

# CARACTERIZACION DE LA DISTRIBUCION DE UNA PLANTA MEDICINAL (*Quassia amara*) COMO BASE PARA SU MANEJO TECNICO

**Róger Villalobos Soto**

Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza (CATIE)

*Q. amara* es un arbusto de 3 a 6 m de alto, de cuyos extractos es posible elaborar medicamentos e insecticidas naturales (Holdridge y Poveda, 1975). Se encuentra desde los 18° de latitud en México hasta Brazil (Brown, 1995; Gentry, 1993; Holdridge y Poveda, 1975; Pérez, 1990), aunque es difícil establecer el ámbito natural original de la especie dado su antiguo cultivo como medicinal (Porter, 1973; Thomas, 1990).

En la reserva Indígena Kekoldi, Talamanca, Costa Rica, Ling (1991) midió arbustos con promedios de 1.88 m de altura y 1.96 cm de diámetro a la altura del pecho (dap), y máximos de 6.5 m de altura y 6.16 cm de dap.

Este estudio caracteriza la distribución y ecología de *Q. amara* en Costa Rica en respuesta a factores geofísicos-climáticos, como una herramienta para el manejo técnico de la especie. Para ello se estudió la información de presencia de cuasia de la literatura y los herbarios, su verificación por medio de giras de campo y la caracterización de poblaciones representativas de distintos ambientes por medio de transectos de medición.

## Distribución natural de *Q. amara*

La ubicación de localidades donde se documentó la presencia de la cuasia 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.

## 1. INFLUENCIA DE FACTORES CLIMATICOS

Con respecto a las zonas de vida (Holdridge, 1987), es evidente la presencia de cuasia en el piso basal del bosque húmedo y muy húmedo y sus transiciones, mientras solo se reporta en la transición a basal del bosque premontano, y parece ausente en el bosque montano y montano bajo, lo cual sugiere que la altitud, factor relacionado con la temperatura (Holdridge, 1987), limita su distribución. La localidad de mayor altitud se ubicó en Puriscal, cerca del cerro La Cangreja, a unos 500 msnm (Morales, CR 668).

La mayor presencia de localidades con cuasia en bosques húmedos o muy húmedos y no en el bosque seco podría ser producto de la mayor extensión de los primeros en el país (Bosón, 1978).

Consistentemente con el análisis de zonas de vida, en la división de regiones del país por tipos climáticos (Herrera, 1985) la especie, aunque poco representada, ocurre en los climas secos pero no en provincias térmicas frías o templadas, lo que reafirma la limitante térmica antes sugerida. Su ausencia en regiones pluviales indica que el drenaje, la nubosidad u otros factores relacionados una precipitación elevada limitan su distribución.

Cuadro 1. Proporciones de las localidades de <i>Q. amara</i> ubicadas en cada categoría ambiental.			Cuadro 1. (...continuación)		
Criterio/categorías	Localidades	% del total	Criterio/categorías	Localidades	% del total
<b>Zona de vida</b>			<b>Tipo Geológico</b>		
bhP trbas	2	3.7	Kp(tu)	2	3.8
bhT	6	11.1	Kvs	4	7.7
bhT trperh	1	1.9	K(g)	1	1.9
bhT trprem	2	3.7	K(r)	1	1.9
bht Trseco	2	3.7	Qal	13	25.0
bmhP	1	1.9	Qv2	1	1.9
bmhP trbas	14	25.9	Qvi	1	1.9
bmhT	24	44.4	Qvi(lhf)	2	3.8
bsT	2	3.7	Qv(b)	4	7.7
			Qv(lhf)Tva	1	1.9
<b>Precipitación media (mm)</b>			<b>Tep(b)</b>		
1500-2000	5	9.3	Tm	1	1.9
2001-2500	11	20.4	Tm(c)	1	1.9
2501-3000	8	14.8	Tm(i)	4	7.7
3001-3500	11	20.4	Tom(t)	1	1.9
3501-4500	12	22.2	Tom(u)	1	1.9
4501-5500	6	11.1	Tpq	3	5.8
<1500	1	1.9	Tpq(a)	1	1.9
			Tp(ch)	2	3.8
<b>Pendiente media (%)</b>			<b>Tp(e)</b>		
0-5	12	22.2	Tp(sk)	2	3.8
5-15	3	5.6	Tvo(mv)	2	3.8
15-30	9	16.7	<b>Asociación de suelo</b>		
30-60	22	40.7	E5	2	4
>60	8	14.8	I17/I33	2	4
<b>Tipo Climático</b>			I18/A1	1	2
A1	1	1.9	I21/U3	2	4
A2	2	3.7	I23	2	4
B1	4	7.4	I23/I33	1	2
B2	1	1.9	I26	11	20
B4	1	1.9	I26/U4	1	2
C1	1	1.9	I28/I2	1	2
D1	4	7.4	I31	2	4
D2	4	7.4	I33	4	7
D6	2	3.7	I33/I17	1	2
D8	1	1.9	I5/I17	2	4
E1	1	1.9	M3/I26	1	2
E2	5	9.3	M3/U4	2	4
E3	2	3.7	M3/E5	1	2
F2	5	9.3	U1	1	2
F3	2	3.7	U3/I22	2	4
F5	1	1.9	U4	4	7
G1	8	14.8	U4/I16	1	2
G2	7	13.0	U4/I18	1	2
G4	2	3.7	U4/I26	4	7
			U4/M3	6	11

La especie esta aparentemente ausente en el norte de la costa Atlántica lo cual puede ser causado por el clima: La disminución de la precipitación en los meses de enero a abril es menos marcada al moverse desde el Atlántico Sur, único sector de la costa donde se documentó la presencia natural de la cuasia, hacia el norte (Barra del Colorado), donde no hay estación seca (Barrantes *et al.*, 1985; Herrera, 1985; Instituto Meteorológico, 1988; Rojas, 1985).

Los promedios de brillo solar (Barrantes *et al.*, 1985), muestran una relación inversa con los de precipitación y son menores en el norte de la Costa Atlántica que en casi toda la Costa Pacífica, que a su vez presenta un gradiente de brillo solar, mayor en el norte y menor en el Sur.

Las agrupaciones observadas en la Costa Pacífica fueron más pequeñas y aisladas al moverse del Pacífico Central al

Sur. Aunque la Península de Osa, en el extremo Sur, presenta promedios climáticos similares a los de las llanuras de Barra del Colorado, en esta hay una época seca más marcada y la cuasia se ubica con preferencia en colinas y laderas bien drenadas.

Dado que el crecimiento y la regeneración de *Q. amara* son estimulados por la exposición del arbusto a la luz (Brown, 1995), la disponibilidad de brillo solar, en condiciones sin limitaciones o excesos de humedad en el suelo, propician el desarrollo sus poblaciones naturales.

En el sur de la costa Atlántica, el mayor brillo solar y mejores condiciones de drenaje, así como las actividades agrícolas indígenas que exponen a la luz los arbustos adultos de cuasia, estimulando así su floración (Ling, 1995), han propiciado la existencia de parches densos de cuasia, con

aglomeraciones ubicadas preferiblemente en áreas topográficamente más expuestas.

La existencia de parches, comunes pero aislados, en la subvertiente norte del país, está probablemente limitada a la coincidencia entre la formación de aperturas del dosel boscoso, y la presencia aleatoria de arbustos adultos, determinada por los agentes dispersores de semilla.

Se observaron arbustos de la especie en el bosque de galería de varios ríos y quebradas del Pacífico Seco (norte), formando parches con una extensión y densidad superiores a los observados en bosques húmedos. Estos parches pueden estar aislados entre sí, aún a distancias de muchos kilómetros.

El microclima del bosque de galería posee una combinación de factores ideal para la regeneración y crecimiento de la especie, sin limitaciones ni excesos de humedad en el suelo y con alta disponibilidad de luz, debida al clima de la zona, lo poco extenso del bosque y su composición florística.

En el Pacífico Central se observaron arbustos aislados en las laderas de montañas y agrupaciones de mayor tamaño y densidad en bosques secundarios de menor altitud. El único grupo localizado en la llanura costera presentó una alta densidad y volumen de individuos, que podría ser el producto de la mayor fertilidad del suelo aluvial y mayor disponibilidad de humedad durante el año.

## 2. INFLUENCIA DE FACTORES GEOFISICOS

Se documentaron localidades con cuasia en todas las categorías que conforman el mapa de pendientes promedio del país, 40% de ellas en áreas con pendientes entre 30 y

60%, condición donde se ubican muchos de los sectores boscosos que aún sobreviven. La menor existencia de muestras de áreas con pendientes mayores a 60% puede indicar que estas corresponden a sitios de mayor altitud.

Las localidades clasificadas por grupos geológicos, según la simbología de Sandoval *et al* (1982), no presentan tendencias destacables. La formación más representada es de depósitos fluviales, coluviales y costeros recientes, de origen cuaternario, lo cual puede relacionarse con los climas costeros.

En la clasificación por asociaciones de subgrupos de suelo de Pérez *et al* (1978) las localidades de cuasia tienden a ubicarse en suelos poco profundos y con baja saturación de bases, que es donde resulta más factible encontrar sectores boscosos en el país y que a la vez coinciden con las condiciones de luz que facilitan la regeneración de cuasia en la montaña, por lo que no representan un requerimiento de la especie. La proporción de localidades en inceptisoles y ultisoles se explican por la importancia proporcional de estos grupos en el país (Bertsch *et al*, 1993)

## 3. REALIZACION DE TRANSECTOS DE MEDICION

El muestreo se basó en parcelas circulares (Marmillod *et al*, 1995) a lo largo de un transecto que atravesó la población muestreada en el sentido de un gradiente ambiental de interés, cuyo diámetro y distanciamiento varió en función de la densidad del punto de muestreo, con parcelas de 10, 50 ó 100 m<sup>2</sup>, distanciadas a 8, 12 ó 25 m entre sí. La longitud de cada transecto fué de 1 km ó de una muestra total de al menos 300 individuos. Se identificaron sectores boscosos de muestreo representativos de la Subvertiente Norte y las regiones físico geográficas del Pacífico (cuadro 2).

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

Sector	Región Físico Geográfica	Ubicación y número de transectos realizados	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)

Se midió: Altitud, pendiente, formación vegetal según estado sucesional (Finegan, 1984), topografía (en términos del nivel de exposición a la luz), altura del dosel y nivel de iluminación (adaptando el índice ideado por Clark y Clark, 1992) de las parcelas; diámetro basal ( $d_{0.3}$  en cm), altura (h en cm), área basal (G en  $m^2$ ) y densidad (N, en arbustos por  $100 m^2$ ) medios de los individuos y la biomasa seca total ( $kg/100m^2$ ), según la estimación obtenida por Villalobos (1995).

#### 4. DENSIDAD Y DISTRIBUCION DE POBLACIONES DE *Quassia amara*

Localmente, y en superficies de  $100 m^2$ , las parcelas más densas se observaron en Santa Cecilia y Surtubal, con hasta 14000 arb/ha, en Agua Buena, La Pacífica y La Chachalaca las mayores densidades fueron de 12000, 7000

y 6000 arb/ha respectivamente. En el Pacífico Sur las densidades máximas fueron de 1800 arb/ha en Matapalo, 700 arb/ha en Barú y 600 arb/ha en San Andrés. En la Reserva Indígena de Keköldi, en el Atlántico Sur, las áreas con mayor densidad de cuasia incluyen unos 5000 arb/ha (Ling, 1995).

Dado que la ubicación de los transectos se fijó en función de la presencia de cuasia, el valor de frecuencia en las parcelas (cuadro 3) no es un indicador extrapolable a la región, además, el número de parcelas fué mayor a medida que aumentó la densidad local de cuasia. Los mayores valores de frecuencia se observaron en el Pacífico Norte (sectores 2, 3 y 4), el sector 6 es un pequeño rodal de cuasia, denso y con diámetros altos, que representa el potencial de crecimiento del sector, pero no constituye un indicador de distribución.

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

Sector	Parcelas Totales	Parcelas con cuasia		Promedio y desviación típica de la densidad* (N/100 m <sup>2</sup> )	
		Total	%	$\bar{X}$	s $\bar{X}$
1 La 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.

Las mayores densidades fueron las del Pacífico Norte (2, 3 y 4) y central (5), y las menores las de la Subvertiente norte (1) y el Pacífico Sur (6, 7 y 8). En Keköldi, Atlántico Sur, las densidades de las agrupaciones varían entre 3 y 9 individuos/ $100 m^2$  (Ling, 1995). Hay una tendencia clara de parches más densos y extensos en el Pacífico Norte y Central del país, y pequeños y menos densos al moverse hacia el sureste, lo cual se puede explicar en función de la disponibilidad de agua y luz y la intervención humana, como se indicó antes.

#### 5 PATRON DE DISTRIBUCION DENTRO DE LAS POBLACIONES

*Q. amara* muestra un comportamiento de agregación a nivel macro y micro ambiental, al primer nivel la altitud, disponibilidad de agua y actividad de los dispersores determinan la presencia de la especie. Dentro de las poblaciones de cuasia, la formación de aglomerados responde a la interacción entre condiciones climáticas como la precipitación y la disponibilidad de luz, y factores microambientales que varían en el tiempo y el espacio.

Con base en el análisis de densidades promedio de las parcelas en ámbitos de 50 m de transecto: Donde la luz es un factor limitante los agregados tienden a coincidir con los sectores topográficamente más expuestos. Donde la disponibilidad de agua en el suelo es escaza, los agregados desaparecen en las lomas y sitios donde el nivel freático se profundiza. La continuidad dentro de los parches resultó mayor en áreas donde disturbaciones parciales han provocado procesos de sucesión secundaria recientes.

#### 6. CARACTERISTICAS DASOMETRICAS DE POBLACIONES DE *Quassia amara*

En el cuadro 4 se muestran los valores promedio de densidad y variables dasométricas, calculados tomando en cuenta solo las parcelas con cuasia.

Los parches de Guanacaste los conforman, en general, altas densidades de individuos de dimensiones reducidas, es decir que se trata de rodales jóvenes. Sitios menos disturbados, como La Chachalaca y los del Pacífico Sur, presentan densidades menores pero individuos de mayores

dimensiones y edad. Los grupos viejos de cuasia, como fuente de regeneración, y la historia de bosque secundario

de Surtubal produjo altas densidad y grandes dimensiones, reflejados en la cantidad de biomasa.

**Cuadro 4. Promedios para las variables dasométricas de *Quassia amara* en cada uno de los sectores muestreados.**

Sector	Promedios (x) y desviación típica (s) de las variables calculadas por cada 100 m <sup>2</sup> (*)											
	N		G		Biomasa		d <sub>0.3</sub>		h		Ejes	
	(1/100m <sup>2</sup> )		(m <sup>2</sup> /100m <sup>2</sup> )		(kg/100m <sup>2</sup> )		(cm)		(m)		/árbol	
	X	s	X	s	X	s	X	s	X	s	X	s
1 Chachalaca	8	12	0.0090	0.0201	15.3	35.4	3.1	1.7	2.9	1.2	1.1	0.3
2 Sta. Cecilia	28	31	0.0098	0.0096	10.6	10.4	2.3	0.7	2.5	0.6	1.5	1.0
3 Agua Buena	21	24	0.0140	0.0197	22.6	38.1	2.6	1.0	1.9	0.4	1.3	0.4
4 La Pacífica	27	21	0.0225	0.0236	27.5	32.9	3.1	1.2	2.3	0.4	2.2	0.9
5 Surtubal	26	38	0.0207	0.0485	30.7	82.5	2.4	1.4	2.4	0.8	1.6	1.1
6 Matapalo	7	5	0.0111	0.0049	20.2	10.0	5.0	2.0	3.4	1.3	1.3	0.4
7 San Andrés	2	1	0.0022	0.0029	3.7	6.1	3.1	1.7	2.6	1.3	1.2	0.4
8 Barú	2	2	0.0015	0.0026	2.6	5.2	2.3	1.7	2.3	1.4	1.0	0.1

(\*)= Para el subconjunto de parcelas con presencia de cuasia.

Los sectores 7 y 8 del Pacífico húmedo tienen poca biomasa, dadas las bajas densidades causadas por las condiciones de luz e historia antes comentadas. El sector 6 presentó mayor biomasa debido principalmente a las dimensiones de sus arbustos, con el mayor d<sub>0.3</sub> medio. Los 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 h y d<sub>0.3</sub>, con desviaciones menores, pueden ser indicadores del nivel de disturbación de las poblaciones y la disponibilidad de recursos para el crecimiento.

El promedio de ejes por individuo es un buen indicador de intervención humana (Ling, 1995), debido a los machetazos de los transeuntes o al maltrato provocado por el ganado. La Pacífica, finca ganadera y reserva bastante transitada por turistas y peones tiene un elevado número de ejes por individuo, que además son maltratados por las crecientes del río, en la época lluviosa.

## 7. EFECTO DE FACTORES MICRO-AMBIENTALES EN LAS PARCELAS

El análisis de influencia de las condiciones topográficas sobre la frecuencia de la especie confirmó su tendencia de formar aglomerados en condiciones de mayor exposición a la luz en regiones lluviosas. En el Pacífico seco esta tendencia solo se presentó en Agua Buena, probablemente por su menor grado de disturbación reciente, lo cual sugiere una respuesta a condiciones de mejor drenaje e iluminación dentro del bosque de galería.

En el sector 4, el más seco de los estudiados, la presencia del arbusto está más determinada por el nivel freático que por la luz, resultando más frecuente en áreas más bajas, donde además la sombra del bosque de galería puede reducir la desecación en los periodos de sequía. En ese

sector, las mayores dimensiones de los individuos en sitios topográficamente más expuestos reflejan una combinación muy favorable de disponibilidad de agua en el suelo y brillo solar. En los sectores 7 y 8 (Pacífico húmedo) cuasia solo está presente, y crece más, en condiciones topográficas más expuestas.

En el sector 2 hay mayores densidades y biomasa en condiciones de llanura, donde el bosque de galería es más angosto, y la disponibilidad de luz, agua y calidad de suelos más favorables para la regeneración. Algo similar ocurre en los sectores 6, 7 y 8 (lluviosos), que en conjunto abarcan un gradiente altitudinal, donde la mayor densidad y producción de biomasa se logra en la llanura, por la disponibilidad de factores de crecimiento.

La tendencia descrita para Talamanca (Ling, 1995), de mayores diámetros basales en sitios más bajos y poco expuestos, se da en los sectores húmedos (1, 7 y 8) de topografía accidentada. Es posible que en bosques lluviosos como estos los individuos jóvenes, de menor diámetro, sean más comunes en las áreas expuestas, donde es más frecuente la regeneración, haciendo disminuir el valor promedio del diámetro. En el sector 5, producto de una sucesión secundaria generalizada y mayor disponibilidad de brillo solar, es probable que esta tendencia solo se manifieste en un mayor plazo.

La clasificación subjetiva de parcelas por su ubicación topográfica mostró una relación mucho más clara con las poblaciones de cuasia que su pendiente máxima, aunque en el sector 5, donde la topografía es menos accidentada, la frecuencia de la especie fue mayor en parcelas más inclinadas. En el Pacífico seco las mayores pendientes suelen representar parcelas ubicadas en las paredes del lecho del río y no una condición topográfica extensa. Una aparente mayor frecuencia de la especie en las pendientes mayores de Agua Buena (sector 3) podría relacionarse con aspectos de drenaje.

En los sectores lluviosos de topografía más accidentada una tendencia de frecuencias reducidas en áreas de mayor pendiente, podría indicar dificultades físicas para el establecimiento de individuos en pendientes excesivas, tanto por el arrastre de las semillas como por la menor profundidad del suelo.

Según el análisis de formaciones vegetales observadas en las parcelas, la cuasia puede ser frecuente en el bosque lluvioso primario, donde los aglomerados se formarían a partir de los pequeños claros producidos en la dinámica natural del bosque. En el sector 7, Pacífico húmedo, hay mayor regeneración en áreas más intervenidas. En Surtubal (Pacífico Central) no se observó relación entre la edad del bosque secundario y la frecuencia de la especie, aunque se confirmó su capacidad de crecer en tacotales, en las primeras etapas de la sucesión secundaria.

Mientras en La Pacífica (4) se determinó una correlación significativa entre la distancia de la parcela al río y la densidad, en Santa Cecilia (3) esta correlación se obtuvo con todas las variables dasométricas, probablemente por la poca extensión del bosque de La Pacífica y su desaparición ante charrales y potreros a no más de 100 m del río, sin conformar un gradiente ambiental claro.

El comportamiento de las variables respecto a la altura del dosel principal confirma la relación de la cuasia con el bosque de galería en el Pacífico seco, donde la frecuencia de la especie disminuye cuando el dosel del bosque es poco desarrollado, caso del bosque de sabana. En los sectores lluviosos, donde la disponibilidad de luz es limitante para la regeneración, la tendencia se invierte. En el sector 7 esta tendencia no se manifiesta, dado lo accidentado de la topografía, que se convierte en el factor crítico condicionante de la disponibilidad de luz.

Analizando las categorías de iluminación de la parcela consideradas, según adaptación del índice de Clark y Clark (1992), las frecuencias de cuasia en el Pacífico Seco confirman el ambiente poco propicio de las áreas abiertas, como el bosque de sabana y los potreros, fuera del bosque de galería, para su establecimiento.

La exposición actual a la luz no necesariamente se relaciona con el comportamiento actual de las poblaciones de cuasia. La especie responde a la luz con la floración, cuyo efecto se manifiesta en el largo plazo por medio de la regeneración, y con el crecimiento, que es mayor en microambientes con menos limitaciones de agua, luz y nutrientes. Por lo tanto, condiciones que miden la disponibilidad de la luz en lapsos largos de tiempo, como las condiciones topográficas, tienen mayor probabilidad de relacionarse con el comportamiento de las poblaciones de cuasia en bosques húmedos.

El análisis de contenido de los cuasinoides cuasia y neocuasina, los principales principios activos responsables de la actividad bioquímica de los extractos de la cuasia,

por comatografía líquida de alto rendimiento, practicado en 10 individuos de cada uno de los sectores: Kékoldi, Matapalo, Chachalaca, Santa Cecilia y La Pacífica (Villalobos, 1995) indica una mayor concentración de la neocuasina en bosques lluviosos.

La selección de sitios para la promoción del manejo de poblaciones naturales y el establecimiento de plantaciones de *Quassia amara*, obedece a un balance entre el mayor crecimiento y regeneración que puede obtenerse en sitios expuestos a la luz y la mejor calidad de material que puede cosecharse en sitios sombreados.

## 8. LITERATURA CITADA

- 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.
- 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.
- 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.
- 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.
- 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.
- 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.
- \_\_\_\_\_. 1995. Estudio ecológico de *Quassia amara* en la reserva indígena de Kékoldi, Costa Rica. In Ocampo, R. Reunión Centroamericana para evaluar el avance de la investigación sobre *Quassia amara* (insecticida natural). CATIE, Turrialba. (Sin publicar).
- 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.
- ROJAS, O.E. 1985. Estudio Agroclimático de Costa Rica. Instituto Interamericano de Cooperación para la agricultura. Proyecto de Agroclimatología, San José. 178 p.
- SANDOVAL, L.F. et al., 1982. Mapa Geológico de Costa Rica. San José, Ministerio de industria energía y minas. Dirección de geología, minas y petróleo. Esc. 1:20000. Color.
- THOMAS, W.W. 1990. The american genera of Simaroubaceae and their distribution. Acta Botánica Brasilica 4(1):11-18.
- 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 M.Sc., Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza, Turrialba. 174 p.