuro.

Canales de comercialización y procesamiento

El mercado actual para *Q. amara* como insecticida natural es muy pequeño. Es necesario contar con un mejor conocimiento del mercado nacional e internacional, incluyendo aspectos sobre cantidades requeridas y estándares de calidad de material. En la eventualidad de que el mercado se establezca, habría que identificar otros productores potenciales en el país para satisfacer una demanda mayor.

Además, en lugar de vender la materia prima en bruto, las familias de la comunidad indígena, o APPTA podrían trabajar más en el procesamiento en Talamanca. Suponiendo que los costos no sean exorbitantes (un molino), el aumento de valor agregado podría lograrse con el procesamiento de la materia prima. En estos momentos, el comprador es quien aprovecha el "potencial" de este valor agregado.

Aparte de la incertidumbre en los aspectos de mercado, es necesario generar un mayor conocimiento en cuanto a aspectos biológicos (tasas de crecimiento, aspectos reproductivos y manejo del arbusto) y químicos (eficiencia en la aplicación a diversos cultivos y especies, depredadores que controla) para asegurar un manejo sustentable a largo plazo, tanto desde el punto de vista económico y financiero de mercado como ecológico y social.

BIBLIOGRAFIA

- BARRANTES, J.C.; CARMONA, M.; DÍAZ, M.; DURO, J.M.; LING, F.; OCAMPO, R.; VILLALOBOS, R. 1994. Diagnóstico y resultados de investigación de la región de Baja Talamanca, Costa Rica. CATIE, Turrialba, Costa Rica. [Documento de Trabajo. Proyecto Conservación para el Desarrollo Sostenible en América Central (Olafo)]. 32 p.

- BROWN, N.R. 1995. The autecology and agroforestry potential of the bitterwood tree *Quassia amara* L. ex Blom (Simaroubaceae). Ph.D. Thesis. Cornell University, United States. 250 p.
- CENTRO AGRONÓMICO TROPICAL DE INVESTIGACIÓN Y ENSEÑANZA. Proyecto Olafo. 1994. Manual de análisis económico/financiero en el Proyecto Olafo. Turrialba, Costa Rica. 99 p. [Borrador].
- MARMILLOD, D.; CHANG, Y.; BEDOYA, R. 1995. Plan de manejo de *Quassia amara* en la Reserva Indígena de Kéköldi. In Ocampo, R., ed. Potencial de *Quassia amara* como insecticida natural. CATIE, Turrialba, Costa Rica. pp. 68-90.

Investigación de mercado para *Quassia amara* en Costa Rica*

Luis Bianco**, Francisco Montero

Quassia amara (hombre grande) es conocida en Costa Rica por sus propiedades medicinales, ya que la maceración y la infusión de la madera pueden corregir malestares relacionados con fiebre, cálculos hepáticos o renales y problemas estomacales y digestivos. Su consumo ha incentivado a diferentes empresas a investigar y mejorar los procesos de transformación y presentación para diferentes segmentos del mercado consumidor.

La producción identificada en el país se limita a procesos de recolección de las poblaciones naturales en zonas silvestres húmedas del Pacífico Central y el Atlántico, por agricultores y recolectores de plantas medicinales silvestres.

CONSUMO DE *Quassia amara* EN COSTA RICA

Debido al poco conocimiento del mercado tradicional sobre el hombre grande y el interés creciente en los productos naturales se decidió investigar las características del mercado de *Q. amara* en Costa Rica.

Los objetivos principales de este trabajo fueron:

- Identificar los aspectos que involucran la industrialización y comercialización de *Q. amara* como planta medicinal.
- Determinar el canal de comercialización con fines medicinales a través del cual *Q. amara* llega al mercado nacional.
- Investigar el potencial de mercadeo de *Q. amara* como insecticida natural.

En el sondeo de mercado se identificaron diferentes agentes que intervienen en el proceso de industrialización y comercialización de *Q. amara* como medicina natural. Se localizaron cuatro empresas agroindustriales nacionales que transforman la madera en madera molida, madera en trocitos y extractos, y diez empresas dedicadas a la comercialización de productos medicinales en el Valle Central, entre los cuales se encuentra el hombre grande.

* Basado en MONTERO GRANADOS, F.J. 1994. Caracterización del mercado nacional y análisis de costos de las actividades extractivas de hombre grande (*Quassia amara*) en la Reserva Indígena Kékoldi. Informe de práctica de especialidad. Instituto Tecnológico de Costa Rica. 161 p.

**Proyecto Olafo, CATIE, Turrialba, Costa Rica

Quassia amara EN EL SECTOR AGROINDUSTRIAL

De las cuatro empresas agroindustriales entrevistadas, dos utilizan *Q. amara* molida en la producción de tisanas y dos en la elaboración de extractos (gotas amargas). Además, una de las mismas empresas vende la madera en trocitos.

Ninguna de las empresas cultiva *Q. amara*, sino que esta es adquirida a recolectores o extractores que obtienen el producto en bosques naturales ubicados predominantemente en el Pacífico Central.

Los precios a los cuales estas empresas adquieren la madera del hombre grande oscilan entre \$50/kg y \$650/kg, puesta la materia prima en la empresa. A pesar de la variación en los valores, el precio promedio, según la cantidad total vendida, es de \$50/kg.

Las empresas dedicadas al mercado de tisanas utilizan bolsitas de papel filtro tipo express y cajitas de cartulina como empaques. Una de las empresas que elabora extractos utiliza botellitas de cuatro onzas y para la madera en trocitos utiliza empaques de polipropileno. La otra empresa utiliza botellas con capacidades de 60 cm³ y 160 cm³ para los extractos (gotas amargas).

Todas las empresas distribuyen sus productos en el país y procesan en conjunto una cantidad promedio mensual de alrededor de 175 kg; ninguna manifestó tener problemas de abastecimiento.

Quassia amara EN EL SECTOR COMERCIAL

Se identificaron diez empresas cuya actividad principal es la comercialización de productos de origen natural (en su mayoría vegetal); entre ellos *Q. amara*. Generalmente estas empresas son como tiendas especializadas en productos naturales.

Las empresas macrobióticas y centros de biosalud ofrecen en el mercado productos elaborados por las empresas agroindustriales, al igual que el recurso que adquieren de los mismos extractores o recolectores.

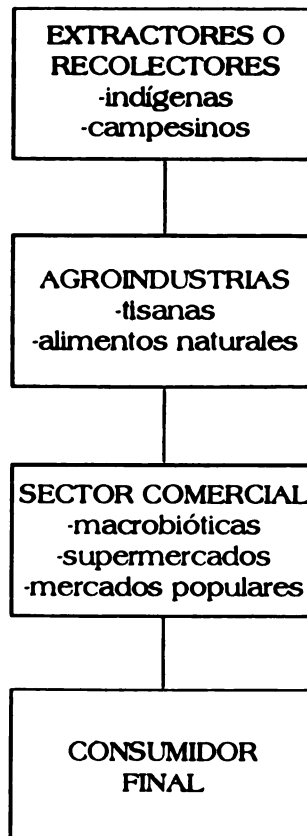
Las empresas personales (tramos en mercados populares, ferias del agricultor y puestos de venta en las calles) distribuyen productos naturales de diferentes tipos (hierbas, cortezas, raíces, semillas, extractos y hojas). Estas empresas adquieren *Q. amara* directamente de los recolectores o extractores y la comercializan sin ninguna transformación (trocitos entre 10 y 20 cm).

***Quassia amara* EN EL SECTOR AGROQUÍMICO**

Se identificaron siete empresas dedicadas a la formulación, producción, distribución y comercialización de productos agroquímicos que utilizan al menos un producto orgánico en sus formulaciones; cuatro trabajan con la bacteria *Bacillus thuringensis*.

Seis de estas empresas actualmente están investigando con productos de origen natural, debido al interés creciente por encontrar sustitutos o complementos de los agroquímicos. Lo que se busca son nuevas alternativas que ayuden a reducir la contaminación ambiental y lograr un manejo integrado de plagas.

Ninguna de las empresas identificadas tenía conocimiento sobre la utilidad de *Q. amara* como insecticida natural, aunque mostraron interés sobre el tema.



Canales de comercialización de *Quassia amara*, con fines medicinales, según información proporcionada por las empresas identificadas en 1994

Experiencia comercial en la introducción de un bactericida natural

Carlos Corrales*

Provequi S.A. ha venido realizando experiencias técnicas y de apertura de mercado para un biocida 100% orgánico natural de aplicación en la agricultura nacional. La empresa ha llevado a cabo la formulación del KILOL L DF-100 11% S.L, el cual presenta como ingrediente activo el extracto de semilla de cítricos o cítrex.

Para el desarrollo del kilol en aplicaciones agrícolas, lo primero que debimos analizar en una forma muy profunda y meticulosa, fue la composición, ventajas y desventajas del extracto de semilla de cítricos como ingrediente activo. Este extracto fue desarrollado hace aproximadamente 30 a 35 años, por la empresa brasileña Quinabra (Química Natural Brasileña S.A.). Las primeras aplicaciones se dieron en la formulación de cosméticos como cremas faciales, como agente para controlar la caspa y como preservador de cremas. Posteriormente se vio la posibilidad de desarrollar varias formulaciones para aplicaciones en la agropecuaria en general; ejemplo de ellas son las formulaciones que actualmente se comercializan: aditivos para la nutrición animal, promotor de crecimiento para pollos, cerdos y camarones, promotor de la productividad de aves de postura, entre otros. Además, se utiliza en el campo veterinario, en la formulación de desinfectantes, ungüentos y cremas.

Con base en ciertos parámetros de aplicaciones en el área agropecuaria, nos dimos a la tarea de buscar los posibles mecanismos técnicos que nos llevaran a conclusiones positivas en cuanto a su aplicación en la línea de productos agroquímicos. Las primeras experiencias de aplicación fueron llevadas a cabo por el Ing. Edgar Vargas González (Director del Departamento de Fitopatología de la Universidad de Costa Rica). Estos primeros pasos se llevaron a cabo con la formulación convencional del kilol 5% de aplicación industrial. Debido a los resultados alentadores, Provequi S.A. llegó a un acuerdo de comercialización con la empresa Agro Pro de Centroamérica, la cual fue la primera en mostrar un verdadero y marcado interés por el desarrollo y comercialización de productos 100% orgánicos naturales para aplicaciones agrícolas.

Si bien Provequi no tenía ninguna experiencia en el desarrollo de productos para la agricultura, con la ayuda del Ing. Vargas, la experiencia del personal técnico de Agro Pro y nuestro conocimiento sobre el ingrediente activo, se logró combinar todos los elementos técnicos y humanos para facilitar el desarrollo del kilol. Provequi S.A. formula únicamente para Agro Pro y coordina con ellos las pruebas y demás asuntos para colocar el producto en el mercado nacional e internacional.

Kilol 5%, cuya formulación es eminentemente industrial, se empezó a vender hasta alcanzar volúmenes significativos de ventas. Procedimos, entonces, en coordinación con el Laboratorio de Fitopatología y Agro Pro, a realizar varias investigaciones como: determinación de sistemicidad, fitotoxicidad, residualidad y espectro de acción biocida del producto. Una vez que este marco fue establecido, se procedió al respectivo registro ante el Departamento de Abonos y Plaguicidas de Sanidad Vegetal. El registro se estableció a un 11% de concentración, y el próximo año lo pasaremos a un 20%, para abaratar los costos de producción y venta final al agricultor. Por indicación de los técnicos de Agro Pro, el producto se registró como un bactericida, ya que estos son muy escasos en la agricultura y los problemas generados por bacterias en los cultivos son muy amplios y presentan serios problemas a los agricultores. Kilol 11% es aplicado específicamente al follaje, al tallo y al suelo de las plantas.

El extracto de semilla de cítricos como ingrediente activo de kilol 11% presenta grandes *ventajas* para las aplicaciones agrícolas debido a los siguientes factores:

- Posee carbohidratos o azúcares que son fuente energética extra que la planta asimila para sus funciones metabólicas.
- Las vitaminas C y E tienen propiedades cicatrizantes, que ayudan a solucionar los estados de tensión provocados por múltiples variables.
- No es un producto tóxico ni contaminante del medio ambiente, por lo que no provoca alteraciones indeseables en los sistemas ecológicos.
- Los ácidos grasos, que químicamente son triglicéridos, ayudan a las funciones biológicas de las células otorgándoles materia prima extra para engrosar la pared celular, y con ello, ayudar en cierta medida a aumentar la resistencia contra los ataques de microorganismos patógenos por naturaleza.

Kilol 11%, sin embargo, presenta varios *inconvenientes* en aplicaciones agrícolas:

- El vehículo estabilizador que se requiere para el ingrediente activo es la glicerina vegetal u.s.p. que no representa una verdadera ayuda para aplicaciones agrícolas.
- Kilol 11% no reacciona en forma de emulsión o caldo lechoso. Los agricultores están acostumbrados a ver este tipo de reacciones del agroquímico cuando entra en contacto con el agua, entonces la falta de reacción fue, en un inicio, un obstáculo. Sin embargo, cuando los agricultores aplicaron nuestro producto y tuvieron resultados positivos, este aspecto pasó a un segundo plano de importancia.
- Kilol 11% tiende a cambiar de color debido a que varios de sus aminoácidos son ópticamente activos. El cambio de color no indica, de manera alguna, pérdida de potencia microbicida o posible oxidación, pero representa un gran inconveniente visual para el agricultor.

- En la composición del kilol no hay tensoactivos para adherirlo a la superficie de las hojas, por lo que la lluvia puede lavarlo rápidamente. Se recomienda el uso de penetrantes o adherentes aniónicos diseñados para muchos productos tradicionales en la agricultura. Kilol tarda unas tres horas para penetrar dentro del xilema de las plantas en condiciones óptimas de clima, pero si llueve y no se han usado tensoactivos, se corre el riesgo de que el producto no presente un control satisfactorio biocida contra los gérmenes patógenos. Actualmente, estamos trabajando en una nueva formulación para evitar este grave inconveniente y ayudar a un mejor desempeño biocida del kilol.
- El ingrediente activo del kilol no es una sustancia genérica y por ello, no está debidamente regulada por los textos reguladores de métodos de control de calidad y aplicaciones.

Actualmente Provequi vende unos 25 000 litros de kilol por año. El producto ha sido registrado en Guatemala y Panamá, y se está gestionando su registro en Honduras.

Introducción de *Quassia amara* como insecticida natural en el mercado norteamericano

Bronner Handwerker*

La idea de la empresa fue, en un principio, buscar productos con posibilidades de lograr rendimientos sostenibles. En La Botánica estamos concientes de la gravedad del problema ambiental, nuestro objetivo es crear productos que tengan un efecto positivo, tanto para el ambiente como para la gente. Del hombre grande tenemos datos etnobotánicos, tenemos historia de uso; por lo tanto, es un recurso que vale la pena explotar.

Nosotros creemos en la viabilidad de *Quassia amara* como insecticida natural. Estamos pensando vender cuasia en diferentes fórmulas para ser empleadas en plantas ornamentales y alimenticias. En estas fórmulas, el hombre grande es un componente, junto con otros productos naturales. Ahora bien, ningún producto es capaz de eliminar todos los insectos dañinos; es por eso que se requiere de pruebas para ver exactamente el efecto de la fórmula.

El proceso de introducción de un producto en el mercado es complicado, pues el producto tiene que adecuarse a las normas vigentes, tanto en el país exportador como en el importador. Así, hay normas para la cosecha del producto, para el procesamiento, empaque, transporte, industrialización y comercialización.

En los Estados Unidos, la Agencia de Protección (EPA) es la responsable del registro de nuevos productos; es necesario contar con su aprobación para importar y comercializar el producto en el país. Eso significa, aprobación tanto estatal como federal; registro de todos los ingredientes; certificación de producto no tóxico para los humanos ni para el ambiente; documentación de todo el proceso, desde que la planta sale del bosque hasta que el producto final llega a la góndola del supermercado.

Para la exportación, se cosechan ramas pequeñas, luego se cortan en trozos de una pulgada de ancho por tres de largo, los cuales se pasan por un molino que los pica finamente. El producto se tamiza para eliminar el polvo y luego se empaqueta en paquetes de un kilogramo, a los cuales se les agrega desecantes de sílica para controlar el nivel de humedad. Este proceso cuesta un promedio de ₡125/kg (US\$ 0,90).

Al llegar a Estados Unidos, el producto es realmente procesado mediante las fórmulas de efectividad previamente comprobada. En nuestro caso, la Universidad de Davis, California fue la encargada de realizar las formulaciones y las pruebas de efectividad. De nuevo, es necesario respetar los estándares de calidad, cumplir con las normas de información al consumidor y usar empaques no contaminantes.

*La Botánica S.A., San José, Costa Rica

**Hacia el
aprovechamiento
sostenible de
recursos no
tradicionales**

Metodología para determinar la viabilidad del nim como fuente de insecticidas botánicos en Nicaragua

Anne Kathrina Gruber*

La actual producción semindustrial de insecticidas botánicos a base de sustancias repelentes, fagodeterrentes e insecticidas de la semilla de nim (*Azadirachta indica* A. Juss) es el resultado de un trabajo desarrollado durante ocho años, desde 1987, en Nicaragua.

El arranque del Proyecto Insecticidas Botánicos NIM tomó muy en cuenta el alto nivel de conocimientos alcanzados internacionalmente en investigaciones de laboratorio y campo sobre la bioquímica y estructura molecular de las sustancias, su modo de actuar en los insectos, la eficacia en el campo y la no toxicidad para mamíferos, fauna benéfica y ecosistema en general. Estos fueron los datos básicos para el desarrollo de una verdadera opción frente a los agroquímicos sintéticos en el control de plagas.

Por supuesto, con anterioridad se había comprobado la adaptabilidad del árbol, originario de la India, a climas y suelos de Nicaragua mediante la siembra de 500 árboles entre 1975 y 1986. Además, se había determinado el interés de los agricultores en buscar alternativas al uso de los agroquímicos. Como información, el uso indiscriminado de agroquímicos en Nicaragua produce 35 intoxicaciones mortales por año; entre 1987 y 1989 hubo 5750 intoxicaciones no directamente mortales con consecuencias de enfermedades crónicas; además la importación de agroquímicos cuesta al país 45 millones US\$/año (Matus y Beck 1991). Por otro lado, la avanzada contaminación y destrucción de suelos, aguas y medio ambiente, más que todo en las zonas de cultivo de algodón, así como el desarrollo de resistencias múltiples (*Spodoptera* spp., *Plutella xylostella*) y plagas secundarias (*Bemisia tabaci*) crearon una situación propicia para despertar el interés en alternativas biológicas y biotécnicas por parte de productores e instituciones afines a la producción agraria.

El desafío para el Proyecto NIM ha sido elaborar criterios propios para el desarrollo de una tecnología útil en la sanidad vegetal y adaptada a las condiciones de Nicaragua, sin copiar ciegamente la tradición de la India o de otros países.

*Proyecto Insecticidas Botánicos NIM/CIEETS, Nicaragua

FASE PREPARATORIA 1985-1986

El primer estudio de factibilidad para el Proyecto NIM en Nicaragua se realizó en 1986, en una fase preparatoria con el siguiente plan de trabajo:

- elaborar criterios para decidir si nim podría ser una alternativa en el control de plagas
- determinar el nivel de investigación internacional, adaptabilidad del árbol a climas y suelos, interés de los agricultores e instituciones, factibilidad técnica de un proyecto
- formular objetivos, metas y plan de trabajo del Proyecto Insecticidas Botánicos NIM
- buscar financiamiento

Criterios para escoger una planta como fuente de insecticidas

Para decidir si nim podía servir como fuente de verdaderos productos alternativos en el control de plagas se determinaron los siguientes diez criterios o requisitos. Esta lista de comprobación que ha acompañado desde entonces el trabajo del Proyecto NIM, podría ser útil para evaluar cualquier otra planta.

Referente al cultivo de la planta

manejo fácil; que crezca en muchos sitios y sin altos insumos; que sea compatible con el respectivo ecosistema

Referente a las sustancias insecticidas de la planta

eficientes contra cierto espectro de plagas; no tóxicas para la fauna benéfica, mamíferos y ecosistema; compatibles con otros agentes biológicos o productos biotécnicos de control de plagas; que no creen rápidamente resistencias en las plagas; localizadas en partes accesibles y renovables de la planta; concentradas a niveles económicamente interesantes; relativamente estables en el producto insecticida y persistentes en el campo hasta por 7 días; biodegradables

Referente al uso y la producción industrial

artesanalmente factible para pequeños productores; técnicamente factible y económicamente rentable a nivel semindustrial y/o industrial en Nicaragua

Nivel de investigación internacional

La revisión y el estudio de la literatura en 1986/87 dio los siguientes resultados que permitían arrancar con el proyecto sin necesidad de muchas investigaciones básicas:

- a) El carácter bioquímico (triterpenoides) y las estructuras moleculares de las sustancias activas de la semilla y de la hoja de nim contra insectos fueron aclarados (Jacobson 1989).

- b) El modo de actuar de dichas sustancias (por ingestión) en el cuerpo del insecto, sobre la metamorfosis y fecundidad fue aclarado hasta conocerse el lugar u órgano de acción (Rembold 1987).
- c) La eficacia en el campo sobre plagas fue comprobada en más de 160 investigaciones de campo en diferentes países del mundo. Principalmente larvas de Lepidoptera, larvas y adultos de Coleoptera, larvas de minadores de hojas (Diptera), larvas y adultos de áfidos (Heteroptera) responden a un tratamiento con la sustancia principal insecticida de nim, azadirachtina, en bajas concentraciones (1,25 ppm en bioensayos de laboratorio, 20 a 25 ppm en campo) con síntomas de inhibición de crecimiento y disturbio de metamorfosis hasta mortalidad y reducción de fecundidad. Se comprobó también un fuerte efecto de repelencia y fagodeterrencia de otros compuestos de nim (meliantrol, nimbin, nimbidin, salannin) incluso sobre algunos nemátodos (Schmutterer 1985, 1990).
- d) Los resultados de investigaciones toxicológicas (EEUU y Alemania) demostraron que las sustancias de nim, tanto en forma de extracto acuoso o etanólico de la semilla molida como en forma del aceite prensado, no son tóxicas para mamíferos y aves, aunque sí ligeramente tóxicas para peces sensibles en aguas estancadas y para larvas de abejas en caso de recibir alimentación solo de flores recién fumigadas con altas concentraciones de azadirachtina (Jacobson 1987). Las medidas de precaución a tomar son no fumigar flores melíferas con concentraciones altas, ni dejar caer extractos concentrados o restos de ellos en estanques con cría de peces.
- e) Referente al desarrollo de resistencias contra las sustancias del nim, se conocían los primeros resultados de un ensayo prolongado de determinación del factor de resistencia desarrollada por *Plutella xylostella* contra el piretroide sintético *deltamethrina* y *azadirachtina*; *P. xylostella* creó resistencia contra *deltamethrina* 10 a 17 veces más rápido que contra *azadirachtina* (Vollinger 1987). Teóricamente no se puede descartar la posibilidad de que los insectos desarrollen resistencias a largo plazo contra sustancias de nim, más que todo cuando se aplican productos altamente concentrados en azadirachtina como sustancia principal insecticida. Como precaución, no se debe trabajar con concentraciones incesariamente altas; además, se debe tratar de reunir más agentes biológicos o productos biotécnicos en un concepto de control alternativo de plagas, el cual debería formar parte de un concepto más completo de agricultura ecológica, y no utilizar el nim como un mero sustituto de los agroquímicos convencionales.

EJECUCIÓN DEL PROYECTO 1987-1994

Con base en ese trabajo preparatorio (incluyendo un estudio preliminar con resultados positivos sobre la adaptabilidad del árbol de nim a suelos y climas de Nicaragua, sobre el interés de los productores y la factibilidad técnica), se aprobó el financiamiento para la

primera fase de tres años (1987-1989). A fines de 1989 se aprobó la segunda fase debido a los resultados prometedores de la primera; más que todo, el buen crecimiento y rendimiento de los árboles, la eficacia comprobada en el campo y la demanda en el mercado.

Primera Fase del Proyecto NIM (1987-1989)

El plan de trabajo fue el siguiente, aunque voy a hacer énfasis en los puntos subrayados:

determinar el contenido de sustancias activas en la semilla de nim en Nicaragua y las condiciones ambientales para la especie, incluyendo un estudio de compatibilidad ecológica con el ecosistema de Nicaragua (vigilancia ecológica)

comprobar la eficacia de las sustancias a nivel de campo en condiciones de Nicaragua

determinar los conceptos de siembra del árbol

estimular la producción en viveros y plantaciones (200 000 árboles)

determinar el método de cosecha, o sea acopio de materia prima (fruto y semilla)

determinar el nivel tecnológico y vías de producción

desarrollar técnicas de procesamiento y experimentar con las mismas

calcular rentabilidad (incluyendo estudio de mercadeo)

definir metas de transferencia tecnológica

elaborar metodología de transferencia y aplicarla

capacitar personal nicaragüense

asegurar financiamiento para las inversiones

Determinación factores ambientales y rendimientos

El aporte del Proyecto NIM en Nicaragua a las investigaciones sobre *A. indica* consiste de las siguientes determinaciones:

- a) Determinación de las fases de crecimiento vegetativo y generativo en condiciones climáticas de Nicaragua, amplitud ecológica y compatibilidad ecológica de la especie.
- b) Determinación de rendimiento de frutos, semillas y contenido de aceite y azadirachtina en las mismas.

Ciclo anual de crecimiento vegetativo y generativo

Un árbol adulto de nim (Fig. 1) inicia con la floración y el crecimiento de nuevas yemas y hojas en el mes de febrero, a mitad de la estación seca, estimulado por un alza de la temperatura promedio diurna y nocturna. El desarrollo del fruto se presenta durante los meses de marzo y abril hasta fines de mayo; la maduración (cosecha) se da en junio y/o julio, a veces hasta agosto; los desfases se deben a las temperaturas ambientales que bajan en los sitios de más altura sobre mar. Luego, el árbol entra en una larga fase de parcial descanso vegetativo (solo en caso de poda apical hay crecimiento de ramas que rebrotan). Las raíces acumulan durante esa fase las reservas nutricionales para el nuevo brote de yemas y flores el siguiente año.

En algunos casos se presenta una segunda florescencia en setiembre/octubre con muy poco rendimiento en frutos.

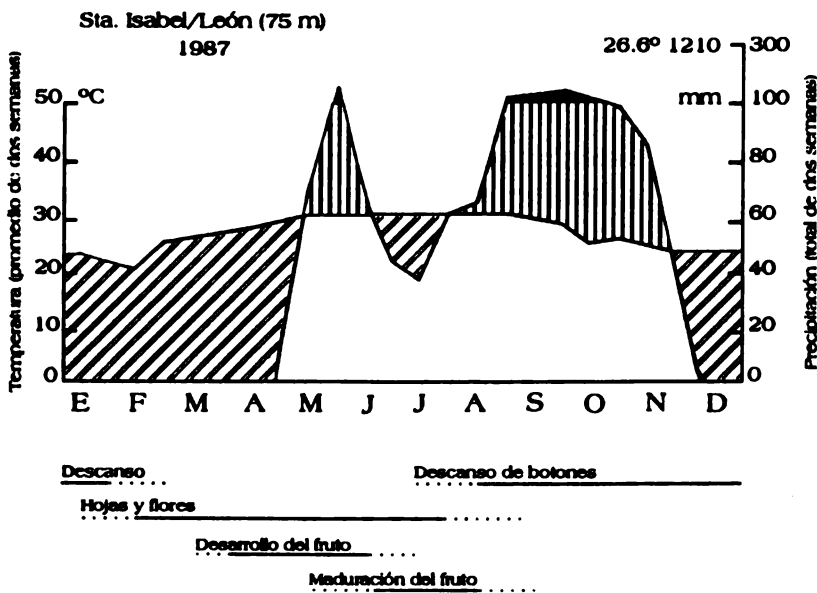


Figura 1. Fases de crecimiento vegetativo y generativo de *Azadirachta indica* A. Juss y diagrama de clima (Santa Isabel, Nicaragua)

Amplitud ecológica de *A. indica*

Se determinó con un rango óptimo de crecimiento y fructificación:

precipitación anual:	800 a 1800 mm
temperatura (día/noche):	20/27°C
textura del suelo:	franco arenoso a franco arcilloso
espaciamento (luz):	5 x 5 m hasta 7 x 7 m o más

El árbol presenta menos crecimiento y mucho menos fructificación en un rango reducido de factores y llega a su límite de sobrevivencia en condiciones de -300 o +2000 mm de precipitación anual, temperaturas nocturnas de -4°C y diurnas de +49°C; suelos de pura arcilla, con más de 85% de arena, o 30% de piedras (aunque esto último se puede contrarrestar con un aumento de espaciamento entre los árboles). Con espaciamentos de menos de 3 x 3 m entre árboles, la luz como factor de suma importancia para floración y fructificación no será suficiente y se corre el peligro de que los árboles mueran por competencia intraespecie.

Compatibilidad ecológica

Tiene que ser conocida y vigilada en casos de importación de una nueva especie como el nim; más que todo cuando se trata de un ecosistema algo dañado y ya en desequilibrio.

En un estudio de cinco años se determinaron los parámetros de mayor importancia:

poder competitivo inter- e intraespecie:	muy alto
potencial de autodistribución:	moderado
susceptibilidad a plagas:	moderada hasta baja
huésped para plagas de otros cultivos:	no comprobada
potencial alelopático:	no completamente descartado

Las medidas de precaución serán, entonces, sembrar la especie bajo control en plantaciones y no a escala grande en áreas de reforestación, y vigilar continuamente las posibles plagas.

Rendimiento promedio en frutos

El rendimiento promedio es de 19,5 kg por árbol y año en árboles creciendo en los bordes de parcelas de 2 x 2 m, sin poda y sin manejo de cuidado. Las semillas secas con cáscara (endocarpo lignificado) representan 49% del peso fresco de la fruta.

Contenido de aceite de la semilla (sin cáscara)

Se determinó en un promedio de 47,8% del peso de la semilla seca.

Contenido en azadirachtina

La sustancia principal insecticida se determinó en un promedio de 4,2 mg/g de semilla seca.

Todos esos datos se lograron durante una evaluación de cuatro años seguidos en 45 árboles individuales de 5 sitios diferentes de la zona Pacífica y Central de Nicaragua, con clima semiárido (Gruber 1991).

No se encontró ninguna correlación entre el rendimiento de frutos/árbol y el contenido de azadirachtina de la semilla.

Se determinó también el grado de degradación post-cosecha de la sustancia insecticida azadirachtina según diferentes tratamientos del fruto y de la semilla en los procesos semindustriales de maduración de frutos sazones, despulpe, lavado y secado. Todos los pasos del proceso deben realizarse bajo sombra y en un flujo continuo hasta obtener una humedad restante no mayor de 9% (escala de maíz); se debe evitar la fermentación o rehumedecimiento de la semilla para prevenir pérdidas de la sustancia principal y evitar la contaminación con hongos.

Tan importante como el trabajo investigativo referente al contenido de azadirachtina en la semilla, fue comprobar la eficacia de los extractos en el control de plagas, y más que todo, verificar las concentraciones indicadas en la literatura. El Cuadro 1 refleja los resultados de estas verificaciones.

Cuadro 1. Concentración adecuada de azadirachtina en un extracto acuoso

Literatura Internacional	
hasta 1987/1988	100, 75 o 50 g/litro de agua
Nicaragua	
1984/1985	100-50 g en maíz
1987-1989	50-40 g en maíz, soya, tomate 30-15 g en frijol
1988/1993	40-20 g en repollo
1990/1994	20-18 g en todos los cultivos

Determinación del método de cosecha de frutos y acopio

Aunque el método de cosechar y acopiar frutos o semillas de nim se desarrolló paulatinamente en el transcurso del proyecto y paralelamente a las determinaciones y definiciones de la vía de producción, voy a presentar primero este problema por la cronología del proceso de producción, comenzando con la cosecha del fruto y finalizando con la comercialización de los productos.

El primer problema a resolver fue decidirse entre un manejo de plantaciones especialmente para frutos, o estimular una siembra dispersa de la especie en patios, caminos, cercos, huertos o campos de pequeños campesinos. El proyecto se encaminó en las dos direcciones para no cerrar o atrasar la posibilidad de una producción industrial a mayor escala, para la cual sería necesario un abastecimiento seguro y controlado de grandes cantidades de frutos y, por otro

lado, para no perder un trabajo artesanal mediante el cual una parte del campesinado pobre podría posiblemente independizarse de la compra de buena parte de los insecticidas comerciales convencionales.

El segundo problema fue elaborar un método de cosecha en plantaciones comerciales que sea técnicamente factible y rentable; es decir, con pocas herramientas o máquinas y alto rendimiento por persona. La cosecha a mano parece ser inevitable; sin embargo, comparado con el café es menos costosa pues se pueden cosechar a la vez los frutos maduros y sazones y se pueden utilizar herramientas como serruchos y tijeras aumentando de esta forma la productividad por persona.

El Cuadro 2 presenta las opciones de cosecha, desde el método tradicional aplicado en la India, Burma y otros países del sureste asiático, hasta las variantes y nuevos métodos empleados en Nicaragua.

Cuadro 2. Formas de cosecha de los frutos de nim

Método tradicional de cosecha (India)

Recolectar todo el fruto del suelo al final de la maduración (árboles en patios, huertas, caminos, cercas; no hay plantaciones)
desventaja: pésima calidad de la materia prima (mucho contaminación de hongos y bajo contenido de azadirachtina)

Método alternativo de cosecha en plantaciones (Nicaragua)

Cosechar el fruto en el árbol

solo fruto maduro sacudiendo ramas o árboles a diario, recolectar en telas abajo	solo fruto maduro a mano, escalera en varios pases por cada árbol 4-5 kg/pers/día costo: 0,7 US\$/kg	fruto maduro y sazón a mano, escalera y serrucho (poda apical) un solo pase/árbol 50-60 kg/pers/día costo: 0,07 US\$/kg
---	--	--

Método tradicional mejorado (Nicaragua)

Recolectar a diario el fruto maduro recién caído al suelo
(12-16 kg/pers/día; costo: 0,11 US\$/kg)

Acopio de semilla lavada, semiseca (Nicaragua)

Cosecha: método tradicional mejorado
proceso: despulpe y lavado a mano
secado: en zarandas suministradas temporalmente
acopio: semanal

Determinación de la escala de producción

Por su impacto en todo el proyecto, la decisión más difícil fue determinar la escala de producción de los posibles insecticidas nim. El Cuadro 3 refleja implicaciones, ventajas y desventajas de las tres escalas planteadas: artesanal, semindustrial e industrial.

Al principio el Proyecto enfatizaba la vía artesanal pensando en primer lugar en la independización del campesino de la compra de agroquímicos. Las vías semindustrial o industrial habían sido consideradas de interés a nivel de investigador y experimental. Sin embargo, la respuesta de la gran mayoría de los campesinos y cooperativistas de Nicaragua al método artesanal de producir insecticidas nim ha sido negativa. La argumentación en contra es contundente: plantar el árbol, cuidarlo y cosecharlo ya es un trabajo cuando se trata de más de una manzana (0,7 ha) de plantación; después de cosechar, dedicarse inmediatamente al despulpe, lavado, secado bajo sol y bajo sombra y finalmente empezar a moler la semilla seca en un molinito de maíz es demasiado trabajo; el cual cae, además, en los meses de junio/julio cuando más trabajo hay en el campo con la siembra de la primera cosecha de productos para la subsistencia. Por otra parte, muchos campesinos pobres no tienen las condiciones para tender frutos o semillas bajo techo y guardar semilla seca sin riesgo de contaminación por hongos.

Cuadro 3. Nivel tecnológico adecuado de producción de insecticidas nim en Nicaragua

Artesanal	Semindustrial	Industrial
<i>Implicaciones para el agricultor</i>		
mucho trabajo a mano para cosecha y proceso en junio/julio	cosecha y transporte	cosecha y transporte
<i>Implicaciones para el Proyecto</i>		
necesidad de brindar asistencia a muchos campesinos	levantar infraestructura (200 000 US\$) capacitación a técnicos	más inversión (150 000 US\$) más capacitación especializada
<i>Ventajas generales</i>		
un paso hacia la independencia	suministro a más productores con más productos	aumento de gama de productos
<i>Riesgos y desventajas</i>		
no todos los productores pueden tener árboles	falta de aceptación de productos sencillos	altos costos
baja eficacia y/o intoxicaciones por mal manejo de la semilla	competencia con agroquímicos	competencia con otros productos a base de nim
un solo producto casero disponible	baja rentabilidad o fracaso económico	fracaso económico

Consecuentemente, el Proyecto tuvo que adaptarse a esta realidad y desarrollar la vía semindustrial y vías intermedias. La producción meramente industrial se descartó por lo muy costoso de las instalaciones y capacitación de personal; solo se experimentó con algunas extracciones con solventes orgánicos en una pequeña planta industrial de origen francés, propiedad de una universidad nicaragüense.

Desde 1992 la tecnología semindustrial desarrollada se aplica y se ha mejorado constantemente. Desde hace tres años, la producción se encuentra en manos de la Cooperativa de Producción de Insecticidas Nim, COPINIM, la cual fue formada por los técnicos y asesores del Proyecto en 1991/1992 con base en los resultados obtenidos y la demanda encontrada en el mercado.

La vía semindustrial consiste actualmente de:

1. un sistema organizado de acopio de materia prima: cosecha de frutos semitecnificada con herramientas especiales en plantaciones, y sistema de acopio de semillas lavadas en regiones con muchos árboles dispersos;
2. un procesamiento del fruto fresco con maquinaria de despulpe de café adaptada a la semilla de nim, sistema de lavado semiautomático y proceso controlado de secado en instalaciones especiales a temperatura ambiente para obtener semilla seca almacenable, sin contaminación de hongos ni pérdida del ingrediente activo;
3. un procesamiento de la semilla seca con maquinaria de trillo, molino, prensa de aceite y tanque de formulación para producir cinco productos NIM: semilla molida pura, torta molida pura, aceite formulado, pasta de NIM y un concentrado líquido a base de extracto etanólico;
4. un proceso de control de calidad y empaque para ofrecer estos productos en el mercado nacional y centroamericano. El registro como producto insecticida para control de plagas de todo cultivo se solicitó y se obtuvo en Nicaragua para los primeros tres productos en 1992; el cuarto está todavía en prueba para tratamiento preventivo y curativo en ganado, y el quinto en prueba en varios cultivos. La producción se realiza en una Planta Procesadora Central y tres beneficios en las regiones.

Como vía intermedia, se desarrolló un paquete tecnológico flexible y adaptable a las respectivas condiciones y aspiraciones de los campesinos, productores y dueños de árboles de nim en general. Partiendo de una cosecha manual o recolección de frutos maduros caídos al suelo, sin o con poda apical de los árboles, el dueño vende el fruto fresco al beneficio más cercano o realiza el despulpe, lavado y secado de forma manual en su propia finca o patio con su propio equipo de baldes, sacos etc., o recibe equipo prestado de la Cooperativa, como zarandas o máquina manual de despulpe. Estos trabajos se hacen con fuerza laboral de la propia familia o contratada según cantidad de frutos. La semilla seca o semiseca la ocupan

en la propia finca para preparar el insecticida que necesitan, o la venden a la COPINIM. También existe dentro de este paquete la posibilidad de que el pequeño productor entregue, sin cobrar, el total o parte del fruto fresco al beneficio más cercano; a cambio, recibe el equivalente en forma de productos terminados.

Segunda Fase del Proyecto NIM 1990-1994

La segunda fase del Proyecto parece la más fácil; sin embargo, las metas eran mucho más difíciles de alcanzar con pocos fondos para las inversiones y bajo criterios rigurosos y necesariamente inclementes de la economía y rentabilidad de una pequeña industria en un país en desarrollo como Nicaragua. Las metas de esta fase fueron:

- * afinar pasos de la fabricación de productos terminados
- * construir infraestructura productiva
- * organizar producción y comercialización
- * alcanzar autosostenibilidad de la producción en manos de la COPINIM
- * definir un concepto de transferencia sin mucho personal

Evaluando los logros, se puede decir que se cumplió con las dos primeras metas, aunque haya siempre algo que mejorar. Para alcanzar las metas restantes falta todavía mucho trabajo; la producción va a necesitar subvenciones durante dos o tres años más mientras no se desarrolle una estructura empresarial y rentable de dicha producción en manos de COPINIM.

En cuanto a la comercialización, lo sorprendente ha sido que el mercado para productos insecticidas botánicos de nim se abrió sin dificultades. No se gastó ni un Córdoba en propaganda o mercadeo; por el contrario, la demanda supera todavía la oferta impulsada por la producción orgánica en rubros de exportación como melón, soya, ajonjolí, algodón, cítricos, café.

Sin embargo, el punto más complicado y doloroso en esta segunda fase del Proyecto ha sido la reducción forzada de las actividades de transferencia tecnológica directa a campesinos y pequeños productores, por la necesidad de concentrar fuerza laboral y recursos financieros en el levantamiento de la producción. Fue necesario recurrir al apoyo de organismos nacionales e internacionales de desarrollo agropecuario y del medio ambiente, los cuales en muchas regiones de Nicaragua se han encargado de la transferencia directa, incorporando nim en un concepto de agricultura ecológica. En los últimos años, el proyecto NIM ha colaborado con seis instituciones de enseñanza media y superior y cinco organismos no gubernamentales de desarrollo, realizando un total de 37 seminarios en cuatro años dentro de Nicaragua. Si actualmente muchos campesinos en remotas regiones del país han dejado de fumigar con agroquímicos sintéticos, y utilizan nim u otros métodos biológicos en sus cultivos de maíz, frijol, repollo, papa, tomate o cucurbitáceas como sandía, el mérito corresponde a dichas instituciones y organismos.

A partir del año 1992, técnicos y asesores del Proyecto han participado también en eventos y congresos fuera de Nicaragua. En el año 1994, el Proyecto recibió varias invitaciones para dar seminarios o brindar asesoría en todo lo que es nim en Guatemala, El Salvador, Costa Rica, Colombia y Cuba. También se realizaron dos Talleres de Intercambio de Experiencias a nivel latinoamericano (1992 y 1994).

A partir del año 1995 iniciará un nuevo Proyecto NIM de Transferencia Tecnológica con énfasis en el nivel artesanal o intermedio, retomando el hilo de un trabajo directo con los campesinos. También se gestionará el financiamiento para un Programa Regional Centroamericano de Consultoría NIM.

BIBLIOGRAFÍA

- GRUBER, A.K. 1991. Wachstum, Fruchtertrag und Azadirachtin Gehalt der Samen von *Azadirachta indica* A. Juss auf verschiedenen Standorten in Nicaragua. Diss. Technische Universität Berlin, Alemania.
- JACOBSON, M., Ed. 1989. 1988: Focus on Phytochemical Pesticides. V.1 The Neem Tree. Boca Raton, USA.
- MATUS, F.; BECK, I.M. 1991. Uso, manejo y riesgos asociados a plaguicidas en Nicaragua. UCA/UNI, Managua, Nicaragua.
- REMBOLD, M. 1987. Structure and biological activity of azadirachtins A and B. *In* Natural pesticides from the neem tree and other tropical plants. Schmutterer, H.; Ascher, K.R.S., Eds. Proceedings Third Int. Neem Conference. GTZ, Eschborn, Germany.
- SCHMUTTERER, H. 1985. Which insect pest can be controlled by application of neem seed kernel extracts under field conditions? *Journal of Applied Entomology* 100(5):468-475.
- SCHMUTTERER, H. 1990. Properties and potential of the natural pesticides from the neem tree *Azadirachta indica*. *Annual review of Entomology* 35:271-297.
- VOLLINGER, M. 1987. The possible development of resistance against neem seed kernel extract and deltamethrin in *Plutella xylostella*. *In* Natural pesticides from the neem tree and other tropical plants. Schmutterer, H.; Ascher, K.R.S., Eds. Proceedings Third Int. Neem Conference. GTZ, Eschborn, Germany. pp. 543-554.

Metodología para evaluar un recurso natural inexplorado: *Quassia amara* como biocida natural

Rafael A. Ocampo*

Quassia amara (hombre grande) es un recurso natural aprovechado desde tiempos ancestrales, principalmente como medicina. Su utilidad como plaguicida natural se reconoce desde el siglo XIX.

Su gran importancia se debe, en parte, a ventajas comparativas que posee la planta: capacidad de rebrote y adaptación a climas húmedos, así como amplia distribución en el Continente Americano. *Q. amara* forma parte de la diversidad florística que actualmente preocupa a autoridades científicas del mundo, ya que su hábitat en las regiones tropicales húmedas es destruido a gran velocidad.

A pesar de la importancia histórica del recurso, la información existente es escasa y fraccionada, sin un enfoque integral que ayude en la toma de decisiones para su aprovechamiento. Esta situación fue evidenciada por el Proyecto Conservación para el Desarrollo Sostenible en América Central (Olafo) desde 1989, cuando se trató de obtener, mediante la búsqueda en bases de datos, la información técnica disponible sobre productos no maderables del bosque con el propósito de decidir sobre su futuro desarrollo. Para esta especie, se encontró una cantidad de información sobre aspectos químicos referidos a la presencia de metabolitos secundarios, pero poco sobre aspectos biológicos útiles como criterios de manejo productivo.

Esta disyuntiva obligó al CATIE a la búsqueda de una estrategia de desarrollo sustentable de este recurso nativo no maderable del bosque, bajo el concepto de trabajo interdisciplinario e interinstitucional, y con base en la participación comunitaria. A partir de estos criterios se desarrolló una metodología para evaluar de manera no parcializada y realista el potencial de este recurso. Se buscó, además, que la metodología fuera aplicable a otros productos no maderables del bosque, de uso local y que poseen potencial de uso que no ha sido claramente evidenciado.

*Proyecto Olafo, CATIE, Turrialba, Costa Rica

¿CÓMO ENFRENTAR LA INVESTIGACIÓN Y EL DESARROLLO DE UN RECURSO NATURAL?

El enfoque de la investigación sobre los recursos naturales practicado en las últimas décadas ha sido unilateral, y se caracteriza por considerar solamente una de las áreas de trabajo involucradas en la problemática del recurso, en función de la especialidad del equipo de trabajo que la enfrenta. El proyecto Olafo promueve un proceso que conlleve a resultados concatenados a partir de una visión integral, al considerar al menos varios sectores de esa problemática. Al mismo tiempo, debe procurarse sistematizar la investigación de manera que se logre el desarrollo económico del recurso.

Un Proyecto que realiza actividades variadas, sean estas de investigación o desarrollo, genera un proceso que normalmente es de mayor plazo que la vida misma del Proyecto. Por lo tanto, el apoyo técnico es el inicio del mismo, y al que precisamente organismos nacionales y de base deben dar continuidad.

La Fig. 1 muestra el esquema sistemático de la metodología desarrollada por el proyecto Olafo para evaluar el potencial de un recurso natural; en este caso, *Quassia amara*. El esquema se origina en las actividades de campo que promueve el Proyecto en el Área Demostrativa de Talamanca, donde se busca determinar el valor potencial de productos no maderables del bosque en beneficio de las comunidades locales, y encontrar alternativas para disminuir la destrucción de la cobertura boscosa.

Con el propósito de entenderlo el proceso se analiza por etapas.

PRIMERA ETAPA

Compenetración con el medio ecológico y cultural

Este primer análisis es el eje principal de un proceso que conduce al desarrollo sustentable, porque relaciona los recursos naturales con quien los aprovecha o los destruye: el ser humano. Es común que los proyectos de desarrollo o de investigación no tomen en cuenta esta compenetración; dejan de lado el aspecto cultural y únicamente se basan en aspectos técnico-biológicos.

La compenetración con el medio ecológico pareciera ser un concepto entendible para la mayoría de nosotros; pero en la práctica, es evidente que no es así cuando se pretende promover un recurso natural propio de una región y de condiciones ecológicas específicas en otra muy disímil. Ejemplo de esto es la introducción del nim (*Azadirachta indica*), propio de condiciones áridas, en regiones húmedas tropicales.

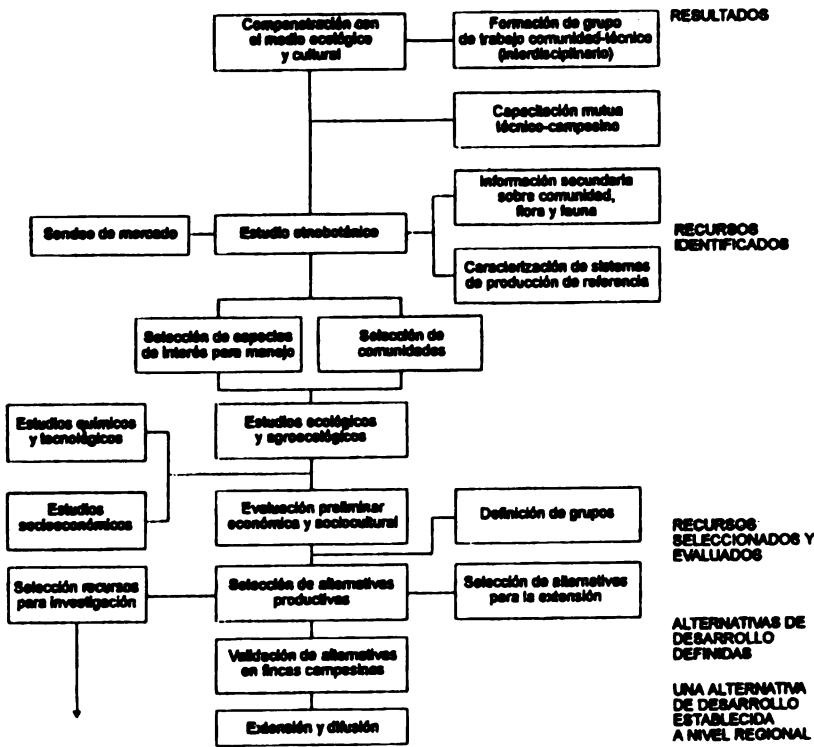


Figura 1. Proceso para la implementación de un proyecto de desarrollo

Esta etapa también tiene el propósito de valorar los recursos naturales nativos aprovechados en forma tradicional y común. El hecho de ser nativos les confiere dos ventajas: no deben de pasar por ningún proceso de adaptación, y los grupo humanos nativos poseen un amplio conocimiento de su biología y distribución.

En relación con el aspecto cultural, es importante señalar que el aprovechamiento de los recursos naturales responde a patrones culturales, sean estos utilitarios o mágico-religiosos. Esta es una de las razones por las que en regiones en donde habitan grupos étnicos nativos existe una mayor área con cobertura boscosa y un mejor aprovechamiento de los recursos naturales que cuando los habitantes provienen de regiones geográficas diferentes, como sucede actualmente en las regiones de frontera agrícola. Por lo tanto, la compenetración con el medio cultural es un elemento importante; principalmente cuando la mayoría de las acciones de desarrollo son ejecutadas por técnicos de origen exógeno a la comunidad. La identificación de patrones culturales en una región, así como su origen y estabilidad, es tan importante como la identificación de la diversidad florística.

Formación de un grupo interdisciplinario de trabajo

La consolidación de un equipo interdisciplinario no necesariamente es la solución para una problemática, pero sí constituye un elemento más globalizante al enfrentar una situación desde la perspectiva de varias disciplinas. Para lograr un acercamiento interdisciplinario debe haber primero voluntad por parte de los técnicos, que normalmente es escasa. Por otra parte, debe reconocerse que el resultado del trabajo de un técnico en aspectos biológicos o silviculturales es el insumo para el especialista en desarrollo rural u otra ciencia afin, o que el extracto que se produce en un laboratorio es la materia prima para evaluar la toxicidad o acción biológica de un recurso estudiado por un técnico en agronomía.

Este enfoque, a pesar de su importancia, es incipiente. Cuando se logre una verdadera relación interdisciplinaria, muchos recursos subutilizados serán evaluados para definir su papel como opciones de desarrollo en el manejo de la biodiversidad.

Capacitación mutua técnico-campesino

Para lograr la identificación y manejo de la biodiversidad se debe contar con la confianza de la población local, generada por el intercambio dinámico, consistente y dirigido en dos vías. En general, se ha promovido la idea de la superioridad de los técnicos basada únicamente en un nivel de escolaridad más alto y en el conocimiento del manejo de instrumentos; el conocimiento de otras personas que manejan una información más práctica, básica para lograr resultados en el manejo de los recursos naturales, muy pocas veces es tomado en cuenta. Debe existir una verdadera simbiosis para lograr un avance más expedito y la aceptación tecnológica de nuevas opciones de desarrollo. Conformado este accionar, las actividades subsiguientes lograrán resultados más viables y confiables para continuar con la investigación y el desarrollo.

SEGUNDA ETAPA

En esta etapa se pretende identificar la biodiversidad vegetal útil, para lo cual se emplean algunas herramientas como la etnobotánica. Esta disciplina tiene como propósito rescatar el conocimiento tradicional o popular sobre el aprovechamiento de los recursos vegetales y, principalmente, identificar los recursos de utilidad para las comunidades.

El mayor problema en la actualidad es que los estudios etnobotánicos no arrojan información valiosa sobre criterios técnicos de manejo tradicional, el cual es un elemento importante para el manejo de la biodiversidad. De igual forma, no se rescata información del mercado a nivel local, la cual se pierde por falta de un sondeo de mercado.

Mediante los estudios etnobotánicos se puede conocer, de forma preliminar, el estado de deterioro en que se encuentran los recursos aprovechados en el ambiente natural.

TERCERA ETAPA

Selección de especies de interés para manejo

Los estudios etnobiológicos arrojan un alto número de especies de flora y fauna que poseen utilidad a nivel local. La información secundaria existente sobre diversidad florística en regiones tropicales es amplia e importante de analizar en este paso, ya que de este dependen las etapas posteriores, que al final de una serie de actividades van a definir el papel del recurso natural dentro del manejo de los ecosistemas naturales.

Los criterios que se consideran son:

- * Aspectos biológicos, constituidos principalmente por dos elementos: 1) la abundancia, entendida como la frecuencia de individuos en un biotopo, y 2) la distribución geográfica y altitudinal de la especie en una región. La distribución restringida y poca abundancia de un recurso constituye un escollo importante, a no ser que el esfuerzo vaya dirigido a una microrregión, o que las existencias sean suficientes para el mercado contemplado.
- * Aspectos socioculturales, que vinculan los recursos naturales con la población local; normalmente son ignorados o reciben poca atención por parte de los técnicos. Este criterio es uno de los llamados a fortalecer la forestería comunitaria, ya que considera dos elementos importantes: el aprovechamiento tradicional y el manejo tradicional. El aprovechamiento tradicional se entiende como la acción de aprovechar un recurso natural en beneficio de las necesidades del ser humano, ya sean de tipo alimenticio, medicinal u otro. El manejo tradicional está vinculado con la acción de cosechar y proteger un recurso natural, en el momento de su aprovechamiento. Estas acciones no necesariamente conducen a un manejo a largo plazo, pero su conocimiento permite establecer metodologías de investigación acordes con la realidad local.
- * El mercado actual, que debe enfocarse en tres niveles de acción: local, regional e internacional. Normalmente existen antecedentes a nivel local sobre el mercadeo de un determinado recurso; de igual forma, los ministerios de comercio y agregadurías comerciales cuentan con información útil si se quiere incursionar en el mercado regional o internacional. El mercado local corresponde al que se practica dentro de una comunidad o en comunidades vecinas, y puede significar un ingreso monetario o de subsistencia. El mercado regional se define dentro del ámbito de un país o una región que posee características afines (calidad, gustos, preferencias). El mercado internacional involucra volúmenes altos y normas de calidad definidas.

- * El mercado potencial, acerca del cual se debe consultar con expertos para definir la validez del recurso. Se necesita de personas con amplia experiencia, ya que la información secundaria normalmente no es asequible o no existe.
Por ejemplo, en la actualidad hay un fuerte interés por la agricultura biológica u orgánica, que necesita de biocidas naturales como insumo; de estos productos no se cuenta con estadísticas de comercialización a nivel nacional ni internacional.
- * La información existente sobre una especie, que varía según el recurso investigado y es básica e imprescindible. Este criterio es fundamental en la toma de decisiones, dado que si no existe información o es muy escasa, los otros cuatro factores deben tener un balance muy positivo para decidir cuanto tiempo y dinero se debe invertir para generar esta información. Por el contrario, si el balance de los otros cuatro aspectos es negativo, y no existe información alguna, entonces la decisión lógica debe ser descartar ese recurso.

Selección de comunidades

Aunque *a priori* se considera que no existen grandes diferencias entre comunidades rurales, los patrones de asentamientos y aspectos socioculturales influyen en la aceptación u oposición de determinada comunidad a una tecnología mejorada que se promueva. Por lo tanto, es importante considerar este factor cuando se trata de vincular recursos naturales con comunidades locales; en principio, se puede considerar que a mayor vínculo mayor aceptación.

Estudios ecológicos

Es necesario realizar una caracterización de la especie utilizando diferentes metodologías de acuerdo con los objetivos de la investigación, el tipo de planta y el producto. En principio, se evalúan las características o variables morfológicas de la especie, luego se identifican las más significativas en función del producto que interesa y su medio ambiente, para ser evaluadas en detalle. Para ello se establecen parcelas permanentes de medición, con el propósito de obtener datos a corto, mediano y largo plazo.

Los datos a corto plazo son los que caracterizan a las asociaciones vegetales, como la abundancia y distribución; a mediano y largo plazo, caracterizan el recurso en aspectos fenológicos y respuestas al manejo, como por ejemplo, la tasa de crecimiento de un rebrote en un ambiente dado.

Debido a las diversas estructuras morfológicas que presentan los productos no maderables, las metodologías de medición se basan principalmente en el "producto" aprovechado y variables correlativas. Por esa razón, este enfoque de manejo propone categorías de productos:

Categoría 1, para árboles y arbustos (*Quassia amara*, *Ryania speciosa*)

Categoría 2, para hierbas (palmas)

Categoría 3, para lianas (Araceae, *Smilax* spp., *Fevillea* sp.)

Cada categoría se caracteriza por las variables que responden a su estructura, o sea que unas variables tienen mayor peso que otras. En el caso de recursos naturales para los que no se han realizado investigaciones, es necesario tomar en cuenta la mayor cantidad de variables que proporcionen elementos importantes en futuros enfoques de desarrollo.

La agroecología es una disciplina retroalimentada por los resultados ecológicos, por lo tanto rescata conceptos básicos de distribución de los recursos naturales con el propósito de proponer modelos de manejo acordes con la historia natural de un recurso, considerando las condiciones en el bosque. En consecuencia, estas acciones permiten diseñar herramientas de manejo silvicultural, como por ejemplo, los métodos de reproducción sexual o asexual que permitan realizar prácticas de regeneración para aumentar la población de una especie, a través del enriquecimiento en áreas boscosas.

Estudios químicos y tecnológicos

El Proyecto Olafo, dentro de su enfoque para valorar la biodiversidad, promueve la realización de estudios técnicos en ciencias afines y complementarias a los estudios biológicos, cuyos resultados refuercen el valor de un recurso dado. La importancia de estos estudios es invaluable. Por ejemplo, el estudio bromatológico de una planta alimenticia, la validación de la presencia de metabolitos secundarios mediante estudios químicos, la evaluación de la toxicidad de una planta medicinal o un recurso con propiedades biocidas, la determinación de la calidad de una fibra utilizada en la confección de artesanía, todos ellos constituyen valiosos elementos para asegurar la identificación y uso de recursos naturales con potencial.

REFLEXIÓN FINAL

Por espacio de cinco años, el Proyecto Olafo ha venido promoviendo el uso de esta metodología para la identificación, evaluación y promoción del desarrollo económico de recursos nativos. Hasta el momento se han alcanzado resultados y pautas preliminares para recursos potenciales del trópico húmedo.

Obviamente, el esfuerzo no ha sido parejo por lo que existen áreas menos claras que otras. Por ejemplo, se ha logrado probar la actividad insecticida de *Quassia amara* en el ambiente tropical, la cual está vinculada con la acción de los metabolitos secundarios presentes en la madera de este arbusto; pero desde el punto de vista entomológico, poco se sabe sobre qué organismos ejerce su actividad insecticida.

Lo que sí es importante recalcar es que a través de un proceso como este, que ha logrado involucrar diferentes disciplinas, la valorización de los recursos nativos será una alternativa viable que nos permitirá manejar y conservar la biodiversidad vegetal.

Ficha técnica de
Quassia amara



***Quassia amara* L. ex Blom (Simaroubaceae)**

-Revisión bibliográfica-

Armando Cáceres*, Thelma Mejía**
Rafael A. Ocampo***, Róger Villalobos***

NOMBRES COMUNES

Cuasía, cuasia de Surinam, hombre grande, limoncillo, palo de hombre, crucete, guabito amargo, puesilde.

DESCRIPCIÓN BOTÁNICA

Arbusto grande o árbol pequeño, alcanza hasta 9 m de alto y 10 cm de grueso. Hojas grandes con peciolo y raquis alados, 5 pinnas opuestas acuminadas, obovadas a oblongo-oblancoeladas, 5-11 cm de largo y 4-7 cm de ancho, verde profundo encima, ligeramente pálidas abajo. Panículas delgadas, tan largas como las hojas; flores rojas con cáliz de 2-3 cm de largo, segmentos ovados, obtusos, ciliados; pétalos 2,5-4,5 cm de largo, linear lanceolados, glabros, estambres más largos que la corola. Frutos drupáceos ovales sincárpicos, 1,0-1,5 cm de longitud, en grupos de cinco o menos (Standley y Steyermark 1946, Holdridge y Poveda 1975, García 1992).

La corteza es grisácea, la madera blanca o amarillenta, inodora, con sabor amargo persistente, suave, ligera, densidad 0,50, fácil de cortar, resistente a los insectos (Standley y Steyermark 1946, Pérez 1990).

FENOLOGÍA

Especie nativa de bosques secos y húmedos en laderas con regular penetración de luz. Se encuentra desde el sur de México hasta la Amazonia (Holdridge y Poveda 1975, Pérez 1990), en alturas hasta de 950 msnm; cultivada como ornamental en algunos lugares del Caribe y Suramérica (Morton 1981, Schnee 1984); introducida en Asia donde se cultiva como ornamental (Agarwal y Ghosh 1989).

*Laboratorio de Productos Fitofarmacéuticos, FARMAYA, Guatemala

**Departamento de Biología, UNAH, Tegucigalpa, Honduras

***Proyecto Olayo, CATIE, Turrialba, Costa Rica

Los arbustos de *Q. amara* en el bosque muestran una fuerte dominancia apical, frecuentemente rota por aparentes daños mecánicos al ápice; esto produce individuos cuyo eje principal se divide en dos o tres ejes a una altura variable, cada uno de ellos con un crecimiento predominantemente ortotrópico.

En bosques primarios poco disturbados se pueden encontrar ejes principales de hasta 3 m, pero es poco frecuente que sobrepasen tales dimensiones, aunque las ramas permiten que la altura total del arbusto sea mayor.

La especie florece al final de la estación de lluvias e inicios de la seca, entre octubre y abril (Foster 1982, Gómez 1986). Los frutos maduran dos meses después, aunque no se da una secuencia de producción: un árbol puede simultáneamente tener botones, flores, frutos verdes y maduros.

Q. amara crece en forma silvestre en regiones húmedas (1000-8000 mm/año) y tropicales. El aprovechamiento es principalmente por recolección. Arbusto de fácil rebrote después de cortarlo, lo que facilita su manejo. Propagación mediante semillas, estacas y acodos aéreos. Las primeras tienen una viabilidad aproximada de un mes (Brown 1995) y germinan en camas o bolsas de arena y tierra donde permanecen hasta tres meses. Los acodos se hacen por cortes circulares de la corteza hasta formar un anillo en tallos maduros, se cubren con musgo y se sellan con plástico; una vez enraizados se siembran directamente en el campo, en un lugar del bosque con poca penetración de luz, limpio de malezas para evitar la competencia (Ocampo 1993).

HISTORIA

Planta conocida por sus principios amargos, usada por su propiedad tónica por los indígenas de Suramérica (Standley y Steyermark 1946, Núñez 1986). Pittier citado por Williams (1981), refiere que en Costa Rica "...es uno de los principales remedios de los Indios. Estos dividen el tronco en trozos de 30-60 cm, uno de los que siempre llevan en sus viajes... Contra las calenturas y como aperitivo se toma la infusión de la raspadura de esos trozos". La madera fue muy usada por los navegantes del Caribe para combatir fiebres (Pérez 1990).

Deriva su nombre de un negro de Surinam de nombre Quassi que a mediados del siglo XVIII adquirió fama tratando fiebres malignas con un tratamiento secreto. En 1756 se investigaron muestras en Estocolmo y en 1763 aparece la primera referencia de Blom como *Lignum quassiae*, convirtiéndose en una medicina febrífuga, antidisentérica y tónica muy popular (Busbey 1939). Usada como insecticida en los Estados Unidos desde 1850 y en Europa desde 1880 (Morton 1981).

USO MEDICINAL

→ La infusión o macerado de la madera se usa como tónico amargo para combatir fiebre, cálculos hepáticos y renales y aumentar la secreción de las glándulas salivales, los jugos gástricos y biliares (Ocampo y Maffioli 1987, Martínez 1992, Sintés 1976). El cocimiento del polvo se usa para tratar afecciones digestivas (diarrea, disentería, dispepsia, dolor de estómago, flatulencia, halitosis), debilidad, diabetes, fiebre, gonorrea, malaria y convalecencia (Balbachas y Rodríguez 1976, Duke 1985, Grieve 1988). Aplicado en forma de enema se usa para combatir parásitos intestinales, como los oxiuros (Morton 1981, Núñez 1986). La tintura se usa para tratar fiebre, afecciones hepáticas y mordedura de serpientes (Escobar 1972); en homeopatía se usa para debilidad, dispepsia, hepatitis e ictericia. El vino amargo se usa para combatir la náusea y mejorar la digestión (Cecchini 1978). El polvo de la corteza se usa para tratar epiteloma, carcinoma, sarcoma y endotelioma (Hartwell 1982). La decocción de la raíz se usa para tratar diarrea, disentería, dispepsia, flatulencia y gonorrea (Duke 1985).

Se le atribuyen propiedades amebicida, antianémica, antiséptica, aperitiva, catártica, colagoga, depurativa, diurética, estomáquica, eupéptica, febrífuga, insecticida, laxante, pediculicida, tónica y vermífuga (Morton 1981, Sintés 1976, Díaz 1976).

Es una de las plantas medicinales de uso más popular en Honduras, El Salvador, Nicaragua y Panamá (Torres 1994, González y Trabanino 1994, Salinas y Grijalba 1994, González Pineda y Patiño 1994).

USO COMO INSECTICIDA

La eficacia de *Q. amara* como insecticida es analizada por McIndoo y Sievers (1917), Busbey (1939), Feinstein y Jacobson (1953) y Crosby (1971).

La actividad como insecticida de contacto de los extractos de la corteza fue demostrada desde 1884 en Inglaterra, donde funcionó en el control de áfidos; posteriormente distintos tipos de extractos resultaron eficaces contra varias plagas europeas, en particular áfidos y lepidópteros (Busbey 1939, Holman 1940). Toda la planta tiene actividad insecticida; el extracto acuoso de la madera actúa como veneno de contacto contra *Acyrtosiphum pisum*, *Aphis fabae*, *Bombyx mori*, *Chaitophorus populicola*, *Hoplocampa flava*, *H. minuta*, *Macrosiphum ambrosiae*, *M. liriodendri*, *M. rosae*, *Phyllaphis fagi*, *Phymatocera aterrima* y *Porosagrotis orthogonia* y el extracto de la raíz contra *Attagenus piceus* y *Diaphania hyalinata* (Grainge y Ahmed 1988).

La madera se usa artesanal o industrialmente para fabricar papel matamoscas y cajas para proteger la ropa de polilla (Williams 1981, Duke 1985).

Quassia produce un veneno paralizante que actúa por contacto y por ingestión; su aplicación no elimina los insectos pero detiene su desarrollo y provoca rechazo. Los preparados no afectan a los insectos útiles como abejas (aphidae) y mariquitas (coccinelidae); actúa fundamentalmente contra insectos succionadores (Stoll 1989), pero en general su acción es lenta o totalmente ineficaz en algunas fases de desarrollo (Crosby 1971).

El cuadro 1 resume la información que sobre *Q. amara* como insecticida ha sido publicada.

Cuadro 1. Potencial insecticida de *Quassia amara**

Especie	Autor de investigación	Eficacia**	Concentración***
Clase INSECTA Orden LEPIDOPTERA			
<i>Hyponomeuta malinellus</i>	Anonymous (1914)	++	
<i>Hybemia defoliaria</i>	Mork-Hansen (1919)	+ o ++	45,8
<i>Pieris rapae</i>	Goriainov (1916)	++	4,2
<i>Pieris rapae</i> ?	Tempel (1928)	+	1,5
<i>Barathra brassicae</i>	Goriainov (1916)	++	4,2
<i>Ephestia elutella</i>	Zacher (1927)	+?, ++?	1,7
<i>Cydia pomonella</i>	Dennys (1942)	o	
<i>Bombyx mori</i>	Thiem (1938)	+ o ++	
<i>Porosagrotis orthogonia</i>	Strickland (1922)	+	5,0
Especies no indentificadas	Atherton (1933)	+	5,5
<i>Spodoptera eridiana</i>	Polonsky (1985)	++	
<i>Cydia pomonella</i>	Thiem (1937)	o	
<i>Clysia ambiquella</i>	Thiem (1937)	o	
<i>Polychrosis botrana</i>	Thiem (1937)	o	

*Tomado de Brown, N.R. 1995. The autoecology and agroforestry potential of the bitterwood tree *Quassia amara* L. ex Blom (Simaroubaceae). PhD Thesis, Cornell University, New York. 250 p.

**o = sin efecto; + = efecto relativo; ++ = muy eficaz; ? = muy poca información para asegurar su eficacia; + o ++ = el trabajo no presenta un metodología clara

***En gramos de madera por 100 ml de agua. No todos los extractos se obtuvieron de la misma forma, por lo tanto no se puede establecer comparaciones

continuación...

Espece	Autor de investigación	Eficacia	Concentración
Orden HYMENOPTERA			
<i>Hoplocampa spp.</i>	Mellis (1937);	++	
	Thiem (1937, 1939);	++	
	Thiem (1938);	+	
	Bernard (1952);	++	
	Schoyen (1943);	+ o ++	
	Aczél (1943);	++	
	Downes y Andison (1943);	++	
	Lieb (1936);	++	
Jancke y Maerks (1936)	++		
<i>Athalia sp.</i>	Morstatt (1913)	++	4,0
<i>Nematus ribesii</i>	Buanacke (1925)	+ o ++	1,0
<i>Neurotoma nemoralis</i>	Pailot (1922)	++	
<i>Pristiphora abietina</i>	Dahl y Petersen (1961)	o	
Orden COLEOPTERA			
<i>Leptinotarsa decimlineata</i>	Crosby (1971)	+	
<i>Hybernia defoliaria</i>	Mork-Hansen (1919)	+ o ++	
<i>Chrysomela americana</i>	Bibolini (1964)	o	
Orden HOMOPTERA			
<i>Phorbia brassicae</i>	Bogdanov-Katkov (1929)	+?	
<i>Lonchaea splendida</i>	French (1916)	+ o ++	1,1
Orden HOMOPTERA			
<i>Phorodon humili</i>	Ormerod (1985)	+ o ++	
	Blumel y Hausdorf (1991)	+	2,0
<i>Phytoxera coccinea</i>	Anonymus (1914)	+ o ++	
<i>Chermes piceae</i>	Boas (1918)	+ o ++	
<i>Hyalopterus arundinis</i>	Borodin (1915)	+ o ++	
	Pieri (1940)	+ o ++	
<i>Psylla mali</i>	Averin (1913)	+?	2,0
	Korolkov (1913)	+	1,5
<i>Trioza viridula</i>	Lundblad (1929)	++	
	Ozols (1925)	+ o ++	
<i>Corythaica monocha</i>	Pickel (1928)	++	
<i>Schizoneura lanigera</i>	Nagaibov (1914)	+ o ++	
<i>Eriosoma lanigerum</i>	Jatzenkovsky (1916)	o	2,2

continuación...

Especie	Autor de investigación	Eficacia	Concentración
<i>Aphis sp.</i>	Parker (1914)	++	0,4
	Theobald (1913)	+ o ++	0,5
	Theobald (1925)	++	
	Sievers y Higbee (1943)	++	
	Foster y Kelley (1991)	o	0,5
	Dobrovilansky (1915)	+	1,4
	Savtchenko (1916)	+?	1,6
	Jancke y Maercks (1937)	++	
	Wahl (1913)	+?, ++?	16,2
	Iliuchin (1927)	+ o ++	1,2
	Oi (1916)	+ o ++	7,1
<i>Macrosiphum spp.</i>	Masis (1992)	+	
	Segonca y Brueggen (1991)	++	
<i>Brevicoryne brassicae</i>	Boddanov-Katkov (1992)	+?	
<i>Mysus cerasi</i>	Carini	+ o ++	
Orden HETEROPTERA			
<i>Lygus sp.</i>	Naumann (1926)	+	
	Pape (1926)	+ o ++	
Orden THYSANOPTERA			
<i>Kakothrips pisivorus</i>	Ahlberg (1932)	+	
<i>Thrips tabaci</i>	French (1916)	+ o ++	
<i>Lecanium corni</i>	Helm (1935)	++	
Clase ARACHNIDA			
Orden ACARI			
<i>Oligonychus ununquius</i>	Cunliffe y Ryle (1923)	+ o ++	
<i>Tetranychus sp.</i>	Jegen (1918)	++	

PARTE UTILIZADA Y PREPARACIÓN

La información etnofarmacológica sobre la parte utilizada es ambigua y difícil de clasificar en categorías; por ejemplo, la categoría "madera" puede referirse a la albura propiamente dicha o a madera con corteza.

A nivel latinoamericano, todas las partes de la planta son utilizadas, pero el 53% de los países utilizan la madera, seguida por la corteza y en pocos países se utilizan las flores y raíces. En general, la cuasia se consume en preparaciones como infusión, cocimiento y maceración (Cuadro 2).

Cuadro 2. Etnofarmacología de *Quassia amara* en América Latina

País	Nombre común	Uso	Preparación	Parte utilizada
Cuba	cuasia	tónico amargo, dispepsia, anorexia, expulsión de lombrices, disentería, amenorrea, clorosis, hábito de comer tierra	infusión	leño, corteza
Antillas	cuasia bitter-ash	tónico amargo, febrífugo, estomáquico, antidiarreico, antidisentérico		corteza
Guatemala	hombre grande pelo grande	depurativa, digestiva, fiebre, enfermedades hepáticas, colagogo	cocimiento, tintura	corteza, madera
Honduras	cuasia hombre grande limoncillo tru, truc	tónico, dolor de estómago, febrífugo, lavar heridas	cocimiento	corteza, madera
Nicaragua	hombre grande	diabetes, fiebres, hidropesía, parto, estomáquico, dispepsia, digestivo, picadura de culebra y otros animales ponzoñosos, dolor de estómago, estreñimiento, insecticida	infusión, cocimiento	corteza, leño, flores
Costa Rica	hombre grande, hombrón, guabo, cuasia	diabetes, diarrea, febrífugo, tónico amargo, estimulante del apetito, antihelmíntico, dolor de estómago, catarro, paludismo, insomnio, cálculos del hígado y riñones, gastritis, bajar presión, analéptico dispepsia, anemia, depurativo, clorosis	infusión, cocimiento, tintura, maceración en agua fría	raíz, corteza, madera, hojas, ramitas
Panamá	cuasia, hombre grande, guabito	antihelmíntico, hepático, tónico, alexitérico		
Colombia	cuasia, cruceto morado, contra-cruceto	tónico, anorexia, atonía de órganos digestivos, aumentar secreciones glandulares, hígado y riñones, abrir apetito, dispepsia	maceración en agua fría, infusión	corteza, leño
Venezuela		tónico, digestivo, estomáquico, febrífugo		
Guyana	quashie-bitters, quassia-bitters	abrir apetito, tónico amargo, diabetes, febrífugo, fiebre malarica, insecticida	maceración en agua fría, maceración en vino, infusión	madera, raíces
Brasil	cuasia, quina, pao de surinam	febrífugo, tónico digestivo, energético, insecticida, como lúpulo en la fabricación de cerveza	extracto alcohólico	hojas, madera

continuación...

País	Nombre común	Uso	Preparación	Parte utilizada
Perú		tónica, febrífuga		
Bolivia	cuasia amarga	insecticida	cocimiento	madera
Argentina	cuasia, cuasia de surinam			

Para la extracción del principio activo, Robins *et al.* (1983) determinaron mayores contenidos de cuasina en hojas jóvenes que en hojas viejas de *Q. amara*, y más aún en su parte media que en la lamela, bajos contenidos en pecíolos y altos niveles de cuasina en la madera de plantas maduras, mayores que los encontrados en especies relacionadas como *Picrasma quassioides* y *Q. indica*. Es probable que, al ser algunas enzimas de la biosíntesis de terpenoides cloroplásticas, los triterpenoides sean sintetizados en las hojas y transportados a otras partes de la planta; además, *Q. amara* presenta la capacidad de acumular altos niveles de cuasina en la madera, muy superiores a los de otras especies con una similar capacidad sintética de cuasinoídes.

FARMACOLOGÍA

Experimental

Estudios antimicrobianos demuestran que la tintura de madera seca de ramas finas provenientes de lugares soleados tienen actividad contra *Candida albicans*, *Salmonella typhi*, *Staphylococcus aureus*, *Microsporum gypseum* y *Trichophyton rubrum*, pero no contra *Escherichia coli*, *Pseudomonas aeruginosa* y *Shigella flexneri*. Las ramas gruesas de la misma procedencia y las ramas finas y gruesas del sotobosque no mostraron actividad contra ningún microorganismo. El extracto acuoso de la madera administrado por vía oral en pollos a una dosis de 1,1 g/kg no presenta actividad contra infecciones por *Pseudomonas gallinaceum* (Spencer *et al* 1947).

Estudios farmacológicos demuestran que el extracto etanólico es más eficiente que los de otras 23 plantas en el control de mosquitos (*Culex quinquefasciatus*), sin dañar los enemigos naturales de la plaga (Evans y Kaleysa 1988). El mismo extracto por vía subcutánea en ratones no es diurético (Bonsmann 1942). El extracto acuoso liofilizado es antiinflamatorio y aumenta el tránsito intestinal en ratas; no tiene actividad hipoglucémica en ratón aloxanizado.

Clinica

La administración en forma de enema del cocimiento de la madera ha demostrado actividad contra oxiuros y otros parásitos intestinales (Núñez 1986, Martínez 1992, Vázquez 1982).

COMPOSICIÓN QUÍMICA

La corteza del tallo contiene principios amargos de los cuasinoides (cuasina, cuasinasina, cuasimarina, cuasinol, 18-hidroxicuasina, neocuasina, simalikalactonas A, B, C y D) (Glasby 1991), esteroides (β -sitosterol, α -sitostenona, stigmast-4-en-3-ona), picranina, isocuasina, alcaloides totales (0,25%) (Duke 1985), e indólicos derivados de β -carbolina (1-vinil-4,8-dimetoxi, 1-metoxicarbonil y 3-meticalcantin-2,6-diona) (Barbetti *et al.* 1987) y 2-metoxicantina-6-ona, aceite volátil (Njar *et al.* 1993), extracto gomoso, pectina, fibra, sales minerales (Grieve 1988). La corteza de la raíz contiene cuasina, aceite volátil, ácidos málico y gálico, tartrato de calcio y acetato de potasio (Duke 1985).

Farmacognosia

La materia médica es la madera seca cubierta o no por una corteza delgada y gris. Se presenta en trozos, cortes o virutas blanco-amarillentas, con piezas gris claro que se atribuyen a un micelio fúngico, fibrosas, olor escaso, sabor muy amargo; el polvo es grueso color amarillo pálido (Budavari 1989); transversalmente se notan círculos concéntricos poco distintos y radios medulares muy pequeños.

El extracto de la corteza o madera es muy amargo (50 veces más que la quinina), no es astringente ni aromático. En dosis elevadas no provoca irritación local, náuseas ni diarrea, predominando su acción tónica y estomáquica. La cuasina, en cambio, es muy activa y tóxica por lo que se prefiere el uso de la tintura de la corteza o madera (Cabrera 1958). El rendimiento de la madera es de 0,5 g/kg de cuasina pura cristalizada y de 0,8 g/kg de neocuasina (Lebeau y Janot 1955). La cuasina que se obtiene comercialmente es una mezcla de cuasina, neocuasina, isocuasina y 18-hidroxicuasina (Polonsky 1973).

La cuasina es una δ -lactona muy amarga (umbral 1:60 000), peso molecular 388, en el metanol diluido se obtienen placas rectangulares, punto de fusión 222°C, rotación óptica +34,5°, absorción UV máxima ~255nm, soluble en benceno, cloroformo, acetona, poco soluble en éter (Budavari 1989). La neocuasina es el hemiacetal interconvertible por oxidación o reducción (Polonsky 1986). Las cuasinas tienen propiedad antiamebiana más potente que la emetina, pero menos tóxica (Atal y Kapur 1982, Ansari y Ahmad 1991); la simalikalactona es antimalárica (0,02 μ g/ml) y antiviral.

La cuasimarina es un derivado terpénico neutro, peso molecular 536, cristal blanco, rotación óptica específica +22,4 (Bérdy *et al.* 1982). Tiene propiedades antileucémicas en ratón (células P-388 y KB) administrado por vía intraperitoneal (Kupchan y Streelman 1976).

En algunas farmacoformas se encuentran y comercializan preparaciones fitofarmacéuticas alopáticas y homeopáticas como polvo, tintura y extracto fluido (Bézanger-Beauquesne 1975). Algunas veces se usa indistintamente con cuasia de Jamaica (*Picrasma excelsa* Planch) (Grainge y Ahmed 1988).

TOXICOLOGÍA

Las mujeres no deben ingerirla durante la menstruación porque puede producir cólicos uterinos (Sintes 1976). En Colombia y Guyana se reporta que la ingestión frecuente de los preparados acuosos (Lachman y Adams 1987) y la cuasia cristalizada (García 1975) deben usarse con precaución porque puede provocar problemas de salud. El vómito es el síntoma más frecuente de intoxicación por ingestión oral de cuasina (Remington *et al.* 1918); otros síntomas de sobredosis son dolor de esófago, dolor de cabeza, náuseas, vértigo, diarrea y calambres musculares (Osol y Farrar 1950).

La administración de hasta 1000 mg/kg del extracto acuoso liofilizado no produjo ningún signo de toxicidad aguda en ratas. El extracto de madera y corteza no es tóxico, en cambio la cuasina en dosis elevadas provoca vértigos, disminución de la agudeza visual, cólico y fiebre (Cabrera 1958). La cantidad máxima permitida en bebidas no alcohólicas es de 75 ppm; presenta una moderada actividad narcótica, aunque el FDA lo cataloga como una droga segura (GRAS 172.510) (Duke 1985).

INDICACIONES TERAPÉUTICAS

Por su actividad antiamebiana, tónica, estomáquica, colagoga y febrífuga es administrada por vía oral para el tratamiento de dispepsia atónica, disentería amebiana y en la convalecencia de diversas afecciones febriles. Se recomienda administrar tres veces al día una dosis de 2-7 g/día del polvo en maceración (Budavari 1989) o infusión (Wichtl 1989); 1-2 g del extracto fluido, 30 granos del polvo, o 1-2 ml (niños 10 gotas) de la tintura (USP o BP), 1:5 en alcohol 50-70% (Martínez 1992, Njar *et al.* 1993).

Por su actividad acaricida e insecticida está indicada la aplicación tópica de polvos y pomadas en el tratamiento de pediculosis y otras afecciones por insectos y ácaros.

BIBLIOGRAFÍA

- ACZÉL, M. 1943. Fruit sawflies. *Novényegészséguyi Evkonyy* 1:21-37. Abstract in *Review of Applied Entomology (A)*31:80.
- AGARWAL, V.S.; GHOSH, B. 1989. *Drug Plants of India (Root drugs)*. New Delhi, Kalyani Publishers. 330 p.
- AGUILAR, J.L. 1966. *Relación de unos aspectos de la flora útil de Guatemala*. Guatemala, Tipografía Nacional. 383 p.
- AHLBERG, O. 1932. Arttipsen (*Kakothrips robustus* Uzel.) *Meddelanden fran Centralanstalten für forsokvasendet pa jordbruksomradet*. [Sweden] 406 *Landbruksentom Avd.* 63.
- ALFARO, R.M; MALAVASSI, L.; MURILLO, W. 1984. Evaluación del sitio Lomas Barbudal, Bagaces, Guanacaste: Propuesto como área silvestre. *Fundación de Parques Nacionales, Programa patrimonio natural de Costa Rica*, San José. 60 p.
- AMORÍN, J.L. 1988. *Guía Taxonómica con plantas de interés farmacéutico*. Buenos Aires, Argentina, Colegio Oficial de Farmacéuticos y Bioquímicos de la Capital Federal.
- ANONYMOUS. 1914. Test of the quassine of A.V.Zeidel. *Kiev Society of Agronomy and Agriculture Industry Reports*. 1913:106. Abstract in *Review of Applied Entomology (A)*3:104.
- ANSARI, M.U.; AHMAD, S. 1991. Screening of some Medicinal Plants for Antiamoebic Action. *Fitoterapia* 62:171-175.
- ATAL, C.K.; KAPUR, B.M. 1982. *Cultivation and Utilization of Medicinal Plants*. Jammu-Tawi, Reg. Rcs. Lab. 877 p.
- ATHERTON, D.O. 1933. Experiments with baits for the control of certain cotton pests. Pamphlet No. 12. Department of Agriculture and Stock of Queensland.
- AVERIN, V.G. 1913. On the expected appearance of pests in 1913. *Pests of agriculture and Methods of Fighting Them*. Bulletin 1. Abstract in *Review of Applied Entomology (A)*1:491-492.
- BALBACHAS, A.; RODRIGUEZ, H. 1976. *Las plantas curan*. Buenos Aires. Ed. La Verdad Presente. 536 p.
- BARBETTI, P.; GRANDOLINI, G.; HARDELLA, G.; CHIAPPINI, I. 1987. Indole Alkaloids from *Quassia amara*. *Plan. Med.* 53:289-290.
- BÉRDY, J.; ASZALO, A.; BOSTIA, M.; MCNITT, K.L. 1982. *CRC Handbook for Antibiotic Compounds*. Boca Raton, CRC Press. Part 1, 410 p.; Part 2, 429 p.
- BERG, M. E., Van Den 1982. *Plantas Mediciniais Na Amazonia Contribuição Ao Sea contecimiento sistematico*. Conselho Nacional de Desenvolvimento científico e Tecnológico. Programa Tropicó UNIDO/MPEG.

- BERNARD, J. 1952. Essais de lutte contre les Hoplocampes du prunier. Bulletin. Institut Agronomique et des Stations de Recherches de Gembloux 20:9-22.
- BÉZANGER-BEAUQUESNE, L.; BINKAS, K.; TOREK, M. 1975. Les plants dans la thérapeutique moderne. Paris, Maloine. 529 p.
- BIANCO, L. 1995. Metodología para el análisis de mercado utilizada por el Proyecto Olafo. In Ocampo, R. Ed. Potencial de *Quassia amara* como insecticida natural. Actas. Turrialba, Costa Rica. pp.117-119.
- BIBOLINI, C. 1964. Sulla biologia della Chrysomela americana L. (Coleoptera-Chrysomelidae). Frustula Entomologia 6(4):1-122.
- BOAS, J.E.V. 1918. Aedelgranslusene. Dansk Skovfornings Tidsskrift 3:191-276.
- BOGDANOV-KATKOV, N.N. 1922. Cabbage aphid and its control. All Russian Union of Rural-Economic Co-operation [Petersburg]. Abstract in Review of Applied Entomology (A)10:233.
- BOGDANOV-KATKOV, N.N. 1929. The cabbage fly. 2nd Edition. Leningrad. Abstract in Applied Entomology (A)17:646-647.
- BLOM, C. 1763. Lignum quassiae. Amoenitates academicae 6:416-429. Smolandus, Upsaliae.
- BLUMEL, S.; HAUSDORF, H. 1991. Ergebnisse eines Gewachshausversuches zur Populationsregulierung von Phorodon humuli mit Quassia-Extrakt. Pflanzenschutz [Vienna] 0(5) 1991.3.
- BONSMANN, M.R. 1942. Diuresis in Mice. Naunyn Schmiedebergs Arch Exp Pathol Pharmacol 199:376.
- BORODIN, D.N. 1915. The first report on the work of the entomological bureau and a review of the pests of the government of Poltava in 1914. The Entomological Bureau of the Government of Zemstvo of Poltava. Abstract in Review of Applied Entomology. (A)4:329-329-331.
- 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.
- BUDAVALI, S. 1989. The Merck Index. Rahway, Merck & Co. 1606 p.
- BUSBY, R.L. 1939. A bibliography of quassia. United States Department of Agriculture, Bureau of Entomology and Plant Quarantine. 56 p.
- CABRERA, L.G. 1958. Plantas curativas de México. México, Ed. Cicerón. 384 p.
- CÁCERES, A.; MEJÍA, T.; OCAMPO, R.; VILLALOBOS, R. 1995. *Quassia amara*; revisión bibliográfica. In Ocampo, R., ed. Potencial de *Quassia amara* como insecticida natural. Actas. CATIE, Turrialba, Costa Rica. pp.156-178.
- CÁCERES, A.; JAUREGUI, E.; VILLALOBOS, R. 1995. Efecto de las condiciones ambientales en la actividad antimicrobiana de *Quassia amara*. In Ocampo, R., ed. Potencial de *Quassia amara* como insecticida natural. Actas. CATIE, Turrialba, Costa Rica. pp. 97-99.
- CARINI, M. 1931. Gli afidi delle piante da frutto e i mezzo per combatterli. Note di Frutticoltura 9(5):90-98.

- CECCHINI, I. 1971. Enciclopedia de las hierbas y de las plantas medicinales. Barcelona, Ed. de Vecchi. 533 p.
- CEMAT/FARMAYA. 1992. Fichas Populares Sobre Plantas Medicinales. 2 ed. 2 serie (Nos. 1-40)
- CLARK, E.P. 1937. Quassin; the preparation and purification of quassin and neoquassin, with information concerning their molecular formulas. *Journal of the American Chemical Society* 59:927-931.
- CORRALES, C. 1995. Experiencia comercial en la introducción de un bactericida comercial. *In* Ocampo, R., ed. Potencial de *Quassia amara* como insecticida natural. Actas. CATIE, Turrialba, Costa Rica. pp. 118-119.
- CROAT, T. 1978. Flora of Barro Colorado Island. Stanford University Press.
- CROSBY, D.G. 1971. Minor insecticides of plant origin. *In* Jacobson, M. y Crosby, D.G. eds. Naturally occurring insecticides. Marcel Dekker Inc. New York.
- CUBILLO, D.; LARRIVA, W.; QUIIJE, R.; CHACON, A.; HILJE, L. 1994. Evaluación de la repelencia de varias sustancias sobre la mosca blanca, *Bemisia tabaci* (Homoptera: Aleyrodidae). *Manejo Integrado de Plagas (Costa Rica)* 33: 26-28.
- CUBILLO, D.; SOSA, O.; SANABRIA, G.; HILJE, L. 1995. Efecto de un extracto de *Quassia amara* sobre la mosca blanca. *In* Ocampo, R., ed. Potencial de *Quassia amara* como insecticida natural. Actas. CATIE, Turrialba, Costa Rica. pp. 105-109.
- CUNLIFFE, N.; RYLE, G.B. 1923. The conifer spinning mite on Sitka spruce, *Oligonychus* (Paratetranychus) *ununguis* Jacobi. *Quarterly Journal of Forestry* 17(1):359-362.
- CÚRATE CON LAS PLANTAS MEDICINALES. 1976. Barcelona, Ed. Sintesis. 977 p.
- DAHL, J.; PETERSEN, B.B. 1961. Om virkningen af kemsik skadedyrbekampelse pa insekter og spindler i en granskov. *Forstl. Forsogsv. Danm.* 26:273-312. Abstract in *Review of Applied Entomology (A)*49:281.
- DENNYS, A.A. 1942. Recent progress in codling moth control in British Columbia. II. Killing the adult. *Scientific Agriculture* 22:577-583.
- DIAZ, J.L. 1977. Usos de las plantas medicinales de México. México, IMEPLAM. 329 p.
- DOWNES, W.; ANDISON, H. 1943. The apple sawfly *Hoplocampa testudinea* Klug on Vancouver Island, British Columbia. *Proceedings of the Entomological Society of British Columbia*. Abstract in *Review of Applied Entomology (A)*31:211.
- DUKE, J.A. 1984. *CRC Handbook of Medicinal Herbs*. Boca Raton, CRC Press. 677 p.
- EBERHARDT, P.H. 1927. *Les Plantas Medicinales et leurs proprietes*. Paris, Paul Lechevalier, editor.
- ESCOBAR, N. 1972. Flora tóxica de Panamá. EUPAN. 279 p.
- EVANS, D.A.; KALEYSA, R. 1988. Extracts of indian plants as mosquito larvicides. *Indian Journal of Medical Research* 88:38-41.

- FAUCETT, W.; RENDLE, A.B. 1920. Flora de Jamaica. Vol IV. British Museum.
- FEINSTEIN, L.; JACOBSON, M. 1953. Insecticides occurring in higher plants. Fortschritte der Chemie organischer Naturstoffe 10:423-476.
- FOSTER, R. 1982. The seasonal rhythm of fruitfall on Barro Colorado Island. In Leigh, E.; Standley, R.; Donald, W. Eds. The Ecology of a Tropical Forest. Washington, Smithsonian Institution Press.
- FOSTER, G.N.; KELLEY, W.C. 1991. Performance of non-synthetic products used for control of black bean aphid (*Aphis fabae*) on field vean (*Vicia faba*). Test of Agrochemicals and Cultivars 12:14-15 (Annals of Applied Biology 118 Supplement).
- FRENCH, C. Jr. 1916. Insect pests of the fruit, flower and vegetable garden and how to treat them. Victoria Department of Agriculture Journal 14:213-218, 214-317, 433-438, 495-498, 604-611.
- GARCIA, H. 1992. Flora medicinal de Colombia. Botánica Médica. II. 2 ed. Tercer Mundo, Bogotá. p. 43-47.
- GARCÍA S., A. 1994. Plantas de la Medicina Bribrí. San José, Costa Rica, Instituto de Cooperación Iberoamericana. Editorial UCR. 58 p.
- GARCÍA, M.; GONZÁLEZ, S.; PAZOS, L. 1995. Actividad farmacológica del extracto acuoso de *Quassia amara*. In Ocampo, R., ed. Potencial de *Quassia amara* como insecticida natural. Actas. CATIE, Turrialba, Costa Rica. pp. 101-104.
- GENEL, A. A. 1983. Rene De Grosourdy et la Flora Medicinale des Antilles. Tesis. Université Francois Rabelais, Academie D'Orleans-Tours, Faculte de Pharmacie de Tours, France.
- GLASBY, J.S. 1991. Dictionary of Plants Containing Secondary Metabolites. London, Taylor & Francis. 488 p.
- GRAINGE, M.; AHMED, S. 1988. Handbook of Plants with Pest-Control Properties. New York, John Wiley and Son. 470 p.
- GRIEVE, M. 1988. A Modern Herbal. London, Penguin Group. 912 p.
- GOMEZ, L.D. 1986. Vegetación de Costa Rica. San José, Ed. Universidad Estatal a Distancia.
- GONZALEZ, E.; PINEDA, F.; PATIÑO de, H. 1994. Diagnóstico de Nicaragua. In Domesticación de plantas medicinales en Centroamérica. Actas de la reunión técnica centroamericana (1994 Turrialba). Ocampo, R.A. Ed. Turrialba, CATIE-OPS/OMS-OEA. p. 67-74.
- GONZALEZ, J.C.; TRABANINO E. 1994. Diagnóstico de El Salvador. In Domesticación de plantas medicinales en Centroamérica. Actas de la reunión técnica centroamericana (1994 Turrialba). Ocampo, R.A. Ed. Turrialba, CATIE-OPS/OMS-OEA. p. 28-39.
- GORIANOV, A. 1916. Experiments with some vegetable and mineral insecticides. Protection of Plants and Pests. Suppl. No. 1-2(28-29). Abstract in Review of Applied Entomology (A)5:24-26.
- HALL, I.H.; LEE, K.H.; IMAKURA, Y.; OCANO, M.; JOHNSON, A. 1983. Anti-inflammatory agents III: Structure-Activity relationships of brusatol and related quassinoids. Journal of Pharmaceutical Sciences 72(11):1282-1284.

- HANDWERGER, B. 1995. Introducción de *Quassia amara* como insecticida natural en el mercado norteamericano. In Ocampo, R., ed. Potencial de *Quassia amara* como insecticida natural. Actas. CATIE, Turrialba, Costa Rica. pp. 134.
- HARTWELL, J.L. 1892. Plants Used against Cancer. Lawrence, Quarterman Publications. 710 p.
- HAZLETT, D.L. 1983. Ethnobotanical Observations from Cabecar and Guaymi Settlements in Central America. Economic Botany 40(3):339-352.
- HELM, A. The common scale on gooseberry and currant. Kranke Pflanze 12(4):61. Abstract in Review of Applied Entomology (A)23:289.
- HOLMAN, H. J. 1940. A Survey of Insecticide Materials of Vegetable origin. Imperial Institute. p. 133-153.
- JANCKE, O.; MAERKS, H. Experiments on the control of plum sawflies. Prakt. Bl. Pflanzeb. 14(7):189. Abstract in Review of Applied Entomology (A)25:209-210.
- JATZENTKOVSKY, E.V. 1916. Experiments on the control of *Eriosoma (Schizoneura) lanigerum* Hausm in the province of Teuk. Agricultural Gazette. [Petrograd] 42:(158)1101-1102. Abstract in Review of Applied Entomology (A)5:395-396.
- KENT, J.; AMMOUR, T. 1995. Análisis financiero de *Quassia amara* como insecticida. In Ocampo, R., ed. Potencial de *Quassia amara* como insecticida natural. Actas. CATIE, Turrialba, Costa Rica. 120-127.
- KOROLKOV, D.M. 1913. Insects injurious to gardens. In Materials for the study of the injurious insects of the government of Moscow during the year 1912. Abstract in Review of Applied Entomology (A)1:205-209.
- KUPCHAN, S.M.; STREELMAN, D.R. 1976. Quassimarin, a new antileukemic quassinoid from *Quassia amara*. Journal of Organic Chemistry 41(21):3481-3482.
- LAVIE, D.; KAYE, I.A. 1963. Isolation of β -Sitostenone from *Quassia amara*. Journal of the Chemical Society 10:5001-5002.
- LEBEAU, P.; JANOT, M. 1955. Pharmacie Chimique. V. 5, pp. 3782.
- LEIB, P. 1936. The control of the plum sawfly. Anz. Schadlingsk 12(9):101. Abstract in Review of Applied Entomology (A)24:799.
- LEÓN Q., G. 1964. Estudio de algunas especies botánicas conocidas en Nicaragua como medicinales. Tesis. Managua, Universidad Nacional de Nicaragua, Facultad de Ciencias Químicas. p. 30-31.
- LING, F. 1991. Datos biológicos de las especies vegetales que se investigan en Talamanca, Costa Rica. Informe Interno, Proyecto Conservación para el Desarrollo Sostenible en América Central. CATIE, Turrialba. 17 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. Actas. CATIE, Turrialba, Costa Rica. pp. 56-67.

- LUNDBLAD, O. 1929. Morotbladloppan trioza viridula zett. dess Biologi och upptradande som skadedjur i sverige. Meddelanden fran Centralanstalten für forsokvasendet pa jordbruksomradet. No. 350. Abstract in Review of Applied Entomology (A)18:231.
- MARMILLOD, D.; CHANG, Y.; BEDOYA, R. 1995. Plan de manejo de *Quassia amara* en la Reserva Indígena de Kéköldi. In Ocampo, R., ed. Potencial de *Quassia amara* como insecticida natural. Actas. CATIE, Turrialba, Costa Rica. pp. 68-90.
- MARTÍNEZ, M. 1992. Las plantas medicinales de México. México, Ed. Botas. 655 p.
- MCINDOO, N.E.; SEIVERS, A.F. 1917. Quassia extract as a contact insecticide. Journal of Agricultural Research 10(10):497-531.
- MELLIS, A. 1938. L'infuso di legno quassio nella lotta contro le Hoplocampa del susino. Note Frutticoltura 15:160-163. Abstract in Review of Applied Entomology (A)26:5.
- MONTERO, F. 1995. Caracterización del mercado nacional y análisis de costos de las actividades extractivas de hombre grande (*Quassia amara*) en la Reserva Indígena Kéköldi. Informe de práctica de especialidad. Cartago, Costa Rica, ITCR. 161 p.
- MORA, G.A. 1995. Extracción y estudio cromatográfico de extractos de *Quassia amara*. In Ocampo, R., ed. Potencial de *Quassia amara* como insecticida natural. Actas. CATIE, Turrialba, Costa Rica. pp. 93-96.
- MORK-HANSEN, K. 1919. Combating moth larvae on beech seedlings with *Quassia* extracts. Review of Applied Entomology (A)26:5.
- MORSTATT, H. 1913. Beobachtungen über das Auftreten von Pflanzenkrankheiten im Jahre 1912. Der pflanzer 9:211-224.
- MORTON, J.F. 1981. Atlas of Medicinal Plants of Middle America. Springfield, MA, Charles C. Thomas. 389 p.
- MORTON, J.F. 1987. Fruits of Warm Climates. Greensboro, Media Inc. 505 p.
- NAGAIBOV, V. 1914. The fight against Schizoneura lanigera Hausm.; during the 1914 season. Agriculture of Turkestan 8:742-745. Abstract in Review of Applied Entomology (A)2:701.
- NAUMANN, A. 1926. Schädlinge an Chrysanthemum indicum. Die Kranke Pflanze 3(10):185-188.
- NELSON, C.H. 1986. Plantas comunes de Honduras. Tegucigalpa, Ed. Universitaria. 922 p.
- NESTLER, T.; TITTEL, G.; WAGNER, H. 1980. Quantitative Bestimmung der Bitter-Quassinoide von *Quassia amara* und *Picrasma excelsa*. Planta Medica 38:204-213.
- NJAR, V.C.O.; ALAO, T.O.; OKOGUN, J.I. 1993. 2-metoxycanthin-6-one: A new Alkaloid from the Stem Wood of *Quassia amara*. Planta Medica 59:259-261.
- NUÑEZ, E. 1978. Plantas medicinales de Costa Rica y su folclore. San José, Universidad de Costa Rica. 318 p.
- OCAMPO, R.A. 1984. El empleo de la medicina tradicional en las comunidades de Cocles, Talamanca. In Primer Simposio Científico sobre Pueblos Indígenas Costarricenses. San José, Instituto Geográfico de Costa Rica. p. 149-153.

- OCAMPO, R.A. 1988. Medicina tradicional popular de la población afrocaribeña. Enda-Caribe. 39 p.
- OCAMPO, R.A. 1993. Sistemas de propagación y siembra de ocho especies no maderables del bosque. Turrialba, Costa Rica, CATIE. 11 p.
- OCAMPO, R.A.; MAFFIOLI, A. 1987. El uso de algunas plantas medicinales en Costa Rica. San José, Trejos Hnos. 200 p.
- OCAMPO, R.A.; DIAZ, M.; MASIS, M.; LING, F.; BARRANTES, J. 1992. Recursos vegetales con actividad biocida nativos del bosque tropical. In Programa y Resúmenes 4o. Congreso Internacional MIP, 20-24 de abril de 1992, El Zamorano, Honduras.
- OCAMPO, R.A.; DÍAZ, M.; BARRANTES, J.C.; SOLANO, G. 1995. Métodos de reproducción de *Quassia amara* en Costa Rica. In Ocampo, R., ed. Potencial de *Quassia amara* como insecticida natural. Actas. CATIE, Turrialba, Costa Rica. pp.48-53.
- OL, I.A. 1916. The control of *Aphis pomi* De Geer. Progressive Fruit Growing and Market Gardening 13(30):718-719. Abstract in Review of Applied Entomology (A)4:415.
- OPPENHEIMER, J.R. 1990. *Cebus capucinus*: ámbito doméstico, dinámica de población y relaciones interespecíficas. In E. Leigh, R. Stanley, D. Windsor, Eds. Ecología de un bosque tropical. Ciclos estacionales y cambios a largo plazo. Smithsonian Tropical Research Institute, Panamá. p. 337-356.
- ORMEROD, E.A. 1885. Hop aphid and damsel hop aphid *Phorodon humuli*, Schrank and aphid *Phorodon humuli* var. *Mahaleb*, Fonsc. Report of Observations of Injurious Insects and Common Farm Pests 8:43-56.
- OSOL, A.; FARRAR, G. 1950. The dispensary of the United States of América. J.P. Lippincott, Philadelphia.
- OZOLS, E. 1925. Zala burkanu lapu uts (*Trioza viridula* Zett.) Lauksaimniecības parvaldes izdevums. Riga. Abstract in Review of Applied Entomology (A)14:37.
- PAILLOT, A. 1922. La fausse chenille du pêcheur. Revue Horticole de l'Algérie 26:110-112.
- PAPE, H. 1925. Tomatenschädlinge. Gartenwelt Nos.36-37. Abstract in Review of Applied Entomology (A)14:99.
- PARKER, W.B. 1914. Quassin as a contact insecticide. Bulletin No. 165. United States Department of Agriculture, Bureau of Entomology, Washington.
- PEREZ, E. 1990. Plantas útiles de Colombia. 14 ed. Victor Hugo, Medellín. 831 p.
- PICKEL, B. Duas pragas do tomateiro (*Solanum lycopersicum*). Characas e Quintaes 38(2):514. Abstract in Review of Applied Entomology (A)16:683.
- PIERI, A. 1940. Lotta preventiva invernale contro gli afidi del pesco. Note Frutticoltura 18(2):17-20. Abstract in Applied Entomology (A)28:327-328.
- PITTIER, H. 1978. Plantas usuales de Costa Rica. 2 ed. Editorial Costa Rica, San José. p. 170.
- POLONSKY, J. 1973. Quassinoid bitter principles. Fortschritte der chemie organischer Naturstoffe 30:102-150.

- POLONSKY, J. 1986. Quassinoid bitter principles II. *Fortschritte der chemie organischer Naturstoffe* 47:222-264.
- POVEDA, L.J. 1995. Taxonomía de *Quassia amara* y distribución en el neotrópico. In Ocampo, R., ed. Potencial de *Quassia amara* como insecticida natural. Actas. CATIE, Turrialba, Costa Rica. (pp 7777).
- REMINGTON, J.P.; WOOD, H.C.; SADTLER, S.P.; LaWALL, C.H.; KRAEMER, H.; ANDERSON, J.F. 1918. The dispensary of the United States of America. J.B. Lippincott and Co., Philadelphia.
- ROBINS, R.J.; MORGAN, M.R.A.; RHODES, M.J.C.; FURZE, J.M. 1984. Determination of quassin in picogram quantities by an enzyme-linked immunosorbent assay. *Phytochemistry* 23(5):1119-1123.
- ROBINS, R.J.; RHODES, M.J.C. 1984. High-performance liquid chromatographic methods for the analysis and purification of quassinoids from *Quassia amara* L. *Journal of Chromatography* 283:436-440.
- RODRÍGUEZ, H.; BLANCO, F. 1995. Uso de cuatro extractos orgánicos para el control del pulgón verde. In Ocampo, R., ed. Potencial de *Quassia amara* como insecticida natural. Actas. CATIE, Turrialba, Costa Rica. pp.110-114.
- ROIG M., J.T. 1945. Plantas medicinales, aromáticas o venenosas de Cuba. Parte I. Habana, Ministerio de Agricultura. p. 25-252.
- ROJAS, C. 1995. Informes sobre el análisis químico de cuasina y neocuasina por HPLC de muestras de *Quassia amara*. Informe interno preparado para el proyecto OLAFO. Centro de investigaciones en Productos Naturales de la Universidad de Costa Rica, San José. 95 p.
- ROUSSEAU, R.; PARIS, R. 1971. Application de la chromatographie sur couche mince au contrôle de quelques médicaments végétaux. *Plantes Médicinales et Phytothérapie* 5(3):159-170.
- ROUSSELET, M.R.; PARIS, R. 1971. Application de la chromatographie sur couche mince au contrôle de quelques médicaments végétaux. *Plantes médicinales et phytothérapie* 5(2):159-170.
- SALINAS, E.S.; GRIJALVA, A. 1994. Diagnóstico de Nicaragua. In Domesticación de plantas medicinales en Centroamérica. Actas de la reunión técnica centroamericana (1994 Turrialba). Ocampo, R.A. Ed. Turrialba, CATIE-OPS/OMS-OEA. p. 46-49.
- SAENS R., J.A.; NASSAR C., M. 1971. Phytochemical Screening of Costa Rican Plants: Alkaloid Analysis. *Rev. Biología Tropical* 18(1,2):129-138.
- SAVTCHENKO, I. 1916. From the district of Melitopol (Government of Taurida). *Horticulture* 15(6):334-335. Abstract in *Review of Applied Entomology* (A)4:381.
- SCHOYEN, T.H. 1943. Fruktremidde og plommeveps. *Norsk Hagetid.* No. 13. Abstract in *Review of Applied Entomology* 31:78.
- SCHNEE, L. 1984. Plantas comunes de Venezuela. Caracas, Universidad Central de Venezuela. 822 p.
- SEGONCA, C.; BRUEGGEN, K.U. 1991. The influence of aqueous extracts of *Quassia amara* L. on cereal aphids. *Journal of Applied Entomology* 112(2):211-215.

- SIEVERS, A.F.; HIGBEE, E.C. 1943. Plants for Insecticides and Rodenticides. Foreign Agriculture Report No. 8. Office of Foreign Agricultural Relations. USDA, Washington.
- SPENCER, C.F.; KONIUSZY, F.R.; ROGERS, E.F. 1947. Survey of plants for antimalarial activity. *Lloydia* 10:145-174.
- STRICKLAND, E.H. 1922. Poisoned molasses for noctuids. *Journal of Economic Entomology* 15:214-220.
- SUJATHA, C.H.; VASUKI, V.; MARIAPPAN, T.; KALYANASUNDARAM, M.; DAS, P.K. 1988. Evaluation of plant extracts for biological activity against mosquitoes. *International Pest Control* 30(5):122-124.
- TEMPEL, W. 1928. Blattläuse am Pfirsich. *Kranke Pflanze* 4:82-84.
- THEOBALD, F.V. 1913. The aphides on mangolds and allied plants. *Journal of the Board of Agriculture [London]*. 19:914-922.
- THIEM, H. 1937. The successful control of plum sawflies with *quassia*. *Kranke Pflanze* 14(4):59. Abstract in *Review of Applied Entomology (A)*25:465.
- THIEM, H. 1938. Versuche zur Bekämpfung der Pflaumensagewespen mit quassiahaltigen Fertipreparaten. *Forschungsdienst* 5:553. Abstract in *Review of Applied Entomology (A)*27:46.
- THIEM, H. 1939. Quassia als wirksames Mittel zur Bekämpfung der Pflaumensagewespen [*Hoplocampa minuta* Christ und *Hoplocampa falva* L.]. *Int. Kongr. Ent.* 7(2). Abstract in *Review of Applied Entomology (A)*27:297-298.
- TORRES, C. 1994. Diagnóstico de Honduras. *In* Domesticación de plantas medicinales en Centroamérica. Actas de la reunión técnica centroamericana (1994 Turrialba). Ocampo, R.A. Ed. Turrialba, CATIE-OPS/OMS-OEA. p. 40-45.
- UNIDO. 1993. Regional consultation on the industrial utilization of medicinal and aromatic plants in Asia and the Pacific. Report. United Nations Industrial Development Organization, Vienna. 28 p.
- VÁSQUEZ, L. 1982. Plantas y frutas medicinales de Colombia y América. Cali, Ed. Climent. 274 p.
- VÁSQUEZ, R. A. 1984. El Poder Curativo de las Plantas. Managua. Artes Gráficas Don Bosco. 66 p.
- VALENTA, Z. 1971. Ryanodine and Quassin. *In* International TOPAC Congress of Pesticide Chemistry 2d., Tel-Aviv. Pesticide Chemistry Proceedings. p. 191-205.
- VILLALOBOS, R. 1995. Distribución de *Quassia amara* ex Blom en Costa Rica, y su relación con los contenidos de cuasina y neocuasina en sus tejidos. Tesis Mag Sc. Turrialba, Costa Rica, CATIE. 174 p.
- VILLALOBOS, R. 1995. Caracterización ecológica de la distribución de *Quassia amara* en Costa Rica. *In* Ocampo, R., ed. Potencial de *Quassia amara* como insecticida natural. Actas. CATIE, Turrialba, Costa Rica. pp. 14-46.
- WAHL, B. 1913. Die Bekämpfung der Blattläuse (Aphidae). *Monatsh. Landw.* Abstract in *Review of Applied Entomology (A)*1:471.

- WANG, A.; CASTRO, O. 1995. Estado fitopatológico de *Quassia amara* en la región Atlántica de Costa Rica. In Ocampo, R., ed. Potencial de *Quassia amara* como insecticida natural. Actas. CATIE, Turrialba, Costa Rica. pp. 54-55.
- WICHTL, M. 1989. Teedrogen. Stuttgart, Wissenschaftliche Verlagsgesellschaft. 568 p.
- WILLIAMS, L.O. 1981. The useful plants of Central America. Ceiba 24(1-2):304.
- ZACHER, F. 1927. Sommerfarhen für die Fabrikation und den Handel von Süßwaren. Mitteilungen der Gesellschaft für Vorratsschutz 3(4):45-56. Abstract in Review of Applied Entomology (A) 15:558.

Programa y participantes

Programa de la Reunión

Lunes 7 de noviembre

Inauguración

*Biodiversidad y manejo
de recursos naturales*

Dr. Gerardo Budowski

*Video Estado de desarrollo
de Q. amara*

Surcos - UCR/Proyecto Olafo

*Taxonomía de Q. amara y
distribución en el Neotrópico*

Lic. Luis J. Poveda

*Etnobotánica de Q. amara
en el Neotrópico*

Biól. Thelma Mejía
Ing. Rafael A. Ocampo

*Est. ecológico de Q. amara
en la Reserva Indígena de Kéköldi*

Biól. Francisco Ling

*Distribución y aspectos
químicos de Q. amara
en Costa Rica*

Ing. Róger Villalobos

Martes 8 de noviembre

*Estudio preliminar sobre
reproducción de Q. amara*

Ing. Rafael A. Ocampo

*Plan de manejo Q. amara
en la Reserva Indígena
de Kéköldi*

Dr. Daniel Marmillod
Ing. For. Yorleny Chang
Ing. For. Ricardo Bedoya

*Propuesta de estudio de
germinación de Q. amara*

M.Sc. Marlen Vargas

*Uso de cuatro extractos orgánicos
para el control del pulgón verde*

Ing. Hernán Rodríguez

*Estudio preliminar sobre el
estado fitopatológico de Q. amara*

M.Sc. Amy Wang

*Observaciones preliminares sobre
la actividad biocida de Q. amara*

Dr. Luko Hilje

*Validación biológica
de extractos de Q. amara*

*Actividad farmacológica
de Q. amara*

Salida a Talamanca, Limón

M.Sc. Mildred García

Lic. Sara González

Dr. Armando Cáceres

Miércoles 9 de noviembre

*Visita al Área Demostrativa
en la Reserva Indígena
de Kéköldi: observar
poblaciones naturales de
Q. amara*

Equipo del Área

Demostrativa Talamanca

Proyecto Olafo

Jueves 10 de noviembre

*Estudio de cromatografía
en extractos de Q. amara*

*Metodología y sondeo de
mercado de Q. amara*

*Estudio financiero de
Q. amara como insecticida*

*Experiencia empresarial
en la introducción de un
bactericida natural*

*Introducción de Q. amara
como insecticida natural*

*El proceso científico-técnico
que dio origen a la explotación
del nim como fuente de insecticidas
botánicos en Nicaragua*

Formación de grupos

Discusión de grupos

Plenaria

Clausura

Dr. Gerardo A. Mora

M.Sc. Luis Bianco

Lic. Francisco Montero

M.Sc. Justine Kent

Ing. Carlos Corrales

Bronner Handwerker

Dra. Anne K. Gruber

Lista de participantes

EL SALVADOR

Ing. Mario Antonio Escolero
PRODERE
75 Ave. Sur No.126
Colonia Escalón
Teléfono: 00503 2 790616 (18)
San Salvador, El Salvador

Lic. Ana Cecilia Monterrosa Fernández
Tecnología Farmacéutica/ Área de
Formulaciones de Productos Farmacéuticos
Universidad de El Salvador
San Salvador, El Salvador

GUATEMALA

Dr. Armando Cáceres
Facultad de Ciencias Químicas y Farmacia
Universidad de San Carlos
Edificio T-12
Ciudad Universitaria
Zona 12 Guatemala, Guatemala

HONDURAS

Farmacéutico Tirso Madrid
Laboratorio CIFAR
Teléfono: 00 504 324825
Colonia Ruben Darío
Calle Real de Minas No.2202
Tegucigalpa, Honduras

Bióloga Thelma Mejía
Universidad Nacional de Honduras
Tegucigalpa, Honduras

NICARAGUA

Dra. Anne Kathrina Gruber
Proyecto Nim, COPINIM
CIEETS
Apartado R.P 082
Managua, Nicaragua

Dr. Ricardo Rueda
Facultad de Ciencias
Departamento de Biología
Universidad de León
Teléfono: 00 505 311 2614
León, Nicaragua

Ing. Bayardo Serrano Fernández
Centro de Estudios de Ecodesarrollo
para el Trópico - CECOTROPIC
Telefax: 00 505 2 760988
Managua, Nicaragua

COSTA RICA

Farmacéutica Beatriz Badilla
Facultad de Farmacia
Universidad de Costa Rica
San Pedro, Costa Rica

Ing. For. Ricardo Bedoya
Area Demostrativa Talamanca
Teléfono: 758 15 15 Ext. 239
Talamanca, Costa Rica

M.Sc. Luis Bianco
Proyecto Olafo/CATIE
Teléfono: 556 68 82
Turrialba, Costa Rica

Asist. Lab. Juan Carlos Brenes
Centro de Investigación en Productos Naturales
Universidad de Costa Rica
2060 San José, Costa Rica

Dr. Gerardo Budowski
Universidad para la Paz
San José, Costa Rica

Ing. Agr. Oscar Castro
Laboratorio de Fitopatología
Facultad de Agronomía
Universidad de Costa Rica
San Pedro, Costa Rica

Ing. Carlos Corrales
Laboratorio Provequi S.A.
Telefax: 224 47 44
San José, Costa Rica

Ing. For. Yorleny Chang
Proyecto Olafo/CATIE
Teléfono: 556 17 12
Turrialba, Costa Rica

Ing. Melvin Díaz
Asoc. Pequeños Productores de Talamanca
APPTA - Bribri
Talamanca, Costa Rica

M.Sc. Mildred García
Laboratorio de Ensayos Biológicos
Universidad de Costa Rica
San Pedro, Costa Rica

M.Sc. Sara González
Laboratorio de Ensayos Biológicos
Universidad de Costa Rica
San Pedro, Costa Rica

Dr. Luis Guillermo González
Comisión de Recursos Fitogenéticos
Teléfono: 236 0610
Fax: 236 6713
San José, Costa Rica

Sr. Bronner Handwerger
La Botánica
Apartado 46 3006
Barreal de Heredia
Costa Rica

M.Sc. Nancy Hidalgo
Instituto Tecnológico de Costa Rica
Cartago, Costa Rica

Dr. Luko Hilje
Proyecto Manejo Integrado de Plagas
M.I.P./CATIE
Teléfono: 5561632
Turrialba, Costa Rica

M.Sc. Justine Kent
Proyecto Olafo/CATIE
Teléfono: 556 68 82
Turrialba, Costa Rica

Lic. Francisco Ling
Proyecto Olafo/CATIE
Teléfono: 758 15 15 Ext. 239
Talamanca, Costa Rica

Dr. Daniel Marmillod
Proyecto Olafo/CATIE
Teléfono: 556 68 82
Turrialba, Costa Rica

Lic. Francisco Montero
Instituto Tecnológico de Costa Rica
Cartago, Costa Rica

Dr. Gerardo A. Mora López, Director
Centro de Investigación en Productos Naturales
Universidad de Costa Rica
2060 San José, Costa Rica

Ing. Rafael Angel Ocampo Sánchez
Proyecto Olafo/CATIE
Teléfono: 556 68 82
Turrialba, Costa Rica

M.Sc. Tomás Palma
Instituto Tecnológico de Costa Rica
Sede Santa Clara
Ciudad Quesada, Alajuela
Costa Rica

Lic. Luis J. Poveda
Escuela de Ciencias Ambientales
Universidad Nacional
Teléfono: 571433 Ext. 35
Heredia, Costa Rica

Mg.Sc. Gabriel Robles Valle
Proyecto Olafo/CATIE
Teléfono: 556 17 12
Turrialba, Costa Rica

Ing. Agr. Hernán Rodríguez
Escuela Ciencias Agrarias
Universidad Nacional de Costa Rica
Heredia, Costa Rica

Química Cecilia Rojas
Centro de Investigación en Productos Naturales
Universidad de Costa Rica
2060 San José, Costa Rica

M.Sc. Marlen Vargas
Estación Experimental Fabio Baudrit
Universidad de Costa Rica
Apartado 183 4050
Alajuela, Costa Rica

Ing. Róger Villalobos
Programa de Maestría - CATIE
Teléfono: 556 17 12
Turrialba, Costa Rica

M.Sc. Amy Wang
Laboratorio de Fitopatología
Facultad de Agronomía
Universidad de Costa Rica
San Pedro, Costa Rica

DATE DUE	
18 OCT 1996	DEVUELTO
01 SEP 1997	DEVUELTO
05 FEB 1998	DEVUELTO
10 FEB 1998	DEVUELTO
28 MAY 1998	DEVUELTO
04 JUN 1998	DEVUELTO
125 ENE 1999	DEVUELTO
09 FEB 1999	DEVUELTO
01 ENE 2000	DEVUELTO
09 FEB 2000	DEVUELTO
01 FEB 2000	DEVUELTO
26 NOV 2001	DEVUELTO
01 FEB 2002	DEVUELTO

Publicación del Proyecto Conservación para el Desarrollo Sostenible en América Central
 CATIE

Diseño e ilustración de portadas: Roy García

Edición: Elizabeth Mora

Diagramación: Xinia Robles

Impreso en el mes de noviembre de 1995

90616

La **Colección Diversidad biológica y desarrollo sustentable** difunde los resultados del trabajo del CATIE en el campo de manejo de la diversidad biológica en América Central.

Esta colección está organizada en cuatro series, tres de ellas definidas según los niveles de jerarquía de sistemas y una cuarta sobre aspectos metodológicos.

- La *Serie Especies nativas* difunde los resultados de los estudios biológicos, productivos, sociales y económicos de distintas especies tropicales centroamericanas.

- La *Serie Ecosistemas y sistemas de producción* presenta los trabajos ecológicos, productivos, sociales y económicos que se realizan a nivel de ecosistemas (bosques, manglares y otros) y de sistemas de producción.

- La *Serie Regiones y paisajes* expone los estudios sobre ordenamiento territorial y evaluación económica de paisajes.

- La *Serie Metodologías* reúne experiencias en desarrollo y aplicación de metodologías de estudios ecológicos, productivos, sociales y económicos en todos los niveles jerárquicos mencionados.



Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza (CATIE)
Proyecto Conservación para el Desarrollo Sostenible en América Central (OLAFO)