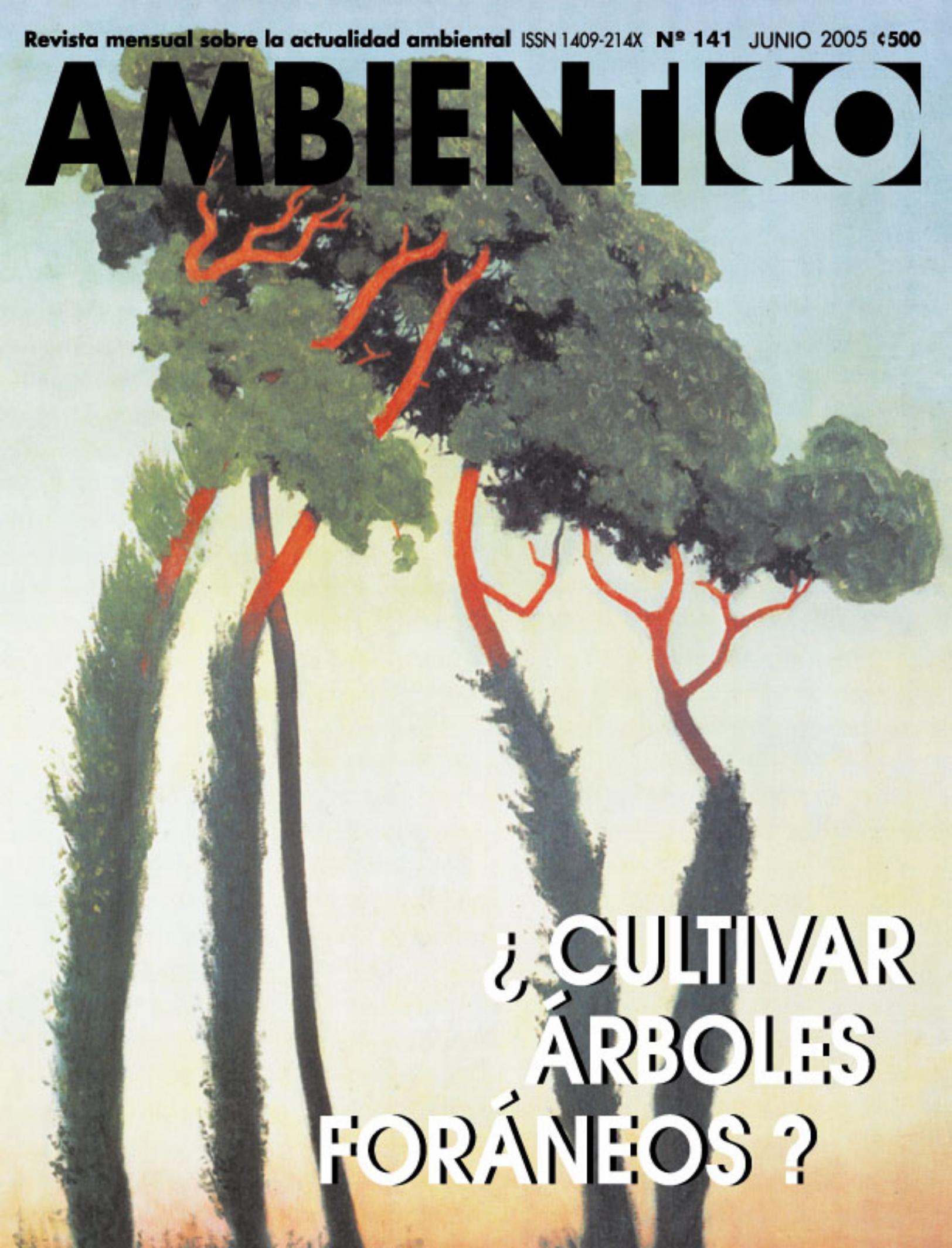


Revista mensual sobre la actualidad ambiental ISSN 1409-214X N° 141 JUNIO 2005 €500

AMBIENTICO



¿CULTIVAR
ÁRBOLES
FORÁNEOS ?



En tu mundo

Tel.: 207 47 27 (central),
207 53 15 (cabina),
fax: 207 54 59,
e.e.: radioucr@cariari.ucr.ac.cr



OCUPA TODO EL ESPACIO
Guía urbana

EN JULIO

- Expansión de la piña en Caribe norte.
- Capitulo Ambiental del TLC
- Implicaciones del TLC: caso Metalclat Co.
- Refugio de Vida Silvestre Isla San Lucas



Lunes 8 pm - Domingos 6:30 pm

S U M A R I O 1 4 1

TEMA DE PORTADA

| | |
|--|-----------|
| Editorial | 3 |
| ¿Cultivar árboles foráneos en Costa Rica? | |
| Olman Murillo | 4 |
| Desmitificación del debate entre especies exóticas y nativas | |
| Ronnie de Camino | 7 |
| ¿Especies nativas o exóticas? Ese es el dilema | |
| Quirico Jiménez | 9 |
| Cultivo de árboles en Costa Rica: ¿nativos y exóticos! | |
| Eladio Chaves | 12 |
| Especies nativas en contraste con introducidas | |
| Eugenio González | 14 |
| Las nativas ya merecen mayor impluso | |
| Juan Figuerola | 16 |
| Nativos y exóticos, pero conservando la biodiversidad | |
| Oscar Sánchez | 18 |
| Uso de especies en la reforestación en Costa Rica | |
| Guillermo Navarro y Miroslava Morán | 20 |
| Nativas o exóticas según pertinencia económica | |

O T R O S T E M A S

| | |
|--|-----------|
| Gisselle Monge y Olivier Chassot | 23 |
| Creado el Refugio Nacional de Vida Silvestre Maquenque | |

Ilustración de portada: Félix Valloton

**Esta publicación
contó con
el apoyo
financiero de**



AMBIENTICO

Revista mensual sobre la actualidad ambiental

Nº 141 JUNIO DE 2005

Director y editor Eduardo Mora.

Consejo editor Manuel Argüello, Gustavo Induni, David Kaimowitz, Luis Poveda.

Diagramación e impresión Litografía e Imprenta Segura Hermanos, tel. 279 9759.

Circulación Enrique Arguedas.

Escuela de Ciencias Ambientales de la Universidad Nacional,
tel.: 277 3688, fax: 277 3289, apartado postal: 86-3000, Costa Rica,
ambientico@una.ac.cr, www.ambientico.una.ac.cr

¿Cultivar árboles foráneos en Costa Rica?

En el marco del Convenio sobre la Diversidad Biológica (CDB) se define *especie foránea* como la introducida fuera de su ámbito natural de distribución, presente o pasado, incluyendo cualquier parte, gametos o semillas que pudieran sobrevivir y reproducirse (decisión VI/23 de la Conferencia de las Partes Contratantes). Considerando esta definición, vemos que en nuestro país hay innumerables especies foráneas (llamadas también *exóticas* o *introducidas*), muchas de ellas forestales, maderables o no. La gran mayoría están tan bien adaptadas a las condiciones de su nuevo ambiente que resulta difícil admitir que se trata de especies traídas de otros sitios. Algunas, por cierto, son más exitosas que las mismas nativas.

El artículo 8 (h) del CDB señala que cada Parte Contratante debe controlar, erradicar o evitar la introducción de las especies foráneas que *amenacen los ecosistemas, los hábitat o las especies*. ¿Pero cómo determinar el grado de amenaza que representa una especie foránea para la biodiversidad nativa? Es una pregunta difícil. Con frecuencia solo podemos conocer con certeza los impactos reales de una introducción una vez que ha tenido lugar. Sin embargo, la existencia de ciertos *hábitat invasivos* (incluyendo la hibridación con otras especies) constituye un buen indicio para actuar con cautela. De cualquier modo, investigar y darle seguimiento a estas especies en su lugar de origen, *antes de ser introducidas*, debería de ser la primera regla. Aunque otro aspecto crucial es cumplir con los protocolos de cuarentena, porque las introducciones planeadas a menudo van de la mano de las no intencionales. De hecho, es extensa la lista de introducciones accidentales al traer material biológico de otros lugares. Uno de los últimos ejemplos es la introducción de la broca del café (una especie de escarabajo) en la región de Los Santos, mediante la distribución de semilla contaminada. La lección es bastante clara: debemos prevenir.

Pero la verdad es que hoy tenemos una buena cantidad de especies forestales foráneas ampliamente distribuidas en el territorio nacional, algunas de ellas llevan décadas de convivencia con las nativas, y otras hasta más de un siglo. A través de incentivos fiscales y de otra índole se ha venido estimulando su cultivo comercial, con miras a proveer una fuente alternativa de productos forestales y disminuir la presión sobre el bosque na-

tural. Bien podríamos entonces preguntarnos qué efectos ha tenido esta práctica sobre la biodiversidad, si ha afectado la fauna y la flora silvestres, si ha estimulado la recuperación de la cobertura boscosa natural y qué impactos ha tenido sobre las economías locales y la economía nacional. Las respuestas a estas interrogantes atraviesan por el tema de la escala (espacial y ecológica) de los proyectos de reforestación, puesto que la siembra de unos pocos árboles foráneos en la finca de un agricultor no tiene los mismos efectos potenciales que una plantación comercial de gran envergadura.

Tal vez la clave para poner todo esto en perspectiva sea revisar el *propósito* con el que se siembran los árboles. Porque para el dueño de un potrero que produce bovinos su reemplazo por una plantación forestal implica una decisión monetaria: ¿cuán rentable es una actividad en comparación con la otra? Pero para una comunidad local la reforestación de una ladera dentro del área de recarga que abastece los nacientes utilizados por ellos para obtener el agua puede ser un asunto enteramente distinto: el objetivo ya no es el negocio sino la protección de un recurso esencial. Aun más, una misma especie de árbol (foránea o nativa) puede cumplir diferentes funciones. Baste un ejemplo: la melina, que es una de las especies forestales foráneas más plásticas y ampliamente utilizadas, ha sido empleada en colosales plantaciones comerciales (recordemos la península de Osa), pero también para propiciar la regeneración del bosque natural en áreas denudadas. Este último uso, menos conocido, ha permitido establecer una serie de islas de vegetación en el Corredor Biológico Rincón Cacao, que pretende interconectar los parques nacionales Rincón de la Vieja y Guanacaste.

La *idoneidad* de cada especie forestal para un proyecto dado es, por lo tanto, el producto de una serie de factores, algunos inherentes a la especie misma pero muchos otros dependientes del contexto biofísico y socioeconómico. Lo que sí parece indiscutible es que existen varias especies nativas que deberían ser consideradas para los proyectos de reforestación, sean éstos con fines comerciales o no. Y a medida que aumente nuestro conocimiento sobre ellas, el mercado de la madera y las políticas estatales de reforestación tendrán que abrirles nuevos espacios, compitiendo con las especies foráneas.

Desmitificación del debate entre especies exóticas y nativas

OLMAN MURILLO

Las primeras experiencias con plantaciones forestales en el país a escala importante se realizaron con especies exóticas: teca (años cincuenta, por la compañía bananera en Parrita), melina (años sesenta, por la empresa papelera en Manila de Siquirres), coníferas y eucaliptos (años sesenta, en la restauración de las zonas afectadas por las erupciones del volcán Irazú y de los alrededores de los embalses del Instituto Costarricense de Electricidad en Cachi). En todos estos casos las experiencias fueron relativamente exitosas a pesar del bajo nivel tecnológico empleado. Ya en los años setenta, cuando se inició en nuestro país la Dirección General Forestal, se comenzaron ensayos con especies nativas y exóticas a lo largo y ancho del territorio nacional. Los resultados fueron favorables para las especies exóticas ensayadas (pino tropical, eucalipto y ciprés), pero muy irregulares para las especies nativas, con resultados aceptables para el pochote (*Bombacopsis quinata*), laurel (*Cordia alliodora*) y jaúl (*Alnus acuminata*), entre otras (Camacho 1981). Experiencias similares ocurrieron en casi todo el mundo tropical: en las colonias europeas de África y Asia se hicieron numerosas introducciones de especies de coníferas (principalmente pinos), eucaliptos, teca y melina, propiciadas por los ingleses, daneses y franceses, mayoritariamente (una excelente revisión sobre el tema de plantaciones exóticas puede encontrarse en *Growing Exotic Forests* [Zobel et al. 1987].) La plantación comercial con especies nativas en Costa Rica se inició a finales de los años setenta (*Cordia alliodora*), sin embargo no fue sino hasta finales de los ochenta que comenzó un trabajo sistematizado para la evaluación e incorporación de especies forestales nativas (Butterfield y Espinoza 1995), proceso que se enriqueció posteriormente con aportes del Catie (proyecto Coseforma [ITCR-GTZ]) y Fundecor (Müller 1993, Murillo et al. 2001, Badilla et al. 2002) hasta nuestros días.

Por cultivo de madera se entiende la producción de madera en forma intensiva, a un precio competitivo, de alta calidad, bajo los principios del manejo sostenible y certificado. En términos prácticos, se traduce en el

principio de que todo árbol plantado debe producir madera con valor comercial (Murillo 2004a). El concepto de cultivo de la madera está fundamentado en tres ejes principales: semilla + suelo + manejo, los cuales deben utilizarse con la mejor tecnología, procedimientos y condiciones disponibles si se desea lograr alcanzar niveles de competitividad a nivel internacional.

Se debe cultivar madera únicamente con las especies y en los sitios que permitan alcanzar altos niveles de productividad y competitividad internacional. Debe entenderse que el cultivo de madera tiene sentido en sitios de relativamente alta fertilidad natural. Son sitios cuya pendiente de terreno no supera el 20-25 por ciento, sin problemas severos de acidez, de moderado a alto contenido de nutrientes y capacidad de intercambio catiónico efectivo, moderada profundidad de suelo y, de particular importancia, en sitios con un buen acceso todo el año y facilidades para acceder a los puertos de embarque. En estos sitios es donde hoy hay piña, caña de azúcar, café, arroz, palma aceitera y ganado de engorde y de leche. La decisión de cultivar madera en este tipo de sitios compite claramente con otras opciones de inversión sumamente atractivas y con flujos financieros más cortos. Para que una especie forestal logre competir a este nivel, el mercado y el precio internacional de su madera debe ser sumamente atractivo, de modo que pueda justificar una inversión de tan largo plazo. La eficiencia y el control de calidad deben ser los principios en que se sustente la actividad. Aquí no es posible improvisar, ensayar especies nuevas, utilizar cualquier semilla, no invertir en el suelo y en el manejo oportuno de la plantación. En este contexto, la discusión no es sobre si la especie es exótica o nativa, sino sobre el tamaño y la estabilidad del mercado de su madera, los canales de comercialización y, principalmente, su precio. A manera de ejemplo: teca (*Tectona grandis*) es en estos momentos, en nuestro país y posiblemente en la mayoría de los países tropicales, una de las pocas especies forestales que ha logrado alcanzar estas condiciones.

La siembra de árboles en zonas urbanas, cuencas hidrográficas, zonas escénicas, zonas de protección, para atracción de avifauna y fauna en general, etcétera, debe ubicarse como otro tipo de plantaciones forestales pero no como un cultivo de madera. Este tipo de plantaciones, así como la promoción de la regeneración de

Olman Murillo, ingeniero forestal, es profesor e investigador en el Instituto Tecnológico de Costa Rica (olmuga@yahoo.es).

bosques naturales, son formas correctas de repoblación forestal que fueron concebidas con otro tipo de objetivos, no con el fin último de producción de madera de alta calidad, de manera eficiente, de grandes volúmenes, etcétera.

Desde el punto de vista científico, una especie exótica es la especie plantada fuera de su ámbito de distribución natural. Es decir, el pochote (*Bombacopsis quinata*) ocurre en el Pacífico seco y central del país, pero es una especie exótica si se le planta en la zona norte de Costa Rica. De la misma manera, aquellas especies con una amplia distribución natural, sobre ambientes marcadamente diferentes (suelos, pisos altitudinales, latitudes), logran conformar la existencia de poblaciones (procedencias) con diferencias genéticas y de adaptabilidad que podrían ser a veces mucho más marcadas que entre dos especies cercanas. Por ejemplo, si plantamos cebo (*Vochysia guatemalensis*) en la zona norte del país con semilla recolectada en la zona sur, será una procedencia exótica a pesar de que la especie ocurre en forma natural en ambas zonas del país.

Si se sigue el principio estrictamente científico, el término debería extenderse también al ambiente de la plantación. Es decir, si cultivamos un árbol en la misma región donde ocurre esa misma especie en forma natural, el ambiente en que se plantará será radicalmente diferente al ambiente natural en el que evolucionó y se adaptó esa misma especie. El suelo sufrirá modificaciones importantes (mecanización, fertilización, drenaje, encalado, otros), las condiciones de competencia por luz, agua y nutrimentos son también muy diferentes a las del bosque natural (cientos de individuos de la mis-

ma especie y edad sembrados a determinada distancia). Por lo tanto, toda plantación forestal se realiza en un ambiente exótico para esa especie. Es claro, entonces, que la discusión sobre plantaciones con especies exóticas y nativas, bajo esta perspectiva científica, pierde absolutamente toda base.

Hay varias condiciones que favorecen el cultivo de especies exóticas. Quizás la de mayor importancia sea el tamaño del mercado internacional y el precio de sus maderas. Para lograr incorporar a ese mercado la madera de una especie local, es necesario el trabajo disciplinado de investigación y desarrollo durante no menos de 20-30 años. Segunda condición es la existencia de todo un paquete tecnológico disponible para la especie exótica, con el cual es muchas veces posible conseguir información, resultados de investigaciones, experiencias a escala comercial, semilla mejorada en muchos casos y en volúmenes comerciales, etcétera. Tercera condición es satisfacer los requerimientos de los capitales de inversión en madera, que en estos momentos requieren de resultados, de experiencia, de seguridad de inversión en un cultivo que tiene un plazo de 15 a 20 años. Para obtener esta información se requiere de un sinnúmero de esfuerzos en investigación y desarrollo, que no es posible conseguir en menos de 20-30 años de trabajo continuo. Y la cuarta condición se refiere a la escala de producción: los inversionistas requieren del desarrollo de proyectos de cultivo de madera en pocos años y a escala relativamente grande. La disponibilidad de semilla mejorada o seleccionada para satisfacer este tipo de demanda requiere de no menos de tres años de trabajo efectivo en mejoramiento genético (Murillo 2004b).



J. Figuerola

Plantación de amarillón

Especies maderables nativas podrían cultivarse en sitios con condiciones de marginalidad para las especies exóticas (acidez del suelo, excesiva humedad, excesiva duración del período seco). Además podrían cultivarse para el desarrollo de productos madereros de muy alta calidad y valor (muebles, pisos, otros) que logren insertarse en mercados muy selectos (análogo a la estrategia de exportación de Costa Rica basada en el nicho de mercado de cafés finos), para los que se producirían maderas "gourmet". Se restringe entonces al cultivo de maderas semiduras o duras. Y también podrían cultivarse maderas blancas y suaves, cuya oportunidad radica en un mercado de tamaño significativo, como ocurre hoy día con las tarimas, embalajes y plywood; ideales también para un mercado de producción de papel, por ahora casi inexistente en nuestro medio. La especie cebo (*Vochysia guatemalensis*) es un claro ejemplo de una especie con una posibilidad real de insertarse en este tipo de nichos de mercado, compitiendo con la exótica melina (*Gmelina arborea*), desplazándola inclusive en sitios con suelos ácidos.

El cultivo de maderas en el país es ya una realidad. Se basa mayoritariamente en el cultivo de teca casi exclusivamente para exportación y le sigue el cultivo de melina, por ahora utilizada mayoritariamente para el abastecimiento de mercados internos (tarimas, plywood, puertas, construcción, muebles, otros). La tasa anual de plantación se estima alcanza las 5 a 6.000 ha (Murillo 2004b). Las posibilidades de expandir el cultivo de madera se basan en la posibilidad de: (1) desarrollar material genético y silvicultural para sitios con algún grado de marginalidad para otras opciones del uso de la tierra (con un precio menor por la tierra); (2) desarrollar sistemas de cultivo de madera que no impliquen la compra de la tierra -consorcios industriales podrían establecer alianzas con dueños de tierra para lograr expandir cultivos de madera de alto rendimiento y productividad-; (3) desarrollar sistemas agroforestales basados en material genético de alto rendimiento, el

cual es un modelo ideal para el sistema cooperativo nacional, principalmente cafetalero, con grandes posibilidades e impacto social; (4) crear grupos de investigación en inteligencia de mercados que busquen nichos de productos de madera de alto valor -debe recordarse que el mercado y el precio son quizás los elementos más efectivos para estimular el cultivo de maderas-, y (5) continuar con el desarrollo de paquetes tecnológicos de las especies nativas cebo, jaúl, pilón, amarillón (*Terminalia amazonia*) y botarrama (*Vochysia ferruginea*), principalmente en el desarrollo de productos madereros -estas especies se plantan ya hoy día a escala comercial en el país y cuentan con programas de mejoramiento genético que constituyen un fenómeno a nivel latinoamericano de incorporación exitosa de especies nativas.

Referencias bibliográficas

- Badilla, Y., O. Murillo y G. Obando. "Reforestación con especies nativas en la zona norte del país", en *Seminario Nacional sobre Especies Nativas*. 3-5 de abril, 2002. INISEFOR, Universidad Nacional, Heredia, Costa Rica.
- Camacho, Pablo. 1981. *Informe general del proyecto de "Ensayos de adaptabilidad y rendimiento de especies forestales en Costa Rica"*. Instituto Tecnológico de Costa Rica/Ministerio de Agricultura y Ganadería. Costa Rica.
- Butterfield, Rebeca y Mariano Espinoza. "Screening trial of 14 tropical hardwoods with an emphasis on species native to Costa Rica: fourth year results", en *New Forests* 9, 1995.
- Müller, Eva. 1993. *Estado actual del conocimiento sobre especies forestales para la reforestación en Costa Rica*. Documento del proyecto COSEFOR-MA/ITCR. Costa Rica.
- Murillo, Olman et al. "Perspectivas de la reforestación en las zonas altas de Costa Rica", en *Biocenosis* 15 (1-2), 2001.
- Murillo, Olman. (2004a). "Hacia el cultivo de madera en Costa Rica", en *Congreso Suelos Forestales*. Octubre 11-13, 2004. INISEFOR, Universidad Nacional. Heredia.
- Murillo, Olman. (2004b). *Establecimiento y manejo de Rodales y Huertos Semilleros con el fin de fortalecer la capacidad nacional de producción de material mejorado para la reforestación en Costa Rica*. Consultoría. Fondo Nacional de Financiamiento Forestal. Proyecto Ecomercados - Reforesta. San José, Costa Rica.
- Zobel, Bruce, Gerrit Van Wyk y Per Stahl. 1987. *Growing Exotic Forests*. John Wiley and Sons Inc. New York.



A LA VENTA

[Información y pedidos: 2773688;
ambientico@una.ac.cr]

¿Especies nativas o exóticas? Ése es el dilema

RONNIE DE CAMINO

El tema de discusión, si usar especies nativas o especies exóticas en la reforestación en Costa Rica, es pertinente en este momento, lo fue en el pasado y lo será en el futuro. Es una nueva de las infinitas formas que tiene el dilema hamletiano. Quiero empezar con una anécdota simpática. El profesor Gerardo Budowski iniciaba uno de sus cursos en Catie con la siguiente pregunta a sus alumnos: ¿qué desayunó usted esta mañana? La respuesta variaba de año en año, pero podría haber sido la siguiente: un vaso de jugo de naranjas, un plato de frutas con mango, banano y sandía, arroz y frijoles, huevos fritos y una taza de café con leche. Budowski decía entonces algo como: (1) las naranjas son originarias del sudeste de China, provincias de Yunnan y Guangxi, (2) los mangos son originarios del este de India, Assam en Burma o posiblemente de la región malaya, (3) las sandías son originarias de África del Norte y Asia Central, (4) los bananos son originarios del sudeste de Asia y del Pacífico Occidental, (5) el arroz es originario de Asia y dentro de ella de China, (6) los frijoles son originarios de México y América Central (¡por fin!), (7) las gallinas son originarias de China y (8) las primeras evidencias del consumo de leche de vaca son de Mesopotamia. Y remataba su comentario agregando: "pero después de todo fue un buen desayuno, que además no le causó ningún mal si no comió en exceso" (Borel 2005). Y yo me permito agregar que si variáramos la dieta del desayuno también variaremos el espectro geográfico de origen de nuestro alimento matinal. Desayunos realmente nativos solo se acostumbra en las regiones más remotas de cada país.

Cabe entonces preguntarse si estábamos equivocados al introducir las naranjas, mangos, sandías, bananos, arroz, gallinas y ganado vacuno. La respuesta sigue siendo difícil: no es ni sí ni no, pues a lo mejor el hecho de las introducciones por sí mismas no ha sido negativo, pero en algunos casos la forma y la escala de las mismas sí lo ha sido. Vale la pena preguntarse en cuáles de estas especies y géneros ha existido descuido y exageración. Probablemente el único caso claro de los enumerados ha sido el ganado vacuno, que ha sido introducido masivamente reemplazando bosques por pastizales. ¿Es que no deberíamos sembrar arroz o café, un culti-

vo que está completamente incorporado al paisaje y la cultura costarricense? La fruta pan o árbol pan, la manzana de agua y muchas otras especies habituales del paisaje nacional son también exóticas, y al no haberse convertido en especies invasivas, nadie está pensando en erradicarlas.

Las especies exóticas más usuales en la reforestación en Costa Rica son la *Tectona grandis* y la *Gmelina arborea*, ambas originarias de Asia (India, Bangladesh, Burma). Tanto la teca como la melina son prácticamente monocultivos naturales en sus regiones de origen, al igual que muchas de las coníferas -como los pinares en Centroamérica. Al sembrar esas especies como plantaciones puras no estamos sino imitando a la naturaleza. Además, ninguna de las dos especies han sido reportadas en otros lugares como invasoras. También hay otras especies forestales exóticas, como la *Leucaena* sp. y algunos *Eucalyptus* muy usados en sistemas agroforestales, que han sido de gran utilidad a las familias campesinas de Costa Rica y de Centroamérica; las especies nativas en sistemas agroforestales también son de gran utilidad para los campesinos. En esos casos, la respuesta a cuáles son mejores, las exóticas o las nativas, la dejaría a los agricultores, junto con la libertad de elegir aquéllo que les signifique mayor utilidad para sus sistemas de vida. Ni el forestal ni el biólogo deben imponer sus puntos de vista al agricultor, quien es finalmente el que vive de la tierra.

Recuerdo haber plantado algunas hectáreas de caoba en el estado de Amazonas, cuando en realidad la distribución natural de la especie en Brazil es en el este, en el estado de Pará. ¿Es la caoba una exótica en Amazonas? Pregunta muy difícil de responder. Solo que los arbolitos, después de seis o siete años, no presentan ataques de *Hypsiphilla grandela*, pues la plaga no se encuentra en el estado de Amazonas.

Podríamos hacer un paralelo de ventajas y desventajas para la reforestación, no solo de las especies exóticas sino también de las nativas, y nos será más fácil entender que el problema no está en el tipo de especie, sino en la forma y la magnitud de la reforestación:

Para mí, como un profesional que he estado plantando y manejando bosques por largos años, el sentido de la discusión no es el dar una respuesta absoluta. Una respuesta que dijera que las especies exóticas son inconvenientes, que probablemente satisfaría a muchos am-

Ronnie de Camino Velozo es profesor e investigador en la Universidad para la Paz.

Posibles ventajas y desventajas de las especies nativas y exóticas en plantaciones puras

| Tipo de especie | Características y usos | Restricciones |
|-----------------|---|--|
| Nativas | Están adaptadas al sitio. No son invasivas. Conviven con los enemigos naturales. Permiten la recuperación de tierras degradadas. Tienen armonía con el paisaje (si están en bosque nativo). Apropiadas para la conservación y el paisaje (si no hay urgencia de repoblación). | En sitios marginales pueden ser susceptibles a enfermedades. Como plantación pura dejan de ser formaciones naturales, pues en el bosque nativo siempre están en mezcla con muchas otras especies y podrían ser susceptibles a plagas y enfermedades. En tierras degradadas pueden estar bajo estrés y ser susceptibles a plagas y enfermedades. Plantadas en escala muy alta también podrían explotar los enemigos naturales a escalas no controlables. La recuperación de tierras degradadas es lenta. |
| Exóticas | No tienen enemigos naturales o enfermedades. Se dispersan rápidamente pues tienen capacidad reproductiva alta. Dentro de las condiciones ecológicas apropiadas son plantaciones sanas y vigorosas. Más alto crecimiento que las especies nativas, no solo para productos industriales sino también para productos locales. Recuperación rápida de tierras degradadas por la alta capacidad de crecimiento. Apropiadas para la producción de madera para usos locales e industriales. | Si aparece una plaga o enfermedad nueva para ellas pueden ser muy susceptibles y carecer de defensas. Menor variabilidad genética, pues las introducciones vienen normalmente de pocas procedencias. En condiciones marginales pueden ser susceptibles a ataques. Podrían llegar a ser especies invasoras si no hay monitoreo y control de la expansión. Riesgo de introducir enfermedades exóticas. Al introducirlas, el buen resultado inicial no implica que éste continuará en edades adultas. Potencial de hibridación podría transformarlas en especies invasoras. |

Cuadro elaborado a partir de Pietro Binggeli (2001), Carla Bossard (1997), Steve Diver (1997), K.A. Haysom y S.T. Murphy (2003) y experiencia del autor.

bientalistas, sería falsa. También sería falsa la respuesta de que las especies exóticas son lo mejor, que probablemente satisfaría a los propietarios de grandes masas de plantaciones monoespecíficas (Binggeli 2001). Mi respuesta es que una plantación mal hecha es siempre mala y una plantación bien hecha es muy positiva, sea con especies exóticas o especies nativas. Adicionalmente, parte de mi respuesta, es documentar seria y científicamente toda afirmación, tanto sobre las bondades como sobre las desventajas de plantaciones con exóticas y con nativas. Pienso que es tiempo de ir erradicando la emoción y el juicio de valor; hay que dar respaldo a los juicios con evidencias no manipuladas. Además, es fundamental tener un control adecuado de las introducciones de nuevas especies exóticas, así como de la introducción de las nativas en sistemas diferentes de aquellos en que se dan en la naturaleza (Bossard 1997, Haysom y Murphy 2003.)

Es necesario que en Costa Rica los centros académicos desarrollen protocolos para determinar la invasividad de las especies exóticas así como para determinar los impactos de las especies nativas plantadas en sistemas diferentes a los naturales. Adicionalmente, se debe

de establecer sistemas de monitoreo de las especies y sistemas que puedan presentar mayor riesgo. Mayor rigurosidad se requiere de ahora en adelante con las plantas aún no introducidas, así como la aplicación de métodos de manejo del riesgo. Entonces, en lugar de una discusión bizantina, entre sordos y ciegos, podremos avanzar en mejorar los aspectos económicos, sociales y ambientales de las decisiones que estamos tomando.

Referencias bibliográficas

- Binggeli, Pietro. "The human dimensions of invasive woody plants", en McNeely, J. A. (ed.). 2001. *The great reshuffling - Human dimensions of invasive alien species*. IUCN. Gland.
- Borel, Roland. 2005. *Comunicación personal*.
- Bossard, Carla. 1997. *An initial assessment of exotic and invasive plant species in Sri Lanka's flora and their impacts*. Forestry and Environment Symposium. Department of Forestry and Environmental Science. University of Sri Jayewardenpura. Sri Lanka.
- Diver, Steve. 1997. *Use of Eucalyptus in Reforestation Projects*. University of Arkansas. USA.
- Haysom, K. A. y S. T. Murphy. 2003. *The status of invasiveness of forest tree species outside their natural habitat: a global review and discussion paper*. Forest Health & Biosecurity Working Papers. CABI Bioscience. Forest Resources Development Service Working Paper FBS/3E. Forest Resources Division FAO, Rome, Italy. Forestry Department.

Tus fotos sobre ambiente

[fauna, flora; ecosistemas naturales, rurales y urbanos; contaminación de aire, agua y suelo; deforestación y problemática del bosque; explotación agropecuaria y minera; producción energética; pesquería; etcétera]

mandánselas a ambientico@una.ac.cr

para incorporarlas a la

GALERÍA AMBIENTALISTA

de próxima aparición en: www.ambientico.una.ac.cr

[Los autores y autoras de las mejores fotos obtendrán gratuitamente

una suscripción anual de AMBIENTICO o de AMBIENTALES]

Cultivo de árboles en Costa Rica: ¡nativos y exóticos!

QUÍRICO JIMÉNEZ

Un árbol, nativo o exótico, es un árbol esté donde esté. Como lo escribí en algún momento, "nada más perfecto ha creado la naturaleza, a través de tantos años de evolución, que un árbol. Este impresionante ser amigo de todos no solo es refugio, alimento y medicina, sino que es la esencia de la vida hecha realidad. Es oxígeno, agua y belleza, y con su magnificencia nos brinda armonía, amor y respeto por la naturaleza". El árbol ha sido uno de los principales soportes para el desarrollo de la humanidad. No en vano son los seres vivos más longevos del planeta, alcanzando algunos de ellos más de 6.000 años de edad, como el *Pinus longæva* en Estados Unidos, y qué decir de las monumentales secuoyas (*Sequoia sempervirens*), que son los árboles más altos del mundo, alcanzando hasta 110 metros de altura. Sin embargo, estos seres amigos de todos no solo han sido utilizados en forma benéfica por la ciencia -como una especie de sauce (*Salix sp*) de donde se extrajo el ácido acetil salicílico que dio origen a la aspirina-, sino que también, lamentablemente, han sido subutilizados y en infinidad de casos hasta denigrados haciéndolos morir entre cenizas con su corazón abierto a las inclemencias del tiempo.

El modelo de desarrollo económico dominante en Costa Rica ha propiciado solo una concepción mercantil y economicista del uso de nuestros prodigiosos recursos forestales, ricos en biodiversidad y fuente de una gama interminable de bienes y servicios, reduciendo su aprovechamiento al uso estrictamente maderable (Jiménez y Poveda 1996). Esto ha provocado no solo su depredación sino que, además, ha encendido una alerta por la degradación genética a que han sido sometidos muchos de nuestros árboles maderables más importantes, como la caoba (*Swietenia macrophylla*). Razón por la que el Ministerio de Ambiente y Energía (Minae) ha hecho bien en vedar el aprovechamiento de 18 especies maderables desde 1997, entre las que por ejemplo está el bálsamo o chirraca (*Myroxylon balsamum*) (Jiménez, 1999). Hoy, lamentablemente, las consecuencias de este modelo de desarrollo lo vemos constantemente expresado en la deforestación, en la contaminación de los mantos acuíferos y las aguas superficiales y en los graves problemas de erosión y degradación de nuestros suelos,

además de que se ha destruido el potencial forestal del país.

Miles de nuestros árboles mueren entre las llamas, otros por una ridícula suma de dinero, como ceibas (*Ceiba pentandra*) de 500 años de edad y 60 metros de altura por cuyas vidas se paga 30.000 colones para ser convertidas en *plywood* o formaleta. Otros árboles, como el cenízaro (*Samanea saman*), han sido convertidos en muebles, otros en puertas, como el caobilla (*Carapa guianensis*), otros en gabinetes, como el cedro (*Cedrela odorata*), en artesanía, como el cocobolo (*Dalbergia retusa*), y en casas como el roble coral (*Terminalia amazonia*), para así satisfacer una necesidad terrenal. Si la madera es necesaria e importante pues se debe de pagar el precio justo y lograr que el conjunto de árboles que forman nuestros bosques sean valorados por lo que son, como seres vivientes, para que así todas las especies puedan seguir existiendo a perpetuidad para el disfrute de muchas otras generaciones de costarricenses.

Lamentablemente, otros miles de árboles (y sus bosques de pertenencia) han caído debido a las malas políticas agropecuarias de nuestros gobiernos y, más recientemente, en las últimas décadas, debido a un "manejo forestal" descontrolado e insostenible, como se demostró en la península de Osa, donde entre los años 1997 y 1999 más de 16.000 árboles fueron cortados mediante planes de manejo forestal, entre ellos sobresaliendo el nazareno (*Peltogyne purpurea*), con más de 3.000 individuos talados (Barrantes *et al.* 1999). Es más, en este mismo periodo en nuestro país se cortaron más de 70.000 árboles mediante planes de manejo sin tomar en cuenta los cortados en forma ilegal. El panorama para los bosques y árboles nativos de nuestro país se ha tornado sombrío y con seguridad hemos llegado casi al agotamiento de nuestros bosques productivos, reducidos ahora a fragmentos a lo largo y ancho de todo el país.

El cultivo de árboles y todo tipo de plantas foráneas ha sido una actividad milenaria en el planeta. Según Jorge León (*Com. pers.*), la introducción de muchas plantas de interés económico por lo general se ha hecho en países con tecnologías más avanzadas o comercialmente más importantes, como los europeos y Japón, donde una gran mayoría de las plantas cultiva

das son exóticas. Además, se ha comprobado que algunas plantas son más productivas en otras latitudes que en sus propios sitios de origen, como el cacao (*Theobroma cacao*) y la yuca (*Manihot* sp), nativas de América pero altamente productivos en África; y el árbol de hule (*Hevea brasiliensis*), ampliamente cultivado en Indonesia. El café (*Coffea arabica*), foráneo, ha sido ampliamente cultivado y con un gran rendimiento en muchos países americanos (León 1987).

Aunque no hay una fecha exacta, el cultivo de árboles foráneos en Costa Rica se remonta a mediados del siglo diecinueve, con la introducción desde Guatemala del ciprés (*Cupressus lusitanica*) como ornamental, aunque posteriormente ha sido más utilizado como rompevientos para proteger el ganado de leche. Debido a que una gran parte de nuestros árboles nativos son de un crecimiento entre lento y moderadamente lento, desde hace varias décadas se ha incrementado el uso de árboles foráneos en monocultivos para la producción de madera, dentro de los que sobresalen actualmente la teca (*Tectona grandis*) y la melina (*Gmelina arborea*), ambos traídos del continente asiático. Otras especies, como el pino (*Pinus caribaea*) y diversos eucaliptos (*Eucalyptus* sp), también han sido utilizadas con este propósito. Hoy en día el cultivo de estas especies, en especial la teca y la melina, ha producido industrias forestales de gran importancia en varias zonas del país.

Sin embargo, el interés de los costarricenses por los árboles exóticos no se puede desligar del interés por una gran cantidad de otras plantas, algunas de las cuales es posible que fueran introducidas a nuestro país desde el siglo tras anterior, pasando muchas de ellas a constituir fuente de trabajo para miles de costarricenses, como el café y el banano (*Musa* sp), que además han sido algunos de los principales productos de exportación de nuestro país. Las plantas ornamentales se han introducido por docenas a Costa Rica, y muchas han sido del

beneplácito del pueblo, pues son ampliamente cultivadas en los jardines y reproducidas y vendidas en viveros de plantas ornamentales. Entre éstas vale la pena destacar algunos arbustos tan conocidos como la rosa (*Rosa* sp), la veranera (*Bougainvillea glabra*) y el clavelón (*Hibiscus rosasinensis*), además de árboles como la cañafístula (*Senna fistula*) y el orgullo de la india (*Langerstroemia speciosa*), que producen flores atractivas y de gran belleza, de color amarillo y morado respectivamente.

Las hierbas exóticas no podrían faltar, pues son importantes y abundantes, tales como la gloxinia (*Gloxinia* sp) y la violeta (*Saintpaulia* sp) tan común en nuestras casas. Las plantas medicinales tampoco faltan en la gran mayoría de los hogares rurales, sobresaliendo el romero (*Rosmarinus officinalis*) y la menta (*Menta* sp). De igual manera, los frutales no solo han dado alimento a los costarricenses sino que comunidades enteras se dedican a su cultivo: entre ellos están todos los cítricos (*Citrus* sp), el banano (*Musa* sp), el mango (*Mangifera indica*), etcétera. Algunos árboles hasta han sido utilizados como rompevientos y hoy día es utilizada incluso su madera -por ejemplo el ciprés (*Cupressus lusitanica*). Muchas de estas especies exóticas han sido traídas a nuestro país desde los confines del planeta, la mayoría de zonas tropicales y subtropicales.

El principal riesgo que se corre al traer especies foráneas es que sus semillas, sus plántulas y sus mismos árboles pueden ser atacados por patógenos nativos que no existen en sus zonas de origen. En otros casos, si las especies no pasan por cuarentenas adecuadas, quizá el peor riesgo es que contagien a nuestras especies nativas con enfermedades que podrían causar un daño irremediable. Algunas de estas especies foráneas han llegado y eventualmente podrían llegar a desplazar a nuestras especies nativas, que son de gran importancia por el papel



A. Mata

Plantación de laurel

que juegan en el ecosistema, como es el caso del manicillo (*Arachis* sp), cuyo cultivo se ha excedido en zonas verdes y jardines, con el riesgo adicional de que alberga insectos plaga y babosas que transmiten enfermedades. También se ha observado que luego de cosechar las plantaciones de melina (*Gmelina arborea*) los tocones producen rebrotes tan robustos y la cosecha de semillas es tan prolífica que cada semilla que cae al suelo germina y muchos de los bosques secundarios en la península de Osa y de la región Huetar Norte sufren una "melinización" incontrolable.

Según Luis Poveda (*Com. pers.*), los fracasos en el uso de árboles foráneos en nuestro país no son comunes; sin embargo, la importación de semilla no certificada pudo dar al traste con las plantaciones de algunas especies. Se conoce, por ejemplo, el cultivo del cadam (*Anthocephalus cadamba*), un árbol asiático que se cultivó con el objetivo de producir madera en la zona de Turrialba y que creció maravillosamente los primeros ocho o diez años, pero un hongo nativo atacó la raíz y todos los árboles murieron. También se conoce el fracaso de las plantaciones del árbol africano *Terminalia ivorensis*, que lamentablemente fueron abandonadas y hoy quedan solo algunos representantes aislados en la región norte del país.

En los últimos años el cultivo de melina se ha incrementado en nuestro país y, pese a que en muchos casos el manejo silvicultural de las plantaciones no ha sido el mejor, con seguridad hoy éstas son una fuente de empleo para muchos costarricenses y, además, producen madera que es utilizada para varios propósitos. La utilización de ésta le resta ímpetu al saqueo de los árboles nativos de nuestros bosques. Sin embargo, la verdad es que en nuestro país tenemos varias especies nativas de rápido crecimiento que la podrían sustituir, tales como el gallinazo (*Schyzolobium parahyba*), la jacaranda (*Jacaranda*

copaia) y el algodón (*Croton smithianus*), entre otras; lo que hace falta es el interés de los reforestadores en utilizarlas.

Entonces, si queremos poner en una balanza las ventajas y las desventajas de la utilización de especies exóticas o foráneas comparándolas con las nativas, no podemos tapar el sol con un dedo ni obviar el hecho de que Costa Rica posee una prodigiosa biodiversidad que nos daría dónde escoger para diferentes propósitos entre todas las plantas, desde las hierbas y arbustos hasta los bejucos, las palmas y los árboles. Pero no podemos olvidar que tanto las plantas nativas como las exóticas producen gran cantidad de beneficios. Por esto es que, antes de usarlas, tenemos que valorar, primero, la utilización que se le dará a la especie: para plantación forestal, como rompevientos, como ornamental, como frutal, como alimento, como medicina, etcétera; segundo, el uso que tiene el suelo donde se cultivará la especie, pues no es lo mismo cortar bosque para hacer una plantación, como se hizo hace un par de décadas, que establecer ésta en un potrero; y, tercero, para las exóticas, la posibilidad de que puedan causar algún problema o enfermedad a nuestras especies nativas.

Por otro lado, lo queramos o no y a pesar de que como mencioné preferiría el cultivo de plantas nativas, no podemos olvidar ni dejar pasar el hecho de que también todas las plantas exóticas producen oxígeno, muchas producen belleza como ornamental y alimento para las aves, como el poró gigante (*Erythrina poeppigiana*); otras producen fina y atractiva madera, como la teca (*Tectona grandis*); otras alegran nuestros jardines y nuestras casas, como la hortensia (*Hydrangea* sp), y otras nos sirven de alimento, como el melón (*Cucumis melo*) y la naranja (*Citrus sinensis*).

Nuestras ciudades y carreteras deben embellecerse, pero esto debiera lograrse con aquellas espe-

cies -nativas o exóticas (una mezcla de las dos)- cuya floración es atractiva, como el brachichito (*Sterculia acerifolia*), que produce una bella floración rojiza, o que ostentan un follaje siempreverde, como el almendro de montaña (*Andira inermis*) de bella floración morada, o el aceituno (*Simarouba glauca*), que produce un brillante follaje. Son muchas las especies importantes para embellecer nuestras ciudades y nuestras casas; sin embargo, por desconocimiento o por irresponsabilidad no debemos abusar de su uso como se ha hecho con el laurel de la india (*Ficus benjamina*), árbol que no debe ser plantado en nuestras ciudades pues sus raíces son tan fuertes que dañan la infraestructura y las carreteras.

Con todos estos antecedentes, como costarricenses y humanos no podemos dejar pasar el hecho, tal vez "romántico", de que las plantas como seres vivientes son nuestras hermanas, y son tantos los beneficios que nos han brindado silenciosos y desinteresadamente que lo mínimo que debemos hacer es seguir las cultivando y disfrutando de sus bondades. Cultivar árboles u otras plantas nativas o foráneas en Costa Rica es importante, solo tenemos que tener claro el sitio donde se cultivarán y sobre todo el objetivo de su cultivo.

Referencias bibliográficas

- Barrantes, G. et al. 1999. *Evaluación de los planes de manejo forestal autorizados en el periodo 1997-1999 en la Península de Osa. Cumplimiento de normas técnicas, ambientales e impacto sobre el bosque natural. Documento elaborado para la Fundación Cecropia*. San José.
- Jiménez, Q. 1999. *Árboles maderables en peligro de extinción en Costa Rica*. Editorial Inbio. San José.
- Jiménez, Q. y L. Poveda. "Lista actualizada de los árboles maderables de Costa Rica". *Aportes al Desarrollo Sostenible*, 2, 1996. Universidad Nacional.
- León, J. 1987. *Botánica de los cultivos tropicales*. Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura. San José.

Especies nativas en contraste con introducidas

ELADIO CHAVES

Durante muchos años se han presentado polémicas o controversias por la introducción de especies exóticas en los programas de reforestación en los distintos países, y en muy pocos casos los programas de reforestación a nivel nacional han estado precedidos de un programa de investigación y prueba de las distintas especies susceptibles de usar en forma comercial que permitiera hacer una buena selección de ellas de acuerdo a las condiciones de sitio y a los objetivos para los cuales se plantaron.

Generalmente, son varios los factores que hacen que se planten más especies introducidas que nativas, entre ellos están: (1) la disponibilidad de información, puesto que, cuanto más conocida una especie, mayor seguridad en el comportamiento de ella en un sitio determinado; (2) la disponibilidad de semilla, dado que cuando se inicia un plan de reforestación se requiere grandes cantidades de ella y la de las especies nativas pocas veces está disponible; (3) el hecho de que generalmente se busca que las especies tengan un rápido crecimiento inicial para que puedan ocupar el sitio rápidamente y así disminuir los costos de mantenimiento, y (4) el hecho de que el comportamiento de la madera juvenil es importante en función de poder utilizarla desde los primeros aclareos (Evans 1999, Inisefor 2002).

El término *exótico* no siempre se usa en un sentido ecológico, sino que comúnmente se refiere a fronteras políticas en vez de naturales. Por ejemplo, algunas especies de lo que hoy es Myanmar se consideraron exóticas en India cuando los dos países se separaron en 1937; y lo mismo sucede en Costa Rica cuando utilizamos especies que no se dan naturalmente en los sitios de plantación. Del mismo modo, la frase *especie nativa* quizás no tenga mucho significado. Aunque una especie nativa de una zona puede estar mejor adaptada al sitio que una no nativa, el sitio en que se está plantando casi nunca se parece al sitio donde la especie nativa crecía en forma natural (Wadsworth 2000).

Existen muchas especies que crecen en bosques tropicales naturales y muchas son muy valiosas como para justificar su plantación para uso comercial. No es un argumento importante descubrir si la especie es nativa o introducida respecto de un sitio que ha sido repetidamente aclarado, quemado, cultivado o pastoreado. Estos cambios

posiblemente son tan fuertes que las especies que se encontraban en el antiguo bosque nativo quizás sean las que tengan una menor adaptación a ese sitio después de sufrir tanta alteración. Una amplia capacidad de adaptación a tales condiciones caracteriza a los eucaliptos y a los pinos, al género *Gmelina* y a la teca (*Tectona grandis*), lo que explica en gran medida su gran popularidad en los trópicos (Ibid.).

En la selección de especies, el desempeño futuro que tenga una especie es más importante que el origen. Si se rechaza arbitrariamente las especies introducidas se excluye muchas que quizás nunca tuvieron la oportunidad de emigrar al sitio pero que no les falta capacidad de adaptación para ello, o que no eran tan efectivas como para competir con las especies latifoliadas. Un ejemplo en Centroamérica es las coníferas, que quedaron rezagadas en sitios de muy baja fertilidad o en condiciones extremas, condiciones que les permite competir favorablemente con las especies latifoliadas.

Según Evans (1992), Wadsworth (2000) e Inisefor (2002), para ser exitoso en una plantación forestal un árbol introducido debe:

1. ser capaz de servir un propósito particular mejor que las especies locales disponibles;
2. ser apropiado al clima y al suelo de la región;
3. tener rápido crecimiento y regeneración y buena producción de hojarasca;
4. ser resistente a peligros como incendios, insectos, enfermedades y pastoreo;
5. ser de fácil propagación o buena disponibilidad de semilla;
6. ser resistente a condiciones limitantes como baja fertilidad, sequía, suelos compactados o con pH alto o bajo, etcétera;
7. tener alguna utilidad adicional a su efecto restaurador -por ejemplo, producir leña, buen carbón, forraje nutritivo, vainas comestibles, madera, néctar, etcétera;
8. tener nula o poca tendencia a adquirir una propagación invasora incontrolable;
9. tener presencia de nódulos fijadores de nitrógeno o micorrizas que compensen el bajo nivel de nitrógeno, fósforo y otros nutrimentos en el suelo, y
10. favorecer el restablecimiento de las poblaciones de elementos de la flora y la fauna nativas, proporcionándoles alimento o un ambiente adecuado para su desarrollo.

Eladio Chaves, ingeniero forestal, es vicedecano de la Facultad de Ciencias de Tierra y Mar de la Universidad Nacional.

Estos requisitos parecieran severos y es razonable preguntar cómo un árbol introducido puede ser capaz de desempeñarse mejor que las especies nativas. Sin embargo, algunas especies exóticas prometedoras tienen un vigor y una tasa de crecimiento extraordinarios. Una vez que se decida cuál es el producto final deseado en la plantación, los requisitos climáticos y las tolerancias de las especies adecuadas para estos productos deberán ser compatibles con las condiciones prevalecientes en el lugar de plantación. Las especies seleccionadas deberán ser capaces de desarrollarse y producir bien bajo las condiciones ambientales particulares del lugar. Los silvicultores generalmente no se detienen mucho a pensar si la especie es introducida o nativa, sino que deben poner mayor atención a que ella cumpla con los objetivos para los cuales se establece la plantación. El éxito de una plantación se determinará por el grado en que logre cumplir con los objetivos propuestos y ninguna decisión es de mayor importancia para este éxito que el escoger las especies adecuadas para un sitio determinado. Las especies que se seleccionen no solo influirán el tratamiento silvicultural y su administración sino que también determinarán la utilización final de la cosecha.

La introducción de especies exóticas quizás esté condenada al fracaso si éstas no provienen de un ambiente similar, y, por otro lado, podrían escaparse de las manos y naturalizarse, algo que la mayoría de las veces se considera indeseable. Aun la especie exótica seleccionada con el mayor cuidado necesita de ensayos para comprobar su adaptabilidad y desempeño en el sitio mientras la plantación se mantiene en pequeña escala.

La invasión de especies es el proceso mediante el cual unas cuantas especies se propagan dentro de un ecosistema, desplazando o eliminando la mayor parte o la totalidad de las que de forma natural habitan en éste. Este tipo de afectación puede cambiar un hábitat entero, haciéndolo inhabitable incluso para la comunidad natural original. Esta situación se presenta más en las zonas subtropicales, donde la vegetación no es tan agresiva, que en las zonas tropicales. Sin embargo, no todas las especies exóticas se convierten en invasoras, y no siempre todas las invasiones son producidas por especies exóticas o introducidas, sino que algunas especies nativas también pueden convertirse en invasoras cuando se produce una alteración significativa dentro del ecosistema (Harrington y Ewel 1997).

Es imposible lograr un solo beneficio de una plantación. Casi todas las especies de árboles pueden conservar los suelos, servir de rompevientos, proveer sombra a cosechas de alimentos o forraje, albergar vida silvestre y, si se cosechan, rendir algún tipo de biomasa útil. Entre las especies adaptadas existe preferencia por las que proveen beneficios ambientales, pero aun más crítica resulta la utilidad de la madera. La utilidad de la madera en todos los lugares está dictada por el tamaño y la forma de los árboles y las características intrínsecas a la madera. Los árboles adecuados para propósitos múltiples, si se adaptan deben ser preferidos en cualquier lugar sobre los que solo sirven para quemarse como combustible (Butterfield 1995).

En Costa Rica, las plantaciones comerciales iniciaron en 1978: principalmente se plantó melina, teca, ciprés, pino y algunos eucaliptos; entre las especies nativas que se utilizaron estuvieron el laurel, el pochote y el jaúl. Este proceso no fue acompañado de un programa de investigación que generara la información silvicultural necesaria para evaluar el desarrollo de las diferentes especies. El uso de las especies nativas se dio más por intuición y porque las mismas regeneraban o se presentaban en forma frecuente en esos sitios. Pero, una vez que se plantaron en rodales más densos, los factores limitantes, principalmente la fertilidad del suelo, afectó el desarrollo especialmente del laurel. El jaúl, por las características propias de la especie, tuvo un buen desempeño en los sitios plantados; con el pochote, a pesar de que presentó un buen crecimiento en la mayoría de los sitios, con un volumen comercial entre los 25 y 30 años, se encontró el problema de que produce poco duramen, lo que hace a la madera poco atractiva comercialmente.

De las especies introducidas algunos eucaliptos presentaron problemas de crecimiento en suelos de baja fertilidad natural. De estas primeras plantaciones a escala comercial se tiene experiencias positivas y otras poco alentadoras. La mayoría de las plantaciones ya se han comercializado antes de alcanzar el turno silvicultural, sobre todo por la escasez del suministro de productos forestales provenientes del bosque natural.

A partir de los años noventa, buscando alternativas en los sitios de vocación forestal, se estableció una serie de proyectos de investigación en los que se centró el interés por el uso de especies nativas en la reforestación. Los esfuerzos de muchas instituciones dan como resultado el uso de nuevas especies para reforestar, como es el caso del cebo (*Vochysia guatemalensis*), del pilón, (*Hieronyma achorneodes*), del botarrama (*Vochysia ferruginea*), del amarillón (*Terminalia amazonia*), etcétera. Varias circunstancias convergieron para que se diera el clima aceptable para el uso más intensivo de estas especies en los proyectos de reforestación: resultados no satisfactorios con las especies introducidas, experiencias positivas en cuanto a crecimiento y adaptación de las especies nativas, apertura de técnicos y profesionales y de la política del gobierno, surgimiento de organizaciones no gubernamentales con especial interés en este tópico, presión de grupos ecologistas y sistematización de información de experiencias.

Referencias bibliográficas

- Butterfield, R. "Promoting biodiversity: advances in evaluating native species for reforestation", en *Forest ecology and management* 75 (1-3), 1995.
- Evans, J. 1992. *Plantation forestry in the tropics*. Oxford Science Publications/Clarendon Press. Oxford.
- Inisefor. 2002. *Especies forestales nativas. Taller seminario especies forestales nativas (2002 abril 4-5: Heredia, Costa Rica)*. Memoria /Instituto de Investigación y Servicios Forestales. Costa Rica.
- Harrington, A. R y J. J. Ewel. "Invisibility of tree plantations by native and non-indigenous plant species in Hawaii", en *Forest Ecology and management* 99 (1-2), 1997.
- Wadsworth, F. H. "Producción Forestal en América Tropical", en USDA. 2000. *Manual de agricultura* 710-S.

Las nativas ya merecen mayor impulso

EUGENIO GONZÁLEZ

U nas de las preguntas básicas con las que se encuentra el reforestador es la de cuál especie plantar y cuáles son los criterios que se deben de tomar en cuenta en la selección de especies. En cuanto a los aspectos técnicos y científicos sobre la selección de especies existe suficiente material publicado y disponible. Se debe tener presente que, cualquiera que sea la especie, la reforestación con fines comerciales busca maximizar los beneficios, para lo cual se consideran tres criterios básicos: (1) el costo de establecimiento y manejo de la plantación, (2) la productividad de la especie en los sitios disponibles y (3) el valor o utilidad del producto final a obtener. Bajo estos criterios cabe la pregunta acerca de la relevancia de que la especie sea nativa o exótica. Al respecto, Cornelius (1994) sugirió que el origen de las especies no debe de influenciar o modificar los criterios arriba mencionados, porque el costo de establecimiento y manejo de una plantación forestal no está relacionado con el hecho de utilizar especies nativas o exóticas; además, no existe evidencia de que las especies nativas o exóticas difieran en la tasa de sobrevivencia, en la susceptibilidad a plagas y en la producción de biomasa, y, finalmente, aunque las especies exóticas puedan ser más difíciles de comercializar localmente siempre existe un mercado.

La reforestación en Costa Rica se inició como una respuesta para aliviar las altas tasas de deforestación que sufrían los bosques naturales y como una alternativa para suplir la creciente demanda de productos madereros. Hacia finales de la década de los setenta se incentivó la reforestación; sin embargo, siempre flotó la pregunta respecto de cuáles especies utilizar. En vista de la urgencia de reforestar, se recomendó utilizar principalmente especies exóticas. ¿Por qué especies exóticas si de nuestros bosques naturales, en su mayoría primarios, se explotaban o extraían un número superior a 100 especies forestales o madereras? Existen varios argumentos a favor y en contra del uso de especies exóticas para la reforestación. Como cualquier empresa, la reforestación es una actividad que requiere una inversión. Para el reforestador es necesario tener información sobre la inversión y, tratándose de árboles, sobre su crecimiento,

requerimientos silviculturales (suelos, clima), manejo cultural, calidad de la madera, mercado, etcétera. En ese sentido, para las especies exóticas ya existía ese paquete tecnológico desarrollado y probado, lo cual fue un atractivo para los reforestadores. Por otro lado, la información para las especies nativas era muy escasa y dispersa, e, incluso, para algunas especies comerciales no se conocía con certeza ni su especie botánica. Otros argumentos a favor de las especies exóticas fueron: (1) al ser una especie exótica no hay muchos problemas de plagas y enfermedades, (2) existe información detallada sobre manejo y producción de semillas -para algunas especies los programas de mejoramiento genético tienen varias generaciones de información- y (3) existe mercado y tecnología para la comercialización de la madera -entre otros.

En algunos casos, los resultados obtenidos con las especies exóticas no fueron los esperados, lo cual no se debió al simple hecho de que las especies utilizadas fueran exóticas, sino a factores propiamente de manejo, como la mala selección de especies y sus procedencias, la mala selección de sitios y el mal manejo cultural, entre otros. Experiencias exitosas con especies exóticas existen en Chile y Sudáfrica con *Pinus* spp., en Brasil con *Eucalyptus* spp. y otros casos más. A nivel nacional, se han obtenido experiencias exitosas con el ciprés (*Cupressus lusitanica*) en las partes altas del Valle Central, con melina (*Gmelina arborea*) en la península de Nicoya, así como con teca (*Tectona grandis*) en diversos sitios del país.

Como una alternativa para la reforestación comercial se han sugerido las especies nativas. Si bien es cierto por varias décadas se ha realizado investigación con especies nativas, inicialmente ésta se orientó hacia especies de uso múltiple (forrajeras, cercos vivos y leña, entre otros), en algunas zonas prioritarias (como sitios con climas secos y estacionales) y no precisamente para la producción de madera. Algunos ejemplos concretos y exitosos fueron las experiencias obtenidas con *Gliricidia sepium* y *Bombacopsis quinatum* por el proyecto Madeleña del Catie.

Adicionalmente, la efectiva utilización de especies nativas en la reforestación comercial se limitó por una serie de argumentos desfavorables, algunos de ellos "mitos", lo que impidió la incorporación de muchas especies

Eugenio González, ingeniero forestal e investigador en especies forestales nativas, es director de la Estación Biológica Palo Verde de la Organización para Estudios Tropicales.

aun en programas de investigación. Afirmaciones tales como que "las semillas de las especies nativas no se pueden germinar", que "las especies nativas de bosques tropicales no pueden crecer en plantaciones a campo abierto" y que "la calidad de la madera de las especies en plantación a campo abierto es mas baja" –entre otros- siempre se utilizaron como argumentos que favorecieron la utilización de especies exóticas. Considerando los cientos de especies que existen en los bosques tropicales, es razonable pensar que no todas reúnen las características deseadas para la reforestación; sin embargo, las investigaciones en las últimas dos décadas parecen aportar suficiente evidencia en contra de tales argumentos.

Ensayos realizados en las tierras bajas del Caribe de nuestro país han mostrado el potencial que las especies nativas pueden tener en la reforestación comercial. De esta forma, Espinoza y Butterfield (1990) mostraron cómo el pilón (*Hieronyma oblonga*), el botarrama (*Vochysia ferruginea*), el chancho o mayo (*Vochysia guatemalensis*) y el cedro maría (*Calophyllum brasilienses*), entre otras, sobrepasaron por mucho la sobrevivencia y la tasa de crecimiento de las especies exóticas y nativas utilizadas en la reforestación comercial en ese momento. Ensayos posteriores en la misma región confirmaron así las observaciones preliminares sobre el potencial de las especies nativas en la reforestación (González y Fisher 1994, Butterfield y González 1996). Resultados similares han sido reportados para otras especies y regiones del país, como es el excelente crecimiento de roble coral (*Terminalia amazonia*) en la zona sur de Costa Rica.

Paralelamente a los ensayos de adaptabilidad y crecimiento se realizaron estudios en colección y manejo de semillas, sistemas de producción en vivero, manejo de plantaciones e incluso ensayos de progenie. La información generada y ya disponible, aunque para un pequeño grupo de especies nativas, ha dejado en el pasado algunos mitos sobre las especies nativas y mostrado que éstas tienen alto potencial y merecen ser consideradas en la reforestación comercial. Los estudios disponibles también han aportado evidencia para creer que, aunque existen muchas especies nativas comerciales en nuestros bosques, algunas tendrán que ser objeto de estudios más detallados. Ejemplo concreto ha sido el vainillo (*Stryphnodendron microstachyum*) que, aunque se mostró como una especie con alto potencial por su sobrevivencia y crecimiento, todas las plantaciones murieron después del tercer o cuarto año. Para otras especies, aunque con alto valor comercial hoy día, existen serias limitaciones en la producción y germinación de semillas (por ejemplo, el olla de mono –*Lecythis amplax* y el guácimo blanco –*Goethalsia meiantha*-), lo que hace pensar en la necesidad de una estrategias diferente para la reforestación comercial con estas y otras especies.

Desde el punto de vista ecológico, toda plantación forestal, sea con especies nativas o exóticas, crea un ambiente ecológicamente diferente comparado con un bosque natural. Si bien es cierto el uso de especies exóticas en la reforestación comercial ha sido favorecido, hoy día existe suficiente información técnica y científica para considerar algunas especies nativas en los programas de reforestación. Aunque la información disponible para las especies nativas puede considerarse aun preliminar, pues la investigación forestal es a muy largo plazo, es recomendable que un determinado porcentaje de la plantación se realice con las especies nativas de mayor potencial. Esta acción, acompañada de un programa de investigación, permitirá generar información valiosa sobre el comportamiento de las especies nativas en plantaciones extensivas y a más largo plazo. Por otro lado, cuando se trate de plantaciones forestales no se trata de favorecer una especie porque sea nativa o exótica, sino que de lo que se trata es de favorecer la diversidad genética y favorecer las especies mejor adaptadas a las condiciones particulares de cada sitio.

Referencias bibliográficas

- Cornelius, Jonathan. "Nativas versus exóticas: una distinción de importancia en la selección de especies?", en *Revista Forestal Centroamericana* 10(3), 1994. Costa Rica.
- Espinoza, M. y R. Butterfield. "Adaptabilidad de 13 especies nativas maderables bajo condiciones de plantación en las tierras bajas húmedas del Atlántico, Costa Rica", en Salazar, Rodolfo, 1990. *Manejo y aprovechamiento de plantaciones forestales con especies de uso múltiple: Actas Reunión IUFRO, Guatemala, Abril 1999*. Costa Rica.
- González, E. y R. Butterfield. "Adaptabilidad de diferentes especies forestales en pastizales degradados en las tierras bajas del Atlántico de Costa Rica", en *Revista Forestal Centroamericana* 16(5), 1996. Costa Rica.
- González, E. y R. F. Fisher. "Growth of native forest species planted on abandoned pasture land in Costa Rica", en *Forest Ecology and Management* 70, 1994, Elsevier Science B.V. The Netherlands.



Nativos y exóticos pero conservando la biodiversidad

JUAN FIGUEROLA

Hace treinta años en Costa Rica nadie había oído hablar de teca o melina, pero hoy en día estos árboles oriundos de India y Asia tropical se encuentran por doquier en todas las zonas bajas del país. La historia forestal de Costa Rica está marcada por la introducción de especies provenientes de remotas regiones: pinos y cipreses de Europa y Norteamérica, eucaliptos de Australia, llamas del bosque de África... Para el costarricense promedio, imaginarse una Costa Rica sin estos árboles es tan improbable como imaginarse la sin café o banano. ¡Valga la comparación! Pues tanto nuestro grano de oro como la más típica de nuestras frutas son también especies introducidas, igual que los pastos forrajeros, los animales domésticos, muchas de nuestras hortalizas y la mayoría de productos que conforman nuestra canasta básica.

En Costa Rica, la introducción de especies es entonces un rasgo intrínseco de nuestro crisol de culturas. Y las plantas y animales introducidos son elementos propios del ser costarricense. Incluso podríamos agregar que el 98 por ciento de los costarricenses descienden de uno o más inmigrantes, "introducidos" durante los últimos cinco siglos. Preguntarnos si tiene sentido o no cultivar árboles foráneos resulta, pues, un contrasentido. Sin embargo, la pregunta nos invita a reflexionar sobre las políticas de reforestación en Costa Rica.

Primero, ubiquémonos en nuestro entorno natural. Las condiciones tropicales de humedad y temperatura, con doce horas diarias de luz, son óptimas para la vida. Una extraordinaria combinación de llanuras, montañas y cordilleras con altitudes superiores a los 3.000 m que se yerguen sobre una cintura de tierra tendida entre el mar Caribe y el océano Pacífico, han hecho posible que el segundo país más pequeño de Centroamérica contenga ecosistemas tan diversos como gélidos páramos y cálidos bosques tropicales, matizados por abundantes ríos y volcanes generadores de suelos productivos. Pero la mayor riqueza de Costa Rica es su biodiversidad. Por ello no debe sorprendernos que desde tiempos inmemoriales este territorio fuera punto de encuentro y desarrollo, no solo de especies de plantas y animales, sino de culturas indígenas del norte y el sur del continente.

Con la Conquista se abrieron las puertas del mundo.

Migraciones, introducción de plantas y animales, nuevas plagas y enfermedades... Grandes extensiones de bosques dieron paso a nuevos paisajes. Oleadas de inmigrantes desplazaron y asimilaron a los indígenas. Especies exóticas reemplazaron y aislaron a las nativas. Poco a poco, se fue implantando una nueva concepción del mundo. La floreciente cultura costarricense se construyó a partir de costumbres y técnicas importadas de Europa, complementadas después con aportes de África y Asia.

En el proceso, introducimos especies de árboles y las adaptamos a nuestro medio; y en muchos casos no se pudo adaptar nuestro medio a ellas. El tema de la introducción de especies forestales no significa mayor problema. En cambio, las plantaciones extensivas de pocas especies sí son una verdadera bomba de tiempo para la silvicultura tropical.

Observemos los bosques tropicales: encontramos que su principal característica es la riqueza y diversidad de especies, lo que contrasta con los bosques de zonas templadas. Una hectárea de bosque tropical alberga más de trescientas especies de árboles; en un bosque templado difícilmente se encuentran más de veinte. Por ello no es raro que en las zonas templadas prosperen tan bien las plantaciones de pocas especies, pues se asemejan a su medio natural. En cambio, en países tropicales como Costa Rica las plantaciones extensivas de pocas especies son opuestas a las condiciones ecológicas, trayendo, entre otras, las siguientes consecuencias: (1) Generan condiciones favorables para la proliferación de plagas y enfermedades, lo que conlleva la aplicación de sustancias químicas que contaminan y alteran el ambiente y la vida de los organismos. (2) Empobrecen los suelos: en los bosques tropicales los suelos mantienen un balance entre la producción y el gasto de elementos y microelementos químicos; en estos mismos suelos las plantaciones de pocas especies se concentran en unos pocos elementos y rompen el balance; los suelos sobreexplotados se transforman en sustratos inertes que demandan fertilizantes químicos para seguir produciendo y el entorno se convierte en una gran sala de cuidados intensivos. (3) Erosionan los suelos: las plantaciones extensivas de pocas especies generalmente son coetáneas (de una misma edad), y al cosecharlas se aplica la tala rasa (se talan todos los árboles a la vez); los frágiles suelos quedan expuestos al sol y la lluvia, se la-

Juan Figuerola, ingeniero forestal, es coordinador del Grupo de Trabajo de Bosques de la Federación Costarricense para la Conservación de la Naturaleza (Fecon) (juaneco@racsa.co.cr).

van en poco tiempo y se pierden, y al erosionarse los problemas se trasladan a grandes distancias, llegando incluso a provocar la muerte de arrecifes de coral por exceso de sedimentos y sustancias químicas. Y no importa si son plantaciones de especies exóticas o nativas. El problema no radica tanto en las especies como en la biodiversidad y la permanencia de los nuevos ecosistemas.

Frente a esta realidad, algunos ecologistas proponemos adoptar el método de reforestación denominado *restauración ecologista del bosque tropical* (Baltodano 2004: 18-20), que consiste en propiciar la regeneración natural del bosque, asistiéndola con la siembra esporádica, dispersa y diversa, de árboles de la mayor cantidad de especies (nativas y exóticas), respetando la ecología de los bosques tropicales. Esta práctica ha sido desarrollada durante años, a distintas escalas y de diferentes maneras, a lo largo y ancho del país; incluso en la zona norte existe una experiencia que ha sido ampliamente documentada (Quirós 2002: 124-128). En el Saño de Pital de San Carlos, veinte años atrás, Félix Díaz Rivera y su familia decidieron emprender un sueño y consiguieron transformar su parcela de nueve hectáreas de piña en un bosque, experiencia tica que ya le ha dado la vuelta al mundo (Coecoceiba AT 2003).

La restauración ecologista y la regeneración natural son dos formas dignas y honrosas de reforestación tropical. Por reforestación entendemos la recuperación o restauración de la foresta o bosque tropical, con toda su dinámica y complejidad ecológica. Desde el punto de vista de la ecología tropical las plantaciones no son bosques, por lo tanto no son reforestación. Simplemente son cultivos industriales extensivos, como el banano y la palma africana.

Sin embargo, el sector industrial maderero costarricense rechaza la restauración y la regeneración natural y ha impuesto, bajo el nombre de reforestación, las plantaciones extensivas de pocas especies. Con esto no solo pecan por engaño, sino que niegan la posibilidad de desarrollar una cultura forestal propia, respetuosa de la ecología, que sea fuente de bienestar y calidad de vida para los costarricenses. La prueba la encontramos en las zonas con menores índices de desarrollo humano, que son irónicamente las zonas con más bosques, riqueza y diversidad ecológica. Y es que quien ha dominado la política forestal de Costa Rica es precisamente el sector industrial maderero, cuyo único interés ha sido producir la mayor cantidad de madera y dinero en el menor tiempo posible, dejando de lado la ecología y el desarrollo de las comunidades.

¿Es posible revertir esta situación? Es muy difícil, pues el sector maderero industrial defiende poderosamente su derecho a dirigir las políticas de reforestación a su conveniencia: las plantaciones extensivas de pocas especies se han convertido en un medio para cobrar incentivos o pagos de servicios ambientales para refores-

tación; el sector promueve empresas transnacionales que vienen en busca de mano de obra barata y exenciones de impuestos (la melina es un ejemplo: fue introducida por Ston Forestal para producir pulpa de papel y, después que la empresa se fue del país, miles de hectáreas de plantaciones quedaron a la deriva, abandonadas o produciendo con bajos rendimientos madera de baja calidad para tarimas -en el mejor de los casos).

Además, el sector maderero industrial trasciende los procesos de industrialización y comercialización de la madera. Su red de influencias se extiende a otros sectores, como por ejemplo el académico. En las dos universidades estatales donde se imparte la carrera de ingeniería forestal (Universidad Nacional e Instituto Tecnológico de Costa Rica) prevalece la línea de pensamiento *maderera* sobre la *ecológica*, e igualmente ocurre en el Catie. Y es que las plantaciones extensivas de pocas especies, además de promover tecnologías importadas y ajenas a nuestro medio, son piezas de un modelo económico global basado en el consumismo compulsivo, donde se considera exitoso y competitivo a quien es capaz de producir más dinero.

Por eso encontramos siempre a los mismos personajes definiendo políticas en la Cámara Costarricense Forestal, dando clases en las facultades de ingeniería forestal, repartiendo consultorías en las juntas directivas de Fonafifo (Fondo Nacional de Financiamiento Forestal) y de la Oficina Nacional Forestal (ambas dependencias del Ministerio del Ambiente pero integradas por una mayoría de representantes del sector maderero), respaldados por el ejército de regentes forestales con fe pública del Colegio de Ingenieros Agrónomos. Por eso, por ejemplo, para acceder a los pagos de servicios ambientales para reforestación con especies nativas en Osa, un requisito es sembrar únicamente arbolitos de los viveros de Hojancha (Guanacaste) o del Catie (Turrialba). Y por eso Fonafifo fomenta la "reforestación" a través de pagos de servicios ambientales para "manejo de rebrotes de melina".

Mientras el sector maderero industrial siga manejando las políticas de reforestación en Costa Rica, propuestas innovadoras -socialmente equitativas y ecológicamente viables-, como la de la restauración ecologista del bosque tropical, tendrán que enfrentarse a grandes obstáculos.

Por nuestra parte, seguiremos insistiendo, pues creemos que la única reforestación posible, responsable y comprometida con el futuro de Costa Rica es aquella que sirva para producir madera pero también para preservar los suelos, los mantos acuíferos, las riberas de los ríos, los ecosistemas y la biodiversidad. Y que tenga lugar para todas las especies, nativas y exóticas.

Referencias bibliográficas

- Baltodano, Javier. "Restauración ecologista del bosque tropical", en *Ambientico* 129, 2004.
 Coecoceiba AT. 2003. *La restauración ecologista del bosque tropical*. Imprenta Iberia. San José.
 Quirós, J., V. Meza y F. Mora. 2002. *Taller seminario especies forestales nativas*. Memoria / Inisefor.

Uso de especies en la reforestación en Costa Rica

ÓSCAR SÁNCHEZ

Cuando se debe decidir sobre el uso de las especies en los proyectos de reforestación es conveniente tener en consideración las siguientes preguntas: ¿Por qué las y los propietarios de la tierra o los desarrolladores de proyectos hacen o establecen plantaciones? ¿Qué interés tiene la sociedad en las plantaciones forestales y qué se espera de éstas? ¿Qué requerimientos ecológicos tiene cada especie a plantar? ¿Qué conocemos de la silvicultura y la fenología de las especies? En las respuestas a esas interrogantes están posiblemente las decisiones que llevan a escoger una u otra especie o las combinaciones de ellas.

En la mayoría de los casos, vamos a encontrar personas o empresas que plantan para obtener una recuperación de la inversión, pero no solo eso, sino también un rendimiento adecuado de la misma y ojalá en el menor tiempo posible. En otros casos, están quienes se interesan en recuperar poblaciones de especies amenazadas o en vías de extinción, o establecer plantaciones en función de la fauna local, la recuperación de cuencas hidrográficas y/o la combinación de esas y otras opciones.

Como es conocido, en Costa Rica la reforestación se inició a finales de la década de los años setenta con el programa de incentivos forestales, concretamente con la deducción de impuesto de renta por parte de las personas o empresas que establecían plantaciones forestales. Este programa buscó revertir mediante un estímulo fiscal el proceso de deforestación que venía ocurriendo en Costa Rica y que alcanzó niveles preocupantes, con las consecuencias que aún hoy estamos sufriendo. Entonces, el estado decidió invertir para recuperar tierras de vocación forestal allí donde los desarrolladores de los proyectos -en algunos casos- tuvieron como meta aprovechar el escudo fiscal que se ofreció para establecer plantaciones forestales que proveerían la materia prima para la industria forestal.

En esta etapa de la reforestación hubo mucho aprendizaje respecto del uso de especies y la selección de sitios, la recolección de semillas, la producción en viveros, el establecimiento de las plantaciones. Éste fue un período en que predominó el uso de las especies nativas estableciéndose cerca de 15.000 hectáreas con laurel (*Cordia alliodora*), 10.000 ha de pochote (*Bombacopsis*

quinatum), 5.600 ha de eucalipto (*Eucalyptus deglupta*), 1.600 ha con guanacaste blanco (*Albizia guachapele*), unas 1.600 hectáreas con pino (*Pinus caribaea*) y aproximadamente 2.000 ha con jaúl (*Alnus acuminata*). Estas plantaciones generaron muchas expectativas, algunas de las cuales no se cumplieron, y también muchas lecciones aprendidas que permitieron mejorar en muchos aspectos, con lo que fue posible evitar en lo sucesivo los yerros cometidos.

Entre lo aprendido en ese periodo está que la estrategia de incentivo fiscal limitó la participación de aquellos propietarios de tierra con potencial para la reforestación pero que no tenían que pagar renta, por lo que, lógicamente, el esquema no les brindó ningún estímulo para establecer plantaciones forestales.

Respecto del uso mismo de las especies, entre las que hubo predominio de las nativas, hubo serias dificultades para alcanzar las expectativas. Por ejemplo, el laurel, que fue la especie con mayor cantidad de área plantada, enfrentó problemas de crecimiento, de falta de mercado para los productos intermedios y de plagas y enfermedades, tales que hicieron que los reforestadores perdieran el interés por seguir propagando esa especie. En el caso del pochote, el problema más importante se presentó con la madera de los primeros raleos: ésta es una madera blanca, en su mayor parte albura, lo que ocasionó un desinterés por la especie ya que esta situación hizo que los turnos de cosecha previstos se alargaran más de lo que económicamente era aceptable para los reforestadores.

Finalizada esta generación de incentivos, el esquema cambió y en 1986 se revisó la legislación forestal y con la Ley forestal No 7132 se crearon los certificados de abono forestal (*caf*), títulos valores con los que se reconocía, una vez establecida la plantación, las inversiones realizadas en proyectos de reforestación. Aun más, para proyectos menores a 10 ha el sistema *caf* permitió girar los recursos antes de que la plantación estuviera establecida, tramitando los proyectos a través de organizaciones que garantizaban el uso eficiente de los recursos, proveían las plántulas, la asistencia técnica y, en algunos casos, hasta la industrialización de los productos. En esta segunda generación de incentivos se incrementó el uso de especies exóticas como la melina (*Gmelina arborea*) y la teca (*Tectona grandis*) sin abandonar del todo el uso de algunas especies nativas como laurel

Oscar Sánchez Chaves, ingeniero forestal, es coordinador de pagos de servicios ambientales del Fondo Nacional de Financiamiento Forestal (Fonafffo)

(*Cordia alliodora*) y jaúl (*Alnus acuminata*). Al igual que en el período anterior, en éste hubo aciertos y desaciertos, pero de alguna manera se empezó a corregir los errores de los años anteriores. Se tuvo mayor cuidado en la selección de los sitios a plantar y una mejor técnica en la selección del material vegetativo a propagar, pero se dió una deficiencia generalizada en el manejo de las plantaciones que ha incidido en la calidad de la madera y, consecuentemente, en el precio que se obtiene en el mercado de ella. Para este período de los *caf* las regulaciones establecidas limitaban hasta en un 10 por ciento del área total de los proyectos el uso de especies "nuevas", de las que aún no había plantaciones en el país. Esto con el fin de ir generando a nivel nacional la información para decidir posteriormente sobre la propagación y conocer el comportamiento local de esas especies, fueran nativas o exóticas.

En el período 1986-1995 también se estableció una modalidad de incentivo que básicamente permitía obtener la protección de las fincas contra precaristas y la adquisición de bienes exonerados de impuestos necesarios para establecer las plantaciones. Esta modalidad conocida como reforestación con recursos propios atrajo el interés de empresas que invirtieron de manera importante en plantaciones de teca y melina, sobresaliendo empresas como Flora y Fauna S. A, ubicada en la zona norte del país, que estableció unas 2.000 ha de teca y cerca de 75 ha de nativas; Bosques de Puerto Carrillo, hoy conocida como Panamerican Wood, que también plantó unas 3.000 ha con teca; Precious Woods Ltd., con unas 2.543 ha de teca, 970 ha de pochote y 260 ha de otras nativas -ubicadas estas tres empresas en Guanacaste-; Ston Forestal, que plantó cerca de 15.000 ha de melina en la zona sur del país; Ecodirecta con 900 ha de teca y nativas y Barca S.A. con 600 ha de teca.

Luego del período de los *caf* hay una nueva generación de estímulos para los reforestadores: el *pago por servicios ambientales*, establecido en la *Ley forestal* vigente (N° 7575), la cual reconoce que las plantaciones: (a) mitigan gases efecto de invernadero, (b) protegen aguas, (c) mejoran el paisaje y (d) protegen la biodiversidad al producir madera que si no sería extraída de los bosque naturales. En esta etapa se ha continuado plantando melina y teca, que en conjunto abarcan alrededor de 12.000 ha en los años 1997 al 2004, de estas un 75 por ciento aproximadamente corresponde a la primera especie. Pero actualmente hay un interés por el uso de especies nativas, entre ellas: almendro (*Dipteryx panamensis*), botarrama (*Vochysia ferruginea*), cebo (*Vochysia guatemalensis*), pilón (*Hieronima alchorneoides*), amarillón (*Terminalia oblonga*), cedro maría (*Calophyllum brasiliense*); de éstas y otras en los últimos ocho años en conjunto se ha plantado cerca de 12.500 ha.

En este período de los *psa* ya no existen restricciones respecto del uso de las especies, siendo una decisión compartida entre el o la propietario/a y su asistente técnico o regente, para lo cual, atendiendo el objetivo de

la plantación, se consideran las características del sitio, las necesidades ecológicas de las especies y los mercados y usos de las especies, siempre considerando que el factor económico tiene el mayor peso en la decisión por unas u otras especies. Es importante hacer notar que a partir del año 2003 se aceptan proyectos con las especies forestales vedadas según diferentes decretos por considerarlas en vías de extinción, pero lamentablemente el área solicitada bajo esta opción es muy baja. También a partir de 2005 se ha considerado como una opción de reforestación la regeneración natural siempre y cuando el sitio cumpla con una cantidad mínima de brinzales y/o latizales de valor comercial que garanticen que se establezca una masa forestal de valor.

Finalmente, podríamos decir que en nuestro país tanto las especies exóticas como las nativas han generado buenas y malas experiencias, y las decisiones para usar unas u otras depende de las condiciones del sitio, del desarrollo tecnológico, de los recursos disponibles, del tiempo que el reforestador esté dispuesto a esperar por el retorno de su inversión y del conocimiento mismo acumulado de las diferentes especies que minimice la incertidumbre que siempre ronda en una actividad de tan largo plazo como es la reforestación.



era verde

La voz de la Naturaleza

Lunes 8 pm
Domingos 6:30 pm



Nativas o exóticas según pertinencia económica

GUILLERMO NAVARRO Y MIROSLAVA MORÁN

Hace más de dos décadas el gobierno costarricense estableció un programa de fomento del cultivo de madera, por medio de plantaciones forestales, para contrarrestar los procesos de deforestación y por el miedo de una futura carencia de madera. Con la perspectiva de que lo que crece más rápido es lo más rentable, en las etapas iniciales del programa se favorecieron especies forestales de rápido crecimiento y cuya silvicultura era más conocida, privilegiándose, entonces, especies exóticas como -entre otras- ciprés, melina, teca, pino y eucalipto. Así, la efectividad de la actividad de reforestación se midió más por la cantidad de área sembrada que por la calidad y el valor de las maderas cultivadas. El resultado fue positivo en términos de recuperación del área con cobertura forestal en el país; sin embargo, la comercialización del producto fue problemática porque la falta de un buen manejo forestal, en cuanto a podas, raleos y control de sanidad, redujo la calidad de la madera. Además, faltaban mercados para maderas de diámetros menores y, sobre todo, para las de especies exóticas, que tuvieron que comercializarse inicialmente como maderas de baja calidad en productos industriales como tarimas.

Por lo anterior, si se pretende seguir fomentando las plantaciones forestales como parte de una estrategia nacional, la actividad debiera de orientarse desde otro punto de vista: el de los beneficios económicos provenientes de los mercados de madera y de servicios ambientales. A continuación se explicará el rol del árbol -o el bosque- como capital y se expondrá cómo esta visión condiciona la edad de cosecha, la escogencia de la especie forestal y el sistema de producción.

El árbol y el bosque, incluyendo las plantaciones forestales, como productores de madera pueden ser considerados depósitos de riqueza. Puesto que el tiempo es uno de los insumos más característicos de la producción de madera, la actividad se asemeja bastante a la compra de un certificado a plazo o de una acción en la cual se invierte con la esperanza de que con el paso del tiempo se dé un retorno atractivo. Evidentemente, los árboles y los bosques producen muchos beneficios que van más allá de los financieros, pero el análisis fi-

nanciero es un buen marco de referencia (Klemperer 1996) para evaluar la aceptación de la actividad por la sociedad, más aun considerando la voluntad de pagar por los servicios ambientales de los árboles cultivados para madera. Al igual que el dinero asegurado en un certificado a plazo crece a cierta tasa de interés, el árbol, al ser al mismo tiempo el producto y la fábrica, irá almacenando volumen cada año. Desde el punto de vista del productor, el árbol no solo crecerá en volumen sino también en términos de valor considerando el mercado de la madera que se está cultivando (volumen x precio). Si se considera el certificado a plazo como el costo de oportunidad de invertir en una plantación forestal, podremos decir que como inversionistas vamos a cortar los árboles cuando la tasa de crecimiento porcentual del valor del capital invertido (árboles y tierra) sea igual o inferior a la tasa de interés que este capital ganaría en un certificado a plazo. Tal vez la pregunta fundamental del cultivo de madera que debemos rescatar es: ¿cuándo se van a cortar los árboles, para empezar a gozar del retorno sobre el capital invertido? Pregunta difícil incluso dentro de un contexto financiero. Así como la corta final del árbol depende del crecimiento porcentual de su valor, éste depende a su vez de varios factores: la especie forestal, con su patrón de crecimiento y su precio, que reconoce de forma implícita la calidad de la madera y su demanda respecto de su abundancia y de la dificultad de obtenerla o producirla. Otros factores que afectan la corta final son las condiciones de sitio, el sistema silvicultural o de producción, el tipo de producto, la intensidad del manejo forestal y otros factores únicos del inversionista como su conocimiento de la actividad, su nivel de liquidez y la impaciencia.

Tradicionalmente, en Costa Rica el cultivo de madera se ha orientado tratando de encontrar una especie forestal que se ajuste a los requerimientos del terreno, en lugar de definir primero el producto forestal y el tipo de madera que el mercado está demandando. La pregunta, entonces, sería si esa especie se puede producir eficientemente en un terreno específico o se procede a la búsqueda del área apta para su producción. Con esto en mente podemos discutir el dilema entre especies exóticas y nativas. Se piensa que las especies nativas pueden aportar mayores beneficios ecológicos y que cuentan con mayor resistencia a las condiciones del me-

Guillermo Navarro, economista forestal, y Miroslava Morán, ingeniera forestal, son investigadores en el Catie (gnavarro@catie.ac.cr) (mmoran@catie.ac.cr).

dio y a la presencia de pestes y enfermedades. Sin embargo, el término *nativo* es poco explícito, porque que una especie sea nativa de Costa Rica no significa que podrá desarrollarse exitosamente en cualquier parte del país; entonces, el término debería de estar más ligado a la distribución natural que a un espacio político. En todo caso, la variación genética de las especies respecto de procedencias y variedades también debiera de ser un factor de consideración; por ejemplo, la especie *Cordia alliodora*, de amplia distribución en Centroamérica y Suramérica, ha desarrollado fenotipos (variedades) y adaptaciones (procedencias) genéticamente diferentes debido a los accidentes geográficos donde se han desarrollado poblaciones aisladas. Es así que podemos estar utilizando una especie que ocurre en el país (nativa), pero utilizando una procedencia o variedad diferente como si se tratara de una especie exótica. Por otro lado, muchas especies exóticas han probado tener buenos resultados en Costa Rica, como *Gmelina arborea*, *Tectona grandis* y algunas especies de eucalipto y pino. Sin embargo, malas experiencias con especies nativas y exóticas han tenido que ver con la falta de cuidado a la hora de empatar la especie con el sitio: por ejemplo, omitiendo detectar un nutriente crítico o ausencia de micorizas necesarias para el desarrollo. Una vez que hemos definido un producto forestal, se puede decir que cuando una especie nativa cumple con los objetivos del cultivo (producto) y de adaptación al sitio, vale la pena considerarla como una buena alternativa (Evans 1992).

En general, el mercado de la madera está aún restringido a ciertas especies; sin embargo, en los últimos años, a raíz de la carencia de madera, muchos árboles considerados no comerciales han pasado a ser comerciales, como el poró, el ceibo, el jobo y el guácimo colorado; y muchos otros han pasado del estatus de maderas blancas o formaleta al de maderas semiduras, como el fruta dorada, el jaúl y el espavel. Además, muchas especies nativas no son tan conocidas internacionalmente y no cuentan con un mercado en el corto plazo; aunque eso no significa que no se pueda llegar a su comercialización a gran escala. De hecho, la empresa Portico realiza grandes exportaciones de un producto acabado procedente de la especie nativa *Carapa guianensis*, caobilla, aunque eso ha supuesto un esfuerzo considerable de mercadeo para posicionar tal especie como un tipo selecto de caoba.

Por otra parte, se ha comprobado que la velocidad de crecimiento de la especie no debería de ser tan determinante para la rentabilidad del cultivo. Navarro (2004) demuestra que inversiones forestales con laurel y teca, dos maderas semiduras de medio crecimiento, una nativa y una exótica, con precios de madera en pie de entre \$80/m³ y \$110/m³, con rotaciones de 22 y 24 años, son 12 y 48 veces más rentables –respectivamente– que la melina, de rápido crecimiento y con precios de \$50/m³ y con rotaciones de solo 11 años. Por lo tanto, independientemente de que la especie sea exóti-

ca o nativa, debe de existir una adecuada relación precio-patrón de crecimiento para que el cultivo de ella pueda asegurar un retorno de la inversión considerando los costos de todos los capitales invertidos (dinero, tierra, maquinaria, mano de obra, *know-how*, etcétera).

Las plantaciones forestales, como sistema silvicultural intensivo, tienen un flujo de caja que por lo general contempla una inversión inicial fuerte, correspondiente a la reforestación, y posteriormente se debe de asumir una serie de costos anuales destinados a cubrir las actividades de mantenimiento y algunos tratamientos silviculturales para llegar a producir madera de calidad. A muchos productores la falta de liquidez les imposibilita, pues, dedicar parte de sus tierras al cultivo forestal, pero ese problema puede solventarse utilizando sistemas de producción forestal ajustados a los tipos de productores. Sistemas atractivos para pequeños productores son el agroforestal y el silvopastoril, en los que el cultivo principal puede absorber los costos de mantenimiento del cultivo forestal y éste ayudar a la capitalización de las fincas.

Como con cualquier producto, la rentabilidad de la producción de madera también está condicionada por la existencia de un mercado atractivo, estable y creciente. Se calcula que en el mercado tico de madera habrá, en 2010, un déficit de más de 850.000 m³ (Arce y Barrantes 2004). Por otro lado, Costa Rica tiene condiciones especiales para producir maderas tropicales semiduras que le dan ventajas comparativas naturales, porque se ubica dentro de los rangos de distribución de maderas nativas de alto valor comercial como la caoba, el cedro amargo y el cocobolo, que pueden crecer con buen ritmo, además de que existen condiciones favorables para el transporte gracias a la cortedad de las distancias entre los sitios de cosecha, las industrias y los puertos.

Hay una necesidad nacional de fortalecer el sector de producción de madera cultivada, que tiene la responsabilidad de satisfacer una creciente demanda de madera de alta calidad y que, además, cuenta con el potencial para ser competitivo nacional e internacionalmente, pero para esto se requiere un marco legal e institucional claro, sin el no puede desarrollarse una actividad comercial competitiva y creciente. Asimismo, por la naturaleza de la actividad debe de promoverse mecanismos financieros innovadores que solventen las necesidades de capital de inversión y producción, para lo cual tiene que haber una política clara que promueva la creación de fondos de inversión forestal en el sistema bancario nacional y que éste termine por reconocer el árbol como garantía prendaria que le permita un rol importante en tanto activo que apoye al inversionista al financiamiento de otras actividades productivas. Al igual que en otros países desarrollados, debiéramos de reconocer como parte del portafolio de inversiones de fondos estratégicos de captación (como, p. e., los de pensiones) la compra y el establecimiento de plantaciones forestales de especies de alto valor comercial, ya que se

ajustan a las condiciones de una actividad de largo plazo, tienen un *premium* de riesgo bajo y cuentan con un retorno muy aceptable.

Otra necesidad de los productores forestales es la de gozar de liquidez adelantada de los ingresos netos de la cosecha final, para lo que se debe de fomentar un mercado de madera inmadura y fortalecer el mercado de servicios ambientales orientándolo a que los pagos por éstos se den en los años en que se han brindado a la sociedad. Por otro lado, se requiere otros apoyos insti-

tucionales como los seguros de cosecha, las subastas de madera, la ayuda para la creación de empresas procesadoras y comercializadoras orientadas por el mercado y el tipo de producto. Todo esto dentro de un marco institucional coherente y desregularizado que promueva el cultivo de maderas y con el apoyo de un sistema de verificación forestal que desincentive la tala y la comercialización ilegal del recurso forestal proveniente de la destrucción de bosques naturales.

Referencias bibliográficas

Arce, H. y A. Barrantes. 2004. *La madera en Costa Rica*. Fonafifo. San José.

Chagoya, J. L. 2004. *Investment analysis of incorporating timber trees in livestock farms in the sub-humid tropics of Costa Rica*. Tesis Mg. Sc., Catie. Costa Rica.

Klemperer, W. D. 1996. *Forest Resource Economics and Finance*.

de Camino R. "¿Son las plantaciones forestales un negocio rentable?", en *Conservación del bosque en Costa Rica*. Academia Nacional de Ciencias. Programa Centro Americano de Población. Costa Rica. Sf.

Evans, J. 1992. *Plantation Forestry in the Tropics*. Clarendon Press. Oxford.

Navarro, G. A. "Diseño y análisis microeconómico de los mecanismos monetarios de fomento a las plantaciones forestales en Costa Rica", en *Revista Recursos Naturales y Ambiente* 43, 2004.



A.Mata

Plantación de botarrama

SUSCRIPCIÓN ANUAL

12 ejemplares: ¢ 4.000

AMBIEN*ti*CO

Periodo suscripción: desde _____ hasta _____
(mes) (año) (mes) (año)

Forma de pago: _____ en efectivo, o _____ cheque a nombre de FUNDAUNA o
_____ depósito en el Banco Nacional a nombre de FUNDAUNA
cuenta **0010272-9**, detalle : Proyecto 033506, y enviar copia de
la boleta de depósito al fax 277-3289 (si se hace transferencia
por internet, anotar como oficina la N° 004).

Nombre: _____

Teléfonos: Oficina: _____ Casa: _____ Celular: _____

Fax: _____ Correo electrónico: _____

Correo postal (para envíos): _____

[Enviar este cupón o la información solicitada al fax 277-3289 o comunicarse con el 277-3688 o con ambientico@una.ac.cr]

Creado el Refugio Nacional de Vida Silvestre Maquenque

El 13 de junio de 2005, el ministro de Ambiente y el presidente de Costa Rica, mediante el decreto 32405-Minae, promulgaron la creación del Refugio Nacional de Vida Silvestre Mixto Maquenque en la zona de influencia de la lapa verde. Asimismo, las áreas silvestres protegidas existentes: reservas forestales Cerro El Jardín y Cureña, humedales Laguna de Tamborcito y Palustrito Laguna Maquenque, creados en 1994, cambiaron a la categoría de Refugio Nacional de Vida Silvestre, como parte del Refugio Nacional de Vida Silvestre Mixto Maquenque. Los límites de la nueva área silvestre protegida permanecen como fueron propuestos mediante el decreto 31215-Minae en 2003. De esta delimitación se excluye el Refugio Nacional de Vida Silvestre Corredor Biológico Fronterizo. El nuevo decreto reconoce que esta zona es de gran importancia por estar situada en el Corredor Biológico Binacional El Castillo-San Juan-La Selva, que es continuidad del Corredor Biológico Mesoamericano entre Nicaragua y Costa Rica, y que a su vez constituye el último bloque de cobertura forestal natural significativo que permite mantener la conectividad biológica entre ambos países, por lo que esta área conecta hábitats clave y corredores de vida silvestre que previenen el aislamiento de especies y de ecosistemas nativos.

Desde mediados de los ochenta se desarrollaron diversas iniciativas para el manejo integrado de las áreas protegidas del sureste de Nicaragua y la zona norte de Costa Rica, entre ellas la conocida como Sistema Internacional de Áreas Protegidas para la Paz (Sí-a-paz), planteada por Mario Boza en 1992, que fue la que animó el proceso de elaboración de la primera propuesta técnica de establecimiento del Parque Nacional Maquenque en la zona de humedales de Tamborcito. En 1997 nació el proyecto del Corredor Biológico Mesoamericano que busca establecer diversos corredores biológicos en el país, entre ellos el Corredor San Juan-La Selva, consolidado en 2001 por medio de un comité ejecutivo integrado por 17 organizaciones de la sociedad civil y del estado. Ese comité retomó dentro de sus principales metas la iniciativa de establecimiento del Parque Maquenque recomendada por el equipo de investigación del Centro Científico Tropical. En 2002, cuando el Ministerio del Ambiente decidió apoyar al comité ejecutivo del Corredor San Juan-La Selva en la iniciativa de establecimiento del Parque Maquenque, esa entidad nombró a un representante directo suyo y a otro del Acahn-Pital para que dieran seguimiento a las acciones referidas al proyectado Parque.

En junio de 2003, el Gobierno restringió el uso de los re-

ursos y estableció los límites preliminares del propuesto Parque Maquenque mediante el decreto 31215-Minae, que causó inquietud entre los pobladores de la zona y por ello el comité ejecutivo preparó una nueva versión del decreto con base en las recomendaciones de los propietarios de la zona. En ese mismo año, Conservación Internacional financió un estudio de tenencia de la tierra y un plan de manejo para el área del futuro Parque y, además, el comité ejecutivo del Corredor San Juan-La Selva organizó con el Minae dos talleres con propietarios de Maquenque en el que se constituyó la Fundación Maquenque Bosques para la Humanidad, integrada por propietarios de fincas y cuyo fin es participar en la gestión y manejo del área protegida mientras ésta no reciba la categoría de manejo de *parque nacional*.

En 2004, el comité ejecutivo, junto con el Centro de Derecho Ambiental y de Recursos Naturales, concluyó el estudio de tenencia de la tierra en las 60.000 ha del área, identificándose cerca de 850 propiedades. Y ese mismo comité está analizando con la Organización de Estudios Tropicales imágenes de satélite del año 2003, producidas por la Misión

Carta, con el fin de ofrecer un mapa preciso de la cobertura forestal del propuesto Parque y priorizar así sitios para la compra selectiva de tierra. Desde septiembre de 2004, gracias al financiamiento del CEPF-

Conservación Internacional, el comité ejecutivo del Corredor San Juan-La Selva se encuentra animando un proceso de ordenamiento territorial y de definición de uso de los recursos naturales con miras a la elaboración del plan de manejo del Refugio Nacional de Vida Silvestre Mixto Maquenque, en forma consensuada con los principales actores locales, los cuales solicitaron la creación de un área silvestre protegida de carácter mixto en lugar de la propuesta original de parque nacional. Con base en los diagnósticos económico, social, geológico, hidrológico, legal y biológico, se organizó una serie de talleres en la zona norte en mayo de 2005 con el fin de dar a conocer los resultados de los estudios a los interesados, dar seguimiento al diálogo abierto con los propietarios de Maquenque y recoger los insumos del público sobre la zonificación y administración del Refugio.

El decreto gubernamental de creación del Refugio Maquenque es motivo de gran regocijo para el comité ejecutivo del Corredor San Juan-La Selva, cuyos miembros han luchado desde los noventa para que se establezca un área silvestre protegida en la zona de anidamiento de la lapa verde, una especie sombrilla, cuya conservación asegura la protección de más de 200 especies de fauna y flora bajo algún grado de amenaza y de un bosque biológicamente diverso, dominado por el almendro (*Dipteryx panamensis*).

Guisselle Monge y Olivier Chassot son directores del Proyecto de Investigación y Conservación de la Lapa Verde (del Centro Científico Tropical) y coordinadores del Comité Ejecutivo del Corredor Biológico San Juan-La Selva.

ambientales

C O N T E N I D O

Número 26
Diciembre de 2004

Revista mensual de la
Escuela de Ciencias Ambientales
de la Universidad Nacional
P.O. Box 17000, San José, Costa Rica
Tel: 277-3688, ambientalco@una.ac.cr

Director y editor
Gilberto Pérez

Adjuntos
Evelyn Martínez

Comité editorial
Marcelo Pérez
Cristina Rodríguez
Marcelo Rodríguez
Sergio Laín
Evelyn Martínez
Roberto Sánchez

Distribución e impresión
Escuela de Ciencias Ambientales, Universidad Nacional, S.A.
Tel: 277-3688

Esta publicación fue aprobada
por el Consejo de la Editorial de la
Universidad Nacional de Costa Rica
N.º 001-00001

Reservados todos los derechos reservados
a favor de [Escuela de Ciencias y
Ambientales de la Universidad Nacional]
Prohibida la reproducción total o parcial
de esta obra de cualquier forma por
cualquier medio.

Esta publicación
compartió con
el espacio
Ambientico de



Reservados los derechos
de [Escuela de Ciencias y
Ambientales de la Universidad Nacional]

UNA
Escuela de Ciencias Ambientales
de la Universidad Nacional
P.O. Box 17000, San José, Costa Rica
Tel: 277-3688, ambientalco@una.ac.cr

[DOSSIER]

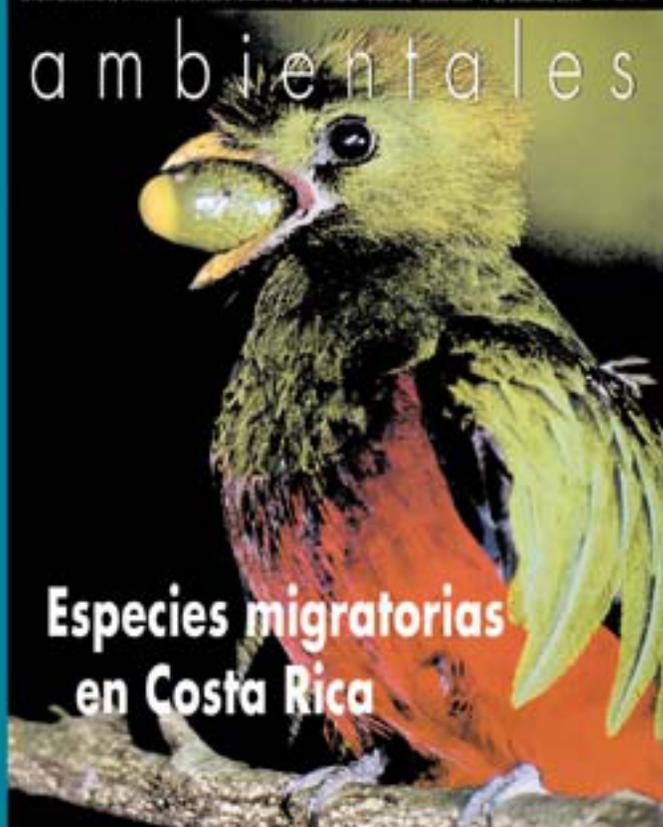
- 2 Editorial
- 3 Migración e integración de especies
Alvaro Martínez
- 13 Migraciones de la ballena jorobada
Javier Rodríguez
- 20 Migraciones de los tortugas marinas
Salmón J. Izquierdo
- 31 Ecología y migraciones de la leña rosá
*Oliver Castillo, Gustavo Murga, Ulises Adams,
George Powell y Susanna Palmason*

[OTROS TEMAS]

- 43 Diversidad biológica y productiva para la
sostenibilidad de la pequeña finca
Wilhelm Jansen
- 56 Validación de método para determinar
niveles de SO_2 , NO_2 , Cl y CO_2 en material
particulado PM_{10} en San José
Sotara Rodríguez y Jorge Herrera
- 64 Calidad y manejo de zonas de neblina y
residuos del serrío
Marcelo Gómez y Diana Ordoñez

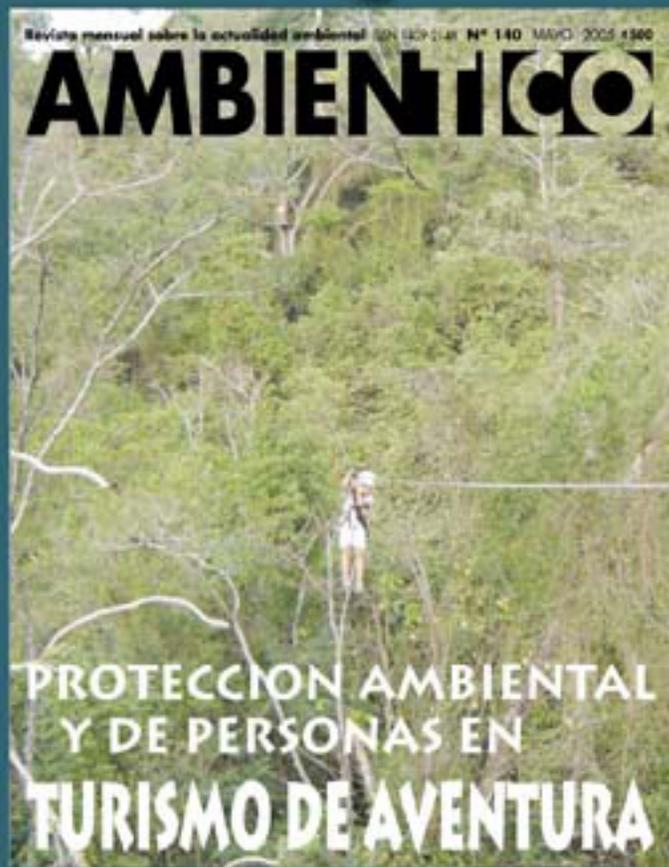
REVISTA MENSUAL DE LA ESCUELA DE CIENCIAS AMBIENTALES UNIVERSIDAD NACIONAL, COSTA RICA, Nº 26 DICIEMBRE 2004, 104 PÁGS. \$ 3.000

ambientales



Especies migratorias
en Costa Rica

[A LA VENTA]



[Información y pedidos: 277-3688, ambientalco@una.ac.cr]