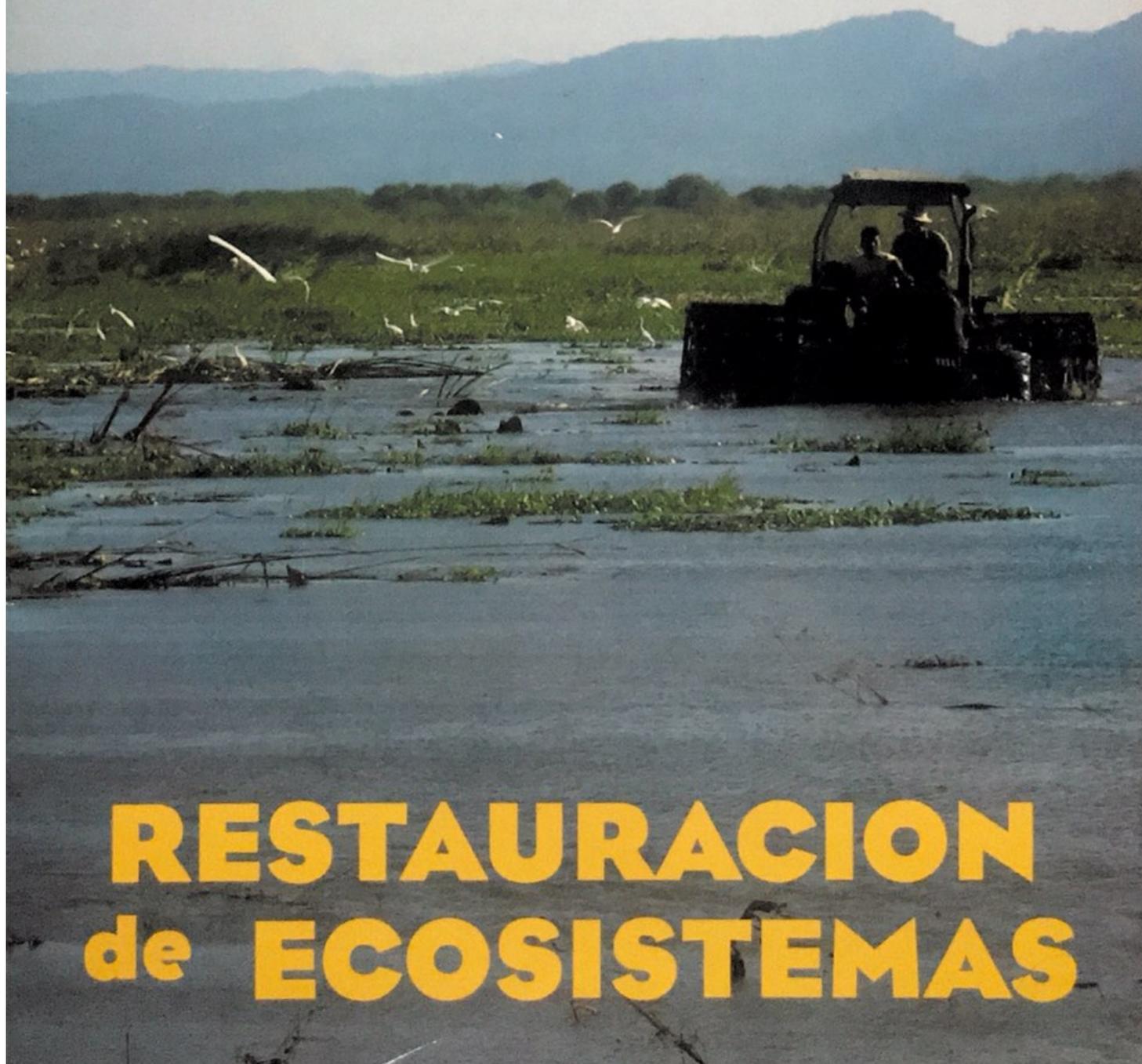


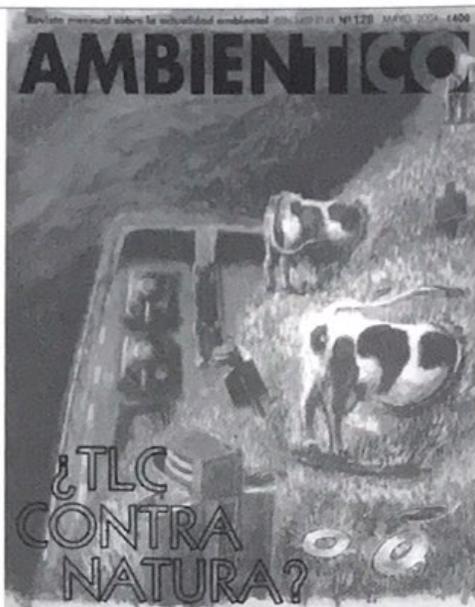
Revista mensual sobre la actualidad ambiental ISSN 1409-214X N° 129 2004 €400

AMBIENTICO



**RESTAURACION
de ECOSISTEMAS**

[A LA VENTA]



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

San José
volando 

OCUPA TODO EL ESPACIO
Guía urbana

EN JUNIO

- Análisis del proyecto legislativo que pretende modificar la Ley de Ordenamiento Marítimo Terrestre.
- Impacto ambiental en el Golfo de Papagayo del Hotel Four Seasons.
- Análisis del Proyecto de Ley sobre Concesión de Islas del Golfo.
- Reflexiones sobre el proyecto Bandera Azul Ecológica



Lunes 9 p.m. • Domingos 8:30 p.m. Canal 15 - UCR

SUMARIO 129

TEMA DE PORTADA

| | |
|--|-----------|
| Editorial El llamado de la selva | 3 |
| Mauricio Castillo y José Guzmán Cambios en cobertura vegetal en Palo Verde | 4 |
| Julio Calvo y Óscar Arias Restauración hidrológica del humedal Palo Verde | 7 |
| Federico Rizo Humedal La Bocana precisa restauración | 9 |
| Florencia Trama Restauración de humedal Palo Verde para aves | 11 |
| Johanna Hurtado Arrozales de Palo Verde son humedales para aves | 12 |
| Carlos Morales El factor humano en la regeneración de bosques | 16 |
| Javier Baltodano Restauración ecologista del bosque tropical | 18 |
| Felipe Montoya Rehabilitación de agroecosistemas | 21 |

OTROS TEMAS

| | |
|--|-----------|
| Luis Poveda Réquiem por Alexander Skutch | 6 |
| Fundación Amigos de la Isla del Coco Isla del Coco, tesoro natural más que parque nacional | 23 |

Ilustración de portada: F. Rizo

Esta publicación
contó con
el apoyo
financiero de



AMBIENTICO

Revista mensual sobre la actualidad ambiental
Nº 129 JUNIO DE 2004

Director y editor Eduardo Mora Asistente Natalia Jojart.
Consejo editor Manuel Arguello, David Kaimowitz, Luis Poveda, Rodia Romero.
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

El llamado de la selva

En la historia humana la norma ha sido simplificar los ecosistemas: alterarlos de manera que haya en ellos menos especies vivas constitutivas y, concordantemente, que las relaciones internas sean menos numerosas y más sencillas y, consecuentemente, que la energía que fluye dentro de ellos sea aprovechada apenas por unos pocos organismos: los elegidos por la economía humana (vacas en vez de dantas, naranjas en lugar de insectos, árboles maderables en vez de pájaros...). Lo extravagante es complejizar los ecosistemas: más organismos, más relaciones, más distribución de la energía pasando por más "compartimentos" y, por ende, más altos niveles de equilibrio ecosistémico. Hacer esto último es la restauración de ecosistemas, ahora tan necesaria como lo es y lo seguirá siendo para la supervivencia humana la sempiterna explotación de ellos.

Ante el familiar panorama de ecosistemas devastados por la explotación humana se suele hacer lo siguiente: (1) nada, (2) aplicar tecnologías de mayor productividad aunque no más amigables con el ambiente, (3) introducir tecnologías menos predatorias que permitan mantener el estadio de madurez ecosistémico requerido para continuar su explotación sin rendimientos decrecientes o (4) restaurar el medio ecosistémico. Cuando se opta por esto último se está -en términos gruesos- ante dos alternativas: dejar el ecosistema a la mano de Dios -y no de los agentes económicos, aunque sí puede ser con alguna vigilancia técnica- o desplegar un programa de acción para la rehabilitación del ecosistema: o sea, cesar o hacer sobradamente sostenible la explotación de él, reforzando su natural tendencia al reequilibrio (a la recuperación de su "ruta" de sucesión ecológica) mediante la disminución o eliminación de especies invasoras u oportunistas y la

reintroducción o aumento de otras originales y mediante "obras" en el terreno cuyo fin es el reestablecimiento de las redes de relaciones y flujos de energía propios de la estructura original del ecosistema.

Afortunadamente, cada día es menos raro -aunque aún se está muy lejos de lo requerido- el emprendimiento de acciones sistemáticas de restauración de medios naturales: de ecosistemas fluviales urbanos o semiurbanos, de ecosistemas marinos sobreexplotados por la pesquería, de humedales costeros muy contami-

nados y saqueados, de ecosistemas urbanos creados y desarrollados en función exclusiva de las necesidades del crecimiento industrial... también de restauración de la capa de ozono, del equilibrio atmosférico, etcétera. Con eso se procura recuperar recursos naturales y, más allá de ello, recuperar un orden perdido, un orden que cada vez más se siente y conceptúa como obediente a las leyes naturales y no a las humanas.

En un giro autocrítico respecto del homocentrismo, pues, empezamos a actuar de acuerdo al principio de que las actividades humanas deben, si no "estructuralmente" derivar del orden de la naturaleza, sí por lo menos adaptarse a las leyes de lo natural, porque de lo contrario... habrá que hacer gigantescas erogaciones dinerarias o enfrentar la catástrofe.

La restauración ecosistémica no es un parche ni una cirugía plástica ni una imposición que se le hace al ecosistema, sino que es la recuperación del estadio de madurez del que fue arrancado para explotarlo. El ánimo ambientalista de restauración es como un dictado homeostático para la recuperación del equilibrio de la naturaleza, como un mandato teleológico surgido del mismo sistema de la naturaleza, como un llamado de la selva.



Cambios en cobertura vegetal en Palo Verde según sig

MAURICIO CASTILLO Y JOSÉ GUZMÁN

El Parque Nacional Palo Verde se encuentra ubicado en la cuenca del río Tempisque, abarcando aproximadamente 19.600 ha, de las que el 60 por ciento están ocupadas por humedales, distribuidos en cinco sectores: Poza Verde, Piedra Blanca, Palo Verde, Bocana y Nicaragua. Estos humedales albergaban, durante diferentes épocas del año, gran cantidad de aves acuáticas, constituyendo un ecosistema de gran importancia, por lo que en 1982 se constituyó el Parque Nacional Palo Verde y en 1991 el lugar fue declarado Sitio Ramsar. El humedal Palo Verde ha sufrido cambios en su cobertura vegetal, pasando de ser dominado por espejos de agua en el invierno (Slud 1980) a estar cubierto en su totalidad por las especies tifa (*Typha domingensis*) y palo verde (*Parkinsonia aculeata*). Esta transformación afecta negativamente la una vez abundante avifauna y amenaza con destruir la función por la cual fue declarado Sitio Ramsar.

Para la restauración de parte del humedal, actualmente el Ministerio del Ambiente (Minae) y la Organización para Estudios Tropicales (OET) llevan a cabo un proyecto piloto con varios componentes: uno hidrológico que busca determinar las acciones para restaurar el equilibrio hídrico del humedal, otro de control de tifa mediante el que se espera eliminar físicamente esta planta, otro de monitoreo de aves y plantas que permite establecer el impacto de la restauración en estas poblaciones y un último componente de pastoreo que busca el mantenimiento del área restaurada. Como elemento co-

mún a todas estas actividades se desarrolló un sistema de información geográfica (sig) destinado a proveer información relevante a cada uno de los componentes del proyecto y recolectar y analizar datos que faciliten la toma de decisiones en las actividades de restauración. Para determinar efectivamente el deterioro del humedal y planificar las acciones a seguir se hace necesario tener datos sobre la cobertura vegetal de él y analizar su variación a través del tiempo, lo cual los sig permiten hacerlo rápidamente y a bajo costo.

Para generar los mapas se utilizaron cuatro imágenes de satélite Landsat de los años 1975, 1986, 1992 y 2000. Cada una fue corregida de efectos atmosféricos mediante el método cost (Chavez 1996) para obtener una mayor fidelidad de los resultados. Posteriormente se realizó una clasificación supervisada para cada imagen, proceso que permite analizar los valores espectrales de los píxeles en las imágenes y agruparlos en categorías previamente definidas. Calculando valores estadísticos de los píxeles en la imagen una computadora es capaz de asignarlos a las clases establecidas. En Costa Rica, Helmer (2000) y Sánchez-Azofeifa (2001), entre otros, han realizado clasificaciones similares. Para seleccionar correctamente las diferentes categorías se utilizaron fotografías históricas (1978, 1979) y fotografías aéreas (1976, 1986, 1998).

Adicionalmente se realizaron otros análisis mediante los cuales es posible determinar, para cada imagen, la cantidad de vegetación activa y su densidad. Finalmente, con el objetivo de tener un resultado visual homogéneo se "filtraron" los mapas obtenidos de manera que solamente

Mauricio Castillo y José Guzmán, ingenieros, trabajan en sistemas de información geográfica en la Estación Biológica Palo Verde (de la Organización para Estudios Tropicales).



aquellas áreas continuas mayores a nueve hectáreas se representaron. Todas las áreas continuas menores a este valor fueron asignadas a la categoría mayor más cercana. Se debe tener en cuenta que al realizar este proceso se está sobreestimando ligeramente la extensión de cada categoría.

Los resultados de la clasificación permiten ver cómo la composición vegetal del humedal ha cambiado desde 1975 (cuadro 1). Para ese año la mayor parte del humedal estaba cubierta por pastizales, vegetación parcialmente inundada y suelo expuesto (84,5 por ciento); sin embargo, la resolución espacial y el procesamiento de la imagen hace muy difícil estimar la cobertura vegetal para áreas muy reducidas. El análisis de fotos aéreas e históricas per-

mite determinar que si bien existían parches de tifa y arbustos, éstos no llegaban a conformar masas extensas como en el presente. El mapa de 1975 contrasta radicalmente con el de 1986, en el que puede obser-

ría de arbustos, dentro de los cuales se encuentra el palo verde. Esta categoría empieza a aparecer en las zonas externas de la franja de tifa, la cual decrece levemente a un 53 por ciento. Datos preliminares de elevación indican que el terreno cercano al río, donde están las categorías de pastos y mangle, es más elevado que donde se encuentra la tifa; sin embargo, la aparición de arbustos leñosos puede indicar que algún cambio se ha dado en esas áreas, lo cual favorece el crecimiento de este tipo de vegetación. En el año 2000 la tifa y los arbustos leñosos son las categorías dominantes, presentando esta última un aumento significativo en su extensión (de 211 ha a 267 ha), convirtiéndose así en la tercera cobertura vegetal en importancia. A partir de los datos de 1986, 1992 y 2000 parece evidente un proceso de sucesión en el cual la tifa es reemplazada por otro tipo de vegetación empezando desde la parte externa (más cercana al río).

Cuadro 1. Cobertura vegetal en laguna Palo Verde a partir de imágenes Landsat de 1975, 1986, 1992 y 2000.

| Categoría | 1975 | | 1986 | | 1992 | | 2000 | |
|----------------------------------|-------|------|-------|------|-------|------|-------|------|
| | ha | % | Ha | % | ha | % | ha | % |
| Río y otros cuerpos de agua | --- | --- | 22 | 1,8 | 3 | 0,2 | 9 | 0,7 |
| Bosques y arbustos | 55 | 4,5 | 74 | 6,1 | 211 | 17,5 | 267 | 22,1 |
| Mangle y arbustos | 55 | 4,5 | 73 | 0,0 | 116 | 9,6 | 90 | 7,5 |
| Áreas libres de vegetación | 77 | 6,4 | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Pasto y suelo expuesto | 246 | 20,3 | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Pastizales | 226 | 18,7 | 346 | 28,7 | 226 | 18,7 | 293 | 24,3 |
| Vegetación parcialmente inundada | 550 | 45,5 | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Tifa | --- | --- | 692 | 57,3 | 651 | 53,9 | 548 | 45,4 |
| Total | 1.209 | 100 | 1.207 | 100 | 1.207 | 100 | 1.207 | 100 |

vase cómo la tifa ha colonizado una amplia franja en la parte más lejana del río (57 por ciento), mientras que pastos y potreros llegan a un 43 por ciento. En 1992 se puede observar el incremento de la catego-

Los datos generados indican con mucha claridad que el humedal Palo Verde sufrió fuertes cambios en su composición vegetal entre 1975 y 1986. El encuentro de los elementos que originaron esos cambios es un

objetivo primordial del proyecto de restauración; de igual manera se ha planteado como una necesidad no solo el control de tifa sino también el de arbustos leñosos que poco a poco han colonizado el humedal.

Los esfuerzos actuales de Minae y OET están enfocados a comprender mejor las causas que originaron este cambio de cobertura vegetal y tratar de

revertirlas. Lo anterior, junto con un plan para el control de tifa, ha llevado a resultados alentadores, pero es necesario obtener más información, como imágenes de satélite, fotografías aéreas recientes y datos de topografía en el humedal para generar productos de mayor calidad que permitan un mejor manejo de la restauración.

Referencias bibliográficas

Chavez, P. "Image-Based Atmospheric Corrections Revisited and Improved", en *Photogrammetric Engineering and Remote Sensing*, Vol. 62, No. 9, September 1996.
 Helmer, E. H, S. Brown y W. B. Cohen. "Mapping montane tropical forest successional stage and land use with multi-date Landsat imagery", en *International Journal of Remote Sensing*, 21 (11), 2000.
 Jiménez, J. 2001. *La Cuenca del Río Tempisque. Perspectivas para un Manejo Integrado*. Organización para Estudios Tropicales.
 Sánchez-Azofeifa, G. A. et al. "Dynamics

of tropical deforestation around national parks: Remote sensing of forest change on the Osa Peninsula of Costa Rica", en *Mountain Research Development*, 22 (4), 2002.
 Organización para Estudios Tropicales. *Seminario Técnico. Restauración de Ecosistemas en la Cuenca Baja del Río Tempisque*. Estación Biológica Palo Verde. Noviembre, 2003.
 Slud, P. "The Birds of Hacienda Palo Verde, Guanacaste, Costa Rica", en *Smithsonian Contributions to Zoology*, Vol. 292, 1980.

Réquiem por Alexander Skutch

sabio en ornitología y botánica costarricense, muerto el 14 de mayo a la edad de 100 años

Se nos fue nuestro viejecito del alma, se nos difuminó en la selva de Los Cusingos Don Alejandro Skutch, maestro de maestros, más que maestro amigo, hermano, padre del alma remontó el vuelo entre las alas de los cusingos Su espíritu cantará en los amaneceres y en los radiantes atardeceres, y las flores del campo con sus delicados aromas lo recibirán con cariño. Su venerable espíritu siempre será luz radiante, esperanza y cántico de amor.

Luis Poveda

Manejo integral de la cuenca del río Tempisque

Desde 1998, la Organización para Estudios Tropicales (OET) viene realizando desde su Estación Biológica Palo Verde, y en conjunto con más de 75 organizaciones, actividades para promover y alcanzar el manejo integral de la cuenca del río Tempisque. Esas actividades se agrupan en tres áreas: (1) monitoreo de niveles y calidad de agua y restauración de humedales y riberas, (2) capacitación y transferencia tecnológica y (3) sistemas de información geográfica.

Tales actividades se efectúan gracias al apoyo financiero de: Fundación CR-USA, Ducks Unlimited Inc., Servicio de Pesca y Vida Silvestre de Estados Unidos y Fundación Avina; y en coordinación con: Ministerio del Ambiente, Programa Nacional de Humedales, Administración del Parque Nacional Palo Verde, Servicio Nacional de Aguas Subterráneas Riego y Avenamiento, Instituto Nacional de Aprendizaje y Centro de Investigación en Contaminación Ambiental de la Universidad de Costa Rica.



Organización para Estudios Tropicales



CR-USA



Restauración hidrológica del humedal Palo Verde

JULIO CALVO Y ÓSCAR ARIAS

El Parque Nacional Palo Verde, declarado en 1991 *Sitio Ramsar*, se estableció por varios motivos, siendo el principal la protección de los humedales y del bosque seco tropical. Los humedales del Parque son el hábitat de 279 especies de aves acuáticas, de las que unas 60 son migratorias. Estos humedales han perdido sus características ocasionándose una degradación del hábitat, traduciéndose esto en una bajísima presencia de aves acuáticas en la estación seca. Son varias las razones de este deterioro, pero las de mayor relevancia son las alteraciones de los flujos naturales de agua en el humedal y la invasión de la tifa (*Typha domingensis*) y el palo verde (*Parkinsonia aculeata*).

La explicación de que la tifa y el palo verde hayan invadido el humedal está en proceso, habiéndose formulado hasta ahora apenas algunas conjeturas. Nosotros creemos que el humedal tuvo una alteración sensible en algún momento en su régimen hidrológico y que este hecho se exacerbó por el efecto acumulado de una secuencia de años muy secos, dándose como resultado que el humedal no se llenara del todo en varios años o que se llenara muy tarde al final del año, abriéndose una amplísima oportunidad para la invasión de esas dos especies. Otros han asociado la invasión a la prohibición del pastoreo dentro del Parque, ya que consideran que el pisoteo y ramoneo del ganado era un control a la invasión de esas plantas, sobre todo de la tifa. De acuerdo a fotografías aéreas de 1975, a fotos de paisaje históricas y al conocimiento del sitio, el humedal era un espejo de agua durante la estación lluviosa con una extensión de más de 1.000 ha cubiertas parcialmente con vegetal acuático anual. En el año 2000 el humedal ha-

bía perdido significativamente su espejo de agua sustituyéndose éste con más de 250 ha de bosques continuos de palo verde y una enorme masa compacta de tifa de más de 500 ha.

Sea cual sea la explicación de esta invasión de plantas, el problema que enfrentamos es el de cómo devolver al humedal sus características hidrológicas originales de manera que vuelva a cumplir con sus objetivos de conservación. Consecuentemente, el objetivo del *componente hidrológico* del estudio y de la labor de restauración que hemos emprendido un amplio equipo, es evaluar el balance hídrico del humedal, restaurar su régimen hídrico original y determinar el impacto hídrico de las plantas invasoras.

La evaluación del balance se inició en mayo de 2003 con la instalación de equipo para medir niveles y caudales de entrada y salida del humedal. Los datos meteorológicos son colectados en la estación meteorológica de la Organización para Estudios Tropicales. Asimismo, se han establecido ensayos para medir el efecto del palo verde y la tifa.

Un análisis nos llevó a concluir que el camino principal del Parque con destino al río Tempisque, construido en los años ochenta, bloqueó el paso natural de los flujos de la Quebrada Huertón. La principal obra de restauración que se ha llevado a cabo hasta hoy ha sido la construcción de un canal artificial, de más de 600 m de largo por 6 m de ancho, para reestablecer el flujo de esta microcuenca, que anteriormente estaba descargando probablemente en el Tempisque. Datos preliminares indican que en 2003 las microcuencas que aportan flujos al humedal llegaron a acumular 5,9 millones de m³, de los cuales un 23 por ciento fue el aporte de la Quebrada Huertón.

Con respecto al impacto hidrológico de las

Julio Calvo, biólogo, y Óscar Arias, ingeniero forestal, son profesores e investigadores en el Instituto Tecnológico de Costa Rica (jcalvo@itcr.ac.cr).

plantas invasoras solo el ensayo de palo verde ha concluido. Según análisis preliminares, los parches de palo verde implican una pérdida de lluvia por intercepción de casi el 15 por ciento de la lluvia bruta, lo cual, traducido en volumen de agua del humedal, equivale al 8 por ciento del volumen total de agua que el humedal requiere para llenarse. Se anticipa que la tifa no llegue a tener un valor tan alto de intercepción, pero su impacto podría ser igual o mayor debido a que el área que cubre es mucho mayor que la de palo verde.

Un punto a destacar de este estudio es que la presencia de la tifa y de palo verde ha creado una espiral de alteraciones en la que, entre más área se invada y más crecimiento en biomasa se dé menos agua útil habrá para el humedal, y entre menos nivel de agua tenga el humedal mejores condiciones habrá para el crecimiento e invasión de estas plantas. Esta espiral conduce irremediablemente a la extinción del humedal por sucesión vegetal, la

cual se disparó por las modificaciones del régimen hidrológico por el bloqueo de los flujos de la Quebrada Huertón y el efecto del cambio climático. Una inspección del registro de lluvias de la Estación Llano Grande (Liberia) demostró que entre 1981 y 1991 solo dos años superaron el promedio de lluvias de todo el registro, con



Por lo tanto, la degradación del humedal no es del todo un proceso natural y, consecuentemente, se justifica las acciones de restauración con la rehabilitación de los flujos de Quebrada Huertón y la eliminación y control de la tifa y el palo verde, de lo contrario el humedal desaparecería en muy corto tiempo.

El proyecto tiene como meta construir un balance hídrico del humedal para luego ajustar un modelo hidrológico que permita simular el efecto del manejo de plantas invasoras, el cambio climático y las obras de restauración. Para esto se requiere completar un estudio de la batimetría del humedal, un mapa final de la cobertura vegetal del humedal, ter-

minar los ensayos de intercepción de tifa y ajustar mejor las mediciones de flujos y cambios de nivel del humedal.

Agradecimientos

A la Organización para Estudios Tropicales, a la Fundación CR-USA, a la Fundación Avina y a Fish and Wildlife Service (USA) por el apoyo económico a los trabajos de restauración; y al Ministerio del Ambiente por su apertura y apoyo a todas las acciones emprendidas en el humedal Palo Verde.

Humedal La Bocana precisa restauración

FEDERICO RIZO

En Costa Rica se ha inventariado más de 320 humedales, 11 de los cuales están reconocidos por la convención Ramsar como sitios importantes a nivel internacional (Minae 2001, Ramsar 2003). Éste es el caso del Parque Nacional Palo Verde (PNPV), que incluye el humedal La Bocana, el cual originalmente era un humedal estacional que en la época lluviosa se llenaba con el agua de lluvia que escurría por las montañas que lo rodean y con el agua que llegaba por medio de la quebrada estacional La Mula, que en época seca se secaba casi completamente. Este humedal se mantenía aislado de los otros del PNPV con excepción de cuando el nivel del agua subía mucho, caso en el cual empezaba a desbordar hacia el humedal Nicaragua, junto al río Tempisque. En la actualidad, al dique que los separaba, llamado localmente El Cubano, se le han construido alcantarillas, por lo que el agua de La Bocana drena hacia la laguna Nicaragua (Arias 2004. *Com. pers.*).

Entre 1999 y 2000 se inició el proyecto arrocero Tamarindo en Bagaces, Guanacaste, colindante con el PNPV. Este proyecto cubre poco más de 500 hectáreas, habiéndose creado sobre lo que fue una mezcla de bosque seco espinoso y zonas de humedal. El drenaje principal de los arrozales del proyecto desemboca directamente en la quebrada La Mula, y ésta, luego de pasar por una serie de humedales con vegetación (posiblemente actuando como filtros verdes) dentro de propiedades privadas colindantes con el PNPV, desemboca en la laguna La Bocana, por lo cual ésta perdió su carácter de *estacional*, cambiándose con ello, obviamente, las condiciones físicas y ecológicas para los organismos adaptados fisiológica y morfológicamente a las condiciones anteriores. Este paso a ecosistema perma-

nente puede haber afectado de manera irreversible a algunos organismos que no pudieron adaptarse al cambio.

En 1998, en función de conservar el humedal La Bocana, técnicos de la Convención Ramsar recomendaron evitar el establecimiento de los arrozales o, si fuese demasiado tarde para ello, hacer todo lo posible por desviar las aguas residuales hacia el río Bebedero, respetando así la estacionalidad de la laguna al máximo y preservándola de la previsible contaminación por los plaguicidas utilizados en el cultivo del arroz, que son nocivos para la vida silvestre y especialmente tóxicos para las aves (Hidalgo 1986), que con frecuencia descienden a los arrozales aledaños al parque para alimentarse o descansar (el efecto de los plaguicidas en la vida silvestre no necesariamente se expresa por medio de la muerte de los individuos que han ingerido el químico, sino también mediante la disminución o pérdida de capacidad reproductiva, pérdida de efectividad en la habilidad para conseguir alimento, cambios en el comportamiento, etcétera).

En el año 2001, a raíz de la preocupación sobre lo que podía suceder con el humedal La Bocana por causa de las aguas residuales, se planteó la realización de un estudio que evaluara la posible llegada a La Bocana -adonde arriban muchas aves acuáticas- de los plaguicidas aplicados en los arrozales. El estudio, desarrollado por el suscrito (Rizo 2003) con asesoría y dirección del Programa Regional en Manejo de Vida Silvestre de la Universidad Nacional y el Instituto Regional en Estudios Toxicológicos de la misma institución, evaluó cuatro puntos clave del trayecto que recorren las aguas residuales desde los arrozales hasta la laguna La Bocana para determinar si los plaguicidas aplicados en ellos llegaban al humedal protegido. Durante el año

Federico Rizo Patrón es biólogo especialista en manejo de vida silvestre.

2001 se colectó muestras de agua para realizar análisis de residuos de plaguicidas en (1) el canal principal que trae agua de riego desde el proyecto Arenal-Tempisque, en (2) el drenaje principal de los arrozales, en (3) la quebrada La Mula y en (4) el puente La Espuela del humedal La Bocana, dentro del PNPV, después de que el agua pasa por los filtros verdes. Además de la colecta de agua se realizaron mediciones de los caudales de agua que pasaban por cada uno de los puntos mencionados.

Como resultado se detectaron seis insecticidas (del total de 23 plaguicidas que fueron mencionados por los agricultores en la encuesta que se hizo) saliendo de las aguas de drenaje, y dos de ellos -dimetoato y diazinon- entrando en el humedal en cuestión; tales plaguicidas encontrados podrían estar afectando a las aves de la zona y a la vida silvestre que se relaciona con La Bocana (Rizo 2003). Por otro lado, el caudal de agua máximo registrado que ingresaba en La Bocana fue de 2,93 metros cúbicos por segundo; tal gran caudal está asociado con la muerte de varios sectores considerables de la población de árboles de pochote (*Bombacopsis qui-*

nata, Fam. Bombacaceae), los cuales necesitan dentro de su ciclo de vida un periodo de sequía.

Los efectos de los insecticidas encontrados en La Bocana aún no han sido estudiados en el lugar, por lo que se recomendó realizar un seguimiento a las aplicaciones de plaguicidas a fin de que éstos se utilicen en las cantidades mínimas y, si es posible, se elimine el uso de diazinon y dimetoato. Asimismo, se recomendó desviar los drenajes de agua hacia el río Bebedero para tratar de retornarle a La Bocana su condición de estacionalidad.

En la actualidad, parte de las aguas de drenaje de los arrozales se ha desviado hacia el río Bebedero; sin embargo, un resto del agua residual sigue entrando al humedal La Bocana, que continúa en su condición de humedal permanente. Por lo tanto, la restauración de la estacionalidad del humedal por medio del desvío

del total de las aguas residuales de los arrozales es necesaria para reestablecer las condiciones naturales a esta laguna. De esta forma, las condiciones físicas, biológicas y ecológicas del humedal podrían retornar a un estado similar al que existía antes de la creación del proyecto arrocero Tamarindo.

Referencias bibliográficas:

- Hidalgo, C. 1986. *Determinación de residuos organoclorados en huevos de ocho especies de aves acuáticas, colectadas durante 1983-1984 en la Isla Pájaros, Guanacaste, Costa Rica*. Tesis de Maestría, Universidad Nacional. Costa Rica.
- Minae. 2001. *Política de humedales de Costa Rica*. Programa Nacional de Humedales - UICN - Minae. Costa Rica.
- Ramsar. 2003. *A Directory of Wetlands of International Importance. Costa Rica: general location of Ramsar Sites*. En: www.wetlands.org/RDB/Ramsar_Dir/CostaRica_.htm
- Rizo, F. L. 2003. *Estudio de los Arrozales del Proyecto Tamarindo: Agroquímicos y Macroinvertebrados Bentónicos en Relación al Parque Nacional Palo Verde Guanacaste, Costa Rica*. Tesis de Maestría, Universidad Nacional. Costa Rica.
- Comunicaciones personales:
Arias, Óscar (ingeniero forestal técnico en hidrología). 2004. Estación Biológica Palo Verde, Guanacaste, Costa Rica.



Restauración de humedal Palo Verde para aves

FLORENCIA TRAMA

El humedal estacional Palo Verde, con aproximadamente 1.207 ha y localizado dentro del Parque Nacional Palo Verde, ha sido considerado uno de los sitios naturales más importantes de la región centroamericana por servir de refugio a aves acuáticas residentes y migratorias. En 1991 el Parque fue designado *Sitio de importancia internacional* por la Convención de Humedales Ramsar (Ramsar 1998).

Aún en 1977 en el humedal se podía observar alrededor de 35.000 piches (*Dendrocygna autumnalis*), 25.000 cercetas aliazules (*Anas discors*) y cientos de aves residentes y migratorias (McCoy 1996). Pero en 1993, la situación había cambiado tanto, debido a un avance descontrolado de la tifa (*Typha domingensis*, Typhaceae), que cubrió aproximadamente 548 ha del humedal, y del palo verde (*Parkinsonia aculeata*, Fabaceae), que cubrió alrededor de 247 ha (González *et al.* 2003), y debido también a cambios en las características ecológicas en la laguna, que el gobierno de Costa Rica solicitó la inclusión del sitio en el Registro Montreux, que incluye aquellos humedales que requieren acciones de manejo dada la situación crítica en la cual se encuentran. Esos cambios fueron el resultado de la acción de factores como el retiro del ganado que controlaba la vegetación, el bloqueo de dos afluentes que brindaban agua a la laguna en los años 1980-1981 y las variaciones en el caudal del río Tempisque (Calvo 2003). Como consecuencia del avance de esas especies vegetales y de la pérdida de gran parte de hábitat abierto, se detectó una disminución drástica en el número de especies e individuos de aves acuáticas en el humedal, observándose en 1988, por ejemplo, menos de 3.000 piches en la laguna (Vaughan *et al.* 1996, McCoy

1996).

Como reacción, la Organización para Estudios Tropicales, el Ministerio del Ambiente y el Programa Nacional para Humedales elaboraron un plan para restaurar el humedal Palo Verde, entendiéndose el término restauración como "el retorno de un ecosistema a una condición aproximada a las anteriores a un disturbio, lo que involucra reparar el daño ecológico, estructural y funcional" (National Research Council 1992). Luego de acciones experimentales y de manejo preliminares para controlar la tifa desde 1987 hasta 2001, en julio de 2002 se comenzó con el manejo de forma intensiva en alrededor de 300 ha de humedal. La técnica utilizada fue el *fanguero*, adaptado del cultivo de arroz, que consiste en el corte y aplastamiento de los tallos de tifa bajo agua, cortando así la conducción de oxígeno de la planta y provocando su muerte. Hasta el momento, más de 300 ha se han manejado de esta forma permitiendo el desarrollo de comunidades vegetales diferentes a las presentes con la tifa en pie. Por otro lado, se han cortado árboles de palo verde en diversas zonas del humedal para disminuir el área ocupada por ellos. Asimismo, en el año 2003 se restauraron los dos cursos de agua que habían sido bloqueados con la construcción del camino hacia el río Tempisque.

Simultáneamente al comienzo del manejo del humedal fue llevado a cabo el monitoreo de las especies de aves con el objetivo de conocer la respuesta de las mismas a las acciones de restauración y los impactos producidos por el manejo. A la fecha, más de 60 especies de aves han vuelto a utilizar el humedal de Palo Verde para alimentarse, descansar o reproducirse durante todo el año o parte de éste. Por otro lado, el número de individuos alcanzó el máximo en marzo de 2004, registrándose más de 25.000 piches, alrededor de 6.000 cercetas, más de 3.500 garzones

Florencia Trama, bióloga y especialista en manejo de vida silvestre, es investigadora en el proyecto Restauración y Monitoreo de la Laguna Palo Verde.

(*Mycteria americana*) y cientos de otras aves residentes y migratorias en solo un sector manejado. Asimismo, se registró en abril de 2004 el mayor número de individuos de jabirú (*Jabirú mycteria*) (44) en esta laguna.

La respuesta de las aves demuestra que las acciones de restauración llevadas a cabo en la laguna han mejorado notablemente su hábitat por medio del reestablecimiento de otras coberturas vegetales -plantas emergentes, plantas flotantes- y de zonas con espejos de agua y suelo expuesto. En consecuencia, es necesario continuar con las acciones de manejo para mantener la heterogeneidad de ambientes en la laguna y controlar el avance de las especies invasoras.

Para el siguiente año se ha planeado el mantenimiento de las áreas manejadas y la extensión a otras áreas del humedal donde no se ha controlado el avance de las especies invasoras.

De igual modo, se ha planteado la reestructuración de las actividades de manejo mediante el uso de ganado en la laguna, debido a que actualmente éste no es totalmente efectivo. En el futuro, mejorando las condiciones de manejo con pastoreo, se espera poder controlar la tifa inicialmente con el fanguero y luego con el ganado. Conjuntamente, el manejo de niveles de agua en la laguna podría ayudar a controlar la tifa y el palo verde que solo pueden crecer en zonas altas o cuando la velocidad de llenado de la laguna es menor a la velocidad de crecimiento de estas especies vegetales.

Debido a la alta movilidad que poseen las aves acuáticas como patos, garzas y aves playeras, que frecuentemente se mueven entre los distintos humedales de una región o a lo largo de grandes distancias, es necesario contar con una estrategia de manejo y conservación de humedales a escala de paisaje. En este sentido y apuntan-

Arrozales de Palo Verde

JOHANNA

Las aves acuáticas residentes y migratorias hacen parte de la riqueza biológica, de la belleza escénica y del objetivo científico del Parque Nacional Palo Verde, reconocido como *sitio Ramsar* por sus sistemas de humedales y correspondiente uso por parte de miles de estas aves.

Contiguo al Parque se encuentran ubicados cultivos de arroz con riego, que a pesar de ser vistos como un problema

Johanna Hurtado, bióloga marina, es especialista en conservación y manejo de vida silvestre.

potencial por el uso de agroquímicos, son considerados ecosistemas de humedales artificiales caracterizados por tener ciclos alternos de inundación, drenaje y disturbios mecánicos que dan lugar a que se presente un mosaico de ambientes y presas asequibles a diferentes especies de aves acuáticas. Así lo confirmó un estudio comparativo entre la laguna de Palo Verde y los arrozales de Bagatzí, realizado durante la estación lluviosa de 2002, en el que los arrozales representaron el principal há-



do hacia un manejo integral del hábitat para aves acuáticas en la cuenca baja del río Tempisque, sería necesario restaurar otros humedales dentro y en los alrededores del Parque Nacional que requieren acciones de manejo por problemas similares, tales como Varillal, Nicaragua, La Bocana, Corral de Piedra y Piedra Blanca, los cuales en diferentes épocas del año proveen condiciones de niveles de agua óptimos para la llegada y permanencia de las aves. Así, luego de reestablecer los humedales del Parque y de sus alrededores, las aves contarán con más sitios para obtener los recursos necesarios para su ciclo de vida. Asegurar la permanencia de esos humedales dentro del Parque (principalmente pero no solo) y establecer acciones de manejo para su conservación traerá como consecuencia una mayor cantidad de aves acuáticas residentes y migratorias y una mejor calidad de ambientes disponibles para ellas, habida cuenta que por la mera pertenencia

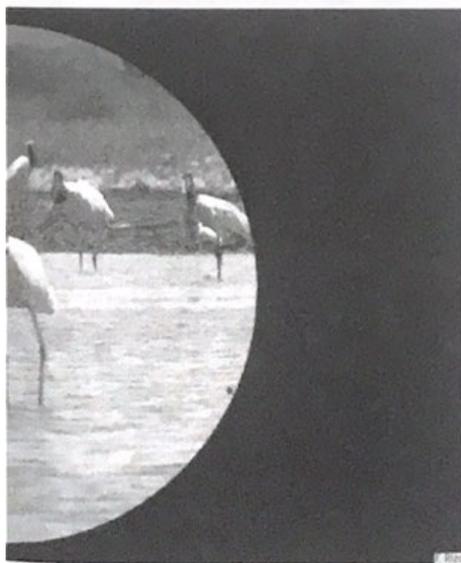
a un área protegida tales humedales están libres de las perturbaciones ocasionadas por las actividades humanas –con excepción del tractoreo en algunas épocas y algunos sectores.

Referencias bibliográficas

- Calvo, Julio y Óscar Arias. 2003. *Informe de avance restauración y monitoreo hidrológico de los humedales del Parque Nacional Palo Verde. Seminario técnico*. Inédito. Organización para Estudios Tropicales. Costa Rica.
- González, Eugenio, M. Castillo, y J. A. Guzmán. 2003. *Cambios en la cobertura vegetal del humedal Ramsar Palo Verde, Costa Rica. Seminario técnico*. Inédito. Organización para Estudios Tropicales. Costa Rica.
- McCoy, Michael. 1996. "The seasonal, freshwater marsh at Palo Verde National Park", en *Wetlands, Biodiversity and the Ramsar Convention*. Ed. Hails, A. J. Ramsar Convention Bureau - Ministry of Environment and Forest. India.
- National Research Council. 1992. *Restoration of aquatic ecosystems: Science, technology and public policy*. National Academy Press. Washington D.C.
- Ramsar, 1998. *Parque Nacional Palo Verde: Informe Final. Procedimiento de Orientación para la Gestión. Informe No. 39*. Gland.
- Vaughan, Christopher, et al. 1996. *Plan de Manejo y Desarrollo Parque Nacional Palo Verde y Reserva Biológica Lomas Barbudal*. Senar-Bid-Mirenem-Una. Costa Rica.

son humedales para aves

HURTADO



bitat de alimentación y refugio de una gran variedad de aves residentes y migratorias (51 especies), de las que el 48 por ciento fueron migratorias –especialmente patos y aves playeras provenientes de Norteamérica.

Resulta de gran importancia conservacionista la presencia en los arrozales de Costa Rica de aves que están establecidas cerca de humedales naturales, donde no solamente el número de especies sino también el número de indivi-

duos observados fue mayor en los arrozales que en la laguna de Palo Verde: de las 24 especies comunes en ambos sitios, 17 fueron más numerosas en los arrozales que en la laguna. El jabirú (*Jabiru mycteria*), la cigüeña de mayor tamaño en el Neotrópico y la especie de ave más amenazada de la región, estuvo en una densidad 35 veces mayor en los arrozales que en la laguna. Muy probablemente este tipo de cultivo ha mitigado la pérdida de hábitat en la laguna de Palo

Verde al proveer un excelente sustrato y mayor disponibilidad de recursos alimentarios, permitiendo el incremento poblacional de muchas aves acuáticas, especialmente del orden Ciconiformes durante los últimos 15 años (datos de 2002, sin publicar, de M. McCoy). De igual manera, las aves están manteniendo una dinámica de intercambio entre los dos hábitats de humedal, aprovechando los recursos ofrecidos temporal y espacialmente. Definitivamente, existe una interacción y complementariedad entre los dos ecosistemas. Las etapas del cultivo de arroz propiciaron el surgimiento de hábitats, como suelo expuesto, vegetación en descomposición y espejo de agua a poca profundidad siendo éstos los factores limitantes de la laguna durante la estación lluviosa.

Por su parte, la laguna fue un hábitat más adecuado para la reproducción y descanso, posiblemente por tener menos perturbaciones humanas y mayores componentes de cobertura. Es indudable que la laguna es más importante en la estación seca (de diciembre a mayo) cuando el nivel del agua desciende, ya que reúne las condiciones y requerimientos necesarios para las aves. Esto sugiere la importancia de ambos sistemas para la supervivencia de muchos de esos individuos. Pero la pérdida de hábitat en el área de la laguna, por la invasión de la planta *Typha dominguensis* (conocida localmente como tifa, enea o tule), condujo en años anteriores a una declinación en las poblaciones de aves acuáticas residentes y migratorias.

Es por esto que por más de 15 años se ha trabajado en el proceso de restauración de la laguna de Palo Verde. Varias investigaciones y proyectos de manejo adaptativo han sido desarrolladas en torno a ese tema por parte de investigadores que han permanecido en la zona muchos años (tal es el caso de Michael McCoy, docente del Programa Regional en Manejo de Vida Silvestre de la Universidad Nacional). Además, gracias al esfuerzo colectivo y recomendaciones estipuladas en el plan de manejo desarrollado por Vaughan *et al.* (1996), la Organización para Estudios Tropicales lidera actualmente este proceso y sus resultados se han

reflejado en el retorno de miles de aves a la laguna de Palo Verde. Fue así como en la estación seca de 2003 un total de 25.000 piches (*Dendrocygna autumnalis*) y 2.500 zarcetas (*Anas discors*), aproximadamente, arribaron a la laguna de Palo Verde. Por ende, es indudable que la recuperación de la laguna como sitio importante para las aves debe seguir siendo una de las principales razones para seguir efectuando acciones de restauración.

La actividad agrícola denominada fanguero, que en la laguna hace parte de una de las acciones de restauración, ha sido utilizada para controlar el crecimiento de la *Typha* y para propiciar la apertura del humedal (McCoy y Rodríguez 1994). El fanguero consiste en la utilización de un tractor agrícola (el mismo que se utiliza en la preparación del terreno en el cultivo de arroz) que, al pasar varias veces por la vegetación emergente alta, en este caso la *Typha*, logra aplastar y/o doblar sus tallos, cortando la fuente de oxígeno y posteriormente causando la muerte de la planta. La perturbación ocasionada por la máquina agrícola en ambos humedales resulta en un aumento de la composición y ocurrencia de un gran número de aves. Este sistema de preparación, además de crear hábitats disponibles para las aves, ayuda a que los individuos aumenten significativamente las tasas de forrajeo y el éxito de captura.

Sin embargo, la naturaleza fluctuante del nivel de las aguas en la laguna potencialmente varias limitantes sobre las aves acuáticas para su alimentación. Esto sugiere también que aunque la productividad de los humedales naturales es alta, obtenerla puede resultar difícil. Es por esto que las aves acuáticas probablemente han ampliado sus hábitos, con la habilidad de acomodarse o adaptarse a la variabilidad natural que caracteriza los humedales de Palo Verde.

Como en la investigación realizada los aspectos ecológicos se complementan con aspectos sociales y económicos, se precisó la existencia de dos graves amenazas que pueden llegar a destruir el cultivo de arroz en Costa Rica: La actual conversión de esos cultivos en caña de azúcar, por la demanda de algunos ingenios, pone en peligro su potencial como hábitat

complementario de los humedales naturales, ya que además de no proveer un hábitat adecuado para las aves sus métodos de cultivo atraen una gran cantidad de especies plaga. Adicionalmente, el uso de la quema pone en mucho más riesgo a las áreas protegidas contra incendios forestales y a las mismas parcelas de

arroz contiguas, sobre todo en la estación seca. Finalmente, el próximo Tratado de Libre Comercio parece que, por sus efectos indirectos, irá en detrimento de la conservación de un hábitat importante para las aves, sin reconocer el valor agregado que representa la importancia ecológica de este cultivo para la conser-

vación de las aves acuáticas de la zona.

Referencias bibliográficas

- McCoy, M. B. y J. M. Rodríguez. "Cattail (*Typha domingensis*) eradication methods in the restoration of a tropical, freshwater marsh", en W. J. Mitsch (ed.) 1994. *Global Wetlands: Old World and New*. Elsevier Science B. V., Ámsterdam.
- Vaughan, C. et al. 1996. *Plan de manejo y desarrollo del Parque Nacional Palo Verde y Reserva Biológica Lomas de Barbudal*. Universidad Nacional. Costa Rica.



El factor humano en la regeneración de bosques

CARLOS MORALES

A inicios de los setenta, algunos terrenos de cultivo y pastoreo de la finca El Silvestre, en Dulce Nombre de Cartago, ya no se utilizaron más, iniciándose un proceso de regeneración que dura hasta hoy. En 1973 esta propiedad fue donada a la Universidad de Costa Rica, con lo que nació el Jardín Botánico Lankester (JBL), donde hace dos años inicié una investigación con el objetivo de entender el desarrollo y la evolución de los tres bosques existentes en el JBL, en tres etapas de sucesión claramente diferentes. No existen registros acerca de la regeneración de estos bosques en las tres décadas pasadas, en contraste con los notables esfuerzos de Fournier (1973, 1988) y Fournier y Herrera (1977, 1979, 1985), quienes durante unos 35 años observaron y documentaron el desarrollo de dos bosques surgidos por sucesión secundaria en terrenos de cultivo y pastoreo en el cantón de Mora, San José. La comparación de mis observaciones con las de Fournier y con la dinámica de algunos bosques secundarios en El Tablazo y áreas vecinas de Desamparados, Tabarcia, Palmichal de Acosta, Cerro La Carpintera (Cartago) y Reserva Forestal Golfo Dulce, entre otros sitios, me ha permitido comprender aspectos del proceso de recuperación de bosques, en los cuales la intervención humana puede favorecer la restauración significativamente. El estudio de los reductos boscosos del Valle Central y de otras zonas del país podrá ayudarnos a establecer patrones para la recuperación de bosques con intervención humana activa.

A partir de este estudio ya se conoce la estructura y gran parte de la composición florística de los bosques secundarios de JBL que, regenerados, son el producto no solo de la sucesión secundaria natural, sino también de la intervención

humana, porque allí se cultivaron múltiples plantas terrestres y epífitas, nativas e introducidas. Las evidencias acumuladas hasta este punto de la investigación me permiten concluir que el papel humano en el desarrollo de los bosques secundarios de JBL ha sido sumamente relevante, en primer lugar por proteger un área para permitir la regeneración, y en segundo lugar por practicar el cultivo de diversos tipos de plantas en el área a lo largo de tres décadas. Ambos hechos han favorecido la regeneración y, al mismo tiempo, han elevado la diversidad y el número de interrelaciones en el bosque secundario. La diversidad de estos bosques es comparable a la de bosques de sitios análogos regenerados exclusivamente de modo natural. Lo que yo llamo *salud ecológica* de estos bosques se refleja en la regeneración de múltiples especies terrestres nativas, en la naturalización de varias especies introducidas (por ejemplo, *Fraxinus uhdei*, *Grevillea robusta* y *Tabebuia ipe*), en la presencia de orquídeas terrestres (que con raras excepciones faltan por completo en las primeras etapas de regeneración) y en el establecimiento y la regeneración de numerosas especies de epífitas de estirpes muy diversas (líquenes, briófitos, pteridófitos, bromeliáceas, gesneriáceas, piperáceas y orquidáceas). Esta investigación ha revelado que en el hábitat de las epífitas también ocurre un proceso de colonización, competencia y sustitución de especies a lo largo del tiempo, fuertemente relacionado con el crecimiento de arbustos y árboles.

A partir de la observación y la comparación de diversas áreas en recuperación, es posible proponer ideas prácticas para la recuperación de bosques. Básicamente, yo valoro tres estrategias: (A) regeneración natural, sin intervención humana más allá de la protección física (e.g., cercas, vallas, rondas contra incendios) del área de recuperación; (B) regeneración natural más cultivo de

Carlos Morales, botánico sistemático, es profesor e investigador en la Universidad de Costa Rica.

diversas especies de plantas de interés particular, y (C) regeneración gradual en áreas completamente degradadas (por ejemplo, pastizales o prados abandonados, barrancos, cuencas riparias) mediante cultivo sucesivo (en diferentes etapas) de (1) hierbas, arbustos y árboles pioneros, (2) árboles adaptados a bosques secundarios jóvenes y (3) trepadoras, epífitas y especies terrestres umbrófilas. Este proceso se beneficiaría, además, por el establecimiento inevitable de especies propias de los alrededores, nativas y exógenas, dada la acción del viento y la lluvia, así como de agentes polinizadores y dispersores. El cultivo de especies puede tener uno o varios objetivos: acelerar el proceso de recuperación del bosque, aumentar la diversidad de especies, reintroducir especies de la misma zona que han desaparecido localmente y reproducir especies maderables, ornamentales y medicinales -entre otras- que conviertan al nuevo bosque en un sitio para la conservación in situ y ex situ a la vez, y para el ecoturismo, la educación ambiental y el esparcimiento. Actualmente, en las zonas tropicales resulta casi utópico pensar en regenerar bosques primarios exclusivamente con las especies nativas de cada zona.

El proceso B puede revelarse como el más práctico, seguido por C y A. Respecto a B, si ya existe vegetación herbácea y arbustiva e indicios de que el suelo tiene buena estructura, el cultivo de árboles y otras plantas podría iniciarse en la primera etapa. El proceso C parece el más lento y difícil, sobre todo porque existe muy poca información y prácticamente ningun-

na experiencia en la regeneración completa del bosque controlada por el esfuerzo humano. El proceso A también es lento; además, diversos factores pueden retrasarlo más que lo normal: por ejemplo, cuando una especie herbácea, arbustiva o trepadora se vuelve dominante y dificulta la regeneración de árboles. Aun así, el proceso A tiene notables ventajas respecto al C: en el primero existe experiencia (sobre todo por los trabajos de Fournier y Herrera) y se requiere una inversión económica menor que en C o ninguna.

Si partimos de áreas completamente degradadas, allí las condiciones del suelo (fertilidad, estructura) no son apropiadas para el crecimiento de árboles. Por tanto, deberá establecerse durante años un proceso de recuperación de la calidad del suelo. Lo más práctico y barato es el barbecho. En muchos casos serían necesarios hasta cinco años de reposo. En este período es conveniente sembrar especies cobertoras y nitrificantes (sobre todo leguminosas), con el objeto de mejorar la estructura y el contenido de materia orgánica del suelo, antes de iniciar el cultivo de árboles. Al inicio podrán sembrarse arbustos y árboles pioneros (*Acnistus*, *Cecropia*, *Hampaea*, *Heliocarpus*, *Leucaena*, *Montanoa*, etcétera, dependiendo de la zona de vida y de la altitud) que soportan condiciones de matorral abierto, soleado y suelos pobres. Estos elementos pioneros ofrecen sombra y transforman el ambiente edáfico y el microclima, de manera que permitirán el establecimiento -natural o por cultivo- de especies arbóreas más delicadas en sus requeri-

mientos, que al principio crecen más lentamente a la sombra de otras plantas. De este modo, la intervención humana conciente y constructiva tendrá el efecto de acelerar y mejorar un proceso natural que todas las generaciones anteriores han destruido sistemáticamente.

Aunque en ciertos círculos académicos y políticos se habla mucho de la necesidad de restaurar ecosistemas, se desconocen aspectos muy básicos de la regeneración de bosques. La afirmación frecuente de que es imposible manejar el bosque tropical húmedo, dada su gran complejidad ecológica, es cierta cuando se trata de explotación maderera, pero ella refleja falta crónica de interés en estudiar ese bosque y realizar prácticas de restauración, que debieron iniciarse hace muchas décadas. La explotación comercial del bosque es algo muy diferente, que no tiene nada que ver con su restauración y conservación permanentes.

Referencias bibliográficas

- Fournier, Luis. "Reforestación natural y artificial en Costa Rica", en *Asociación Costarricense para la Conservación de la Naturaleza* 2, 1973.
- Fournier, Luis. "Prospects for Rainforests Restoration; a report on thirty years of forest restoration in Costa Rica", en *Tropical Rainforests; Strategies for Wise Management, Session II: Latin America and the Caribbean*. Florida International University, University Park Campus, Miami, Florida. A Conference, 27-31 de enero, 1988.
- Fournier, L. y M. A. Herrera. "La sucesión ecológica como un método eficaz para la recuperación del bosque en Costa Rica", en *Agronomía Costarricense* 1, 1977.
- Fournier, L. y M. A. Herrera. "Importancia científica, económica y cultural de un sistema de pequeñas reservas naturales en Costa Rica", en *Agronomía Costarricense* 3, 1979.
- Fournier, L. y M. A. Herrera. "Recuperación del bosque en el Premontano Húmedo y Muy Húmedo del cantón de Mora, Costa Rica", en *Revista de Biología Tropical* 33, 1985.

Restauración ecologista del bosque tropical

JAVIER BALTODANO

Desde hace más de veinte años Costa Rica ha venido invirtiendo un capital considerable en financiar y subvencionar las plantaciones de monocultivos de árboles. Solo en 2003 el gobierno destinó a pago de servicios ambientales a los monocultivos de árboles unos \$1,5 millones, de los que una buena parte se dedicó a subvencionar el rebrote de plantaciones taladas en años recientes.

El sector ecologista ha ido demostrando que en términos ambientales las plantaciones de árboles no aportan mayores beneficios. Se ha demostrado que las plantaciones de monocultivos de árboles no son bosques y que en muchos casos tienen un impacto negativo sobre la conservación de la biodiversidad, del agua y del suelo (Alpizar 2003, Baltodano 2003, Figuerola 2003, Lobo 2003). Asimismo, el sector campesino ha sido claro en expresar que el pago de servicios ambientales (incentivos) a las plantaciones "beneficia a empresarios y no al país", y, según las resoluciones del Tercer Congreso Forestal Campesino, para este sector son más importantes los sistemas agroecológicos que las plantaciones de monocultivos de árboles (Chaves 2003). Por otro lado, se ha demostrado que existen maneras de producir madera y de recuperar la cubierta forestal necesaria para la sustentabilidad del país que son ambientalmente más sanas y socialmente más justas y participativas (Coecoceiba-AT 2003).

El bosque de la familia Díaz Alvarado es un caso que ha sido estudiado y representa un buen ejemplo de cómo la regeneración secundaria del bosque tropical, junto con un enriqueci-

miento y buen manejo, tiene un gran potencial a la hora de restituir y conservar la rica diversidad de una zona tropical a la vez que produce madera de buena calidad.

Hacia principios de los años ochenta esta familia se dedicaba al cultivo de piña y tubérculos en su parcela de nueve hectáreas ubicada en la localidad de Castelmare en Saño de Pital, San Carlos, norte del país. Esta zona situada en el corazón de la llanura sancarleña, entre los ríos Tres Amigos y San Carlos, está caracterizada por sus lluvias abundantes (3-4 metros por año) y sus temperaturas cálidas y constantes. Es una región típica del trópico húmedo cuyas altas selvas originales constituyeron uno de los ecosistemas de mayor biodiversidad en el país.

La familia Díaz Alvarado empezó a restituir el bosque en su tierra a partir de 1984. Hoy, a veinte años de iniciada esa novedosa experiencia, el bosque restaurado presenta una estructura similar a cualquier bosque secundario de 15-20 años de edad en el trópico húmedo de la zona norte. Su dosel alcanza unos 25 m de altura y tiene una cobertura total. En las secciones no manejadas su sotobosque es rico en plantas de la familia Rubiaceae, Piperaceae (candelillos), Heliconiaceae (platanillos), Zamiaceae (palma fierro), Smilacaceae (zarza parrilla), etcétera.

En el sotobosque, junto con los grupos de plantas antes mencionadas, también se desarrollan una gran cantidad de arbolitos de especies forestales; algunos son hijos de grandes árboles de especies de madera fina remanentes del bosque primario que se mantienen a orillas de una quebradita que atraviesa la propiedad -ejemplo: almendro (*Dipteryx panamensis*), fruta (*Otoba novogranatensis*), guayabo de charco (*Terminalia buccidoides*), guayacán (*Tabebuia guayacan*), etcétera (ver cuadro 1).

Javier Baltodano, biólogo, es integrante de Coecoceiba-Amigos de la Tierra-Costa Rica y miembro suplente de la Junta Directiva del Fondo Nacional de Financiamiento Forestal.

En la sección norte de la parcela, su sotobosque ha sido manejado para permitir una combinación de antiguas plantas de piña, especies ornamentales (palma fierro [*Zamia* sp]),

conservación de especies forestales y especies silvestres. Entre otros ejemplos tenemos que el botarrama blanco es endémico de la región, el manú y el guayacán son especies ame-

región (Coecoceiba-AT 2003) (cuadro 2).

En la actualidad, este bosquecito se mantiene comunicado con otras áreas boscosas a través de un pequeño corredor biológico que forma el bosque de protección de la quebrada; en el resto de su extensión está rodeado de piñales y plantaciones de melina y otros monocultivos forestales. Aparte de conservar una rica biodiversidad in situ es muy probable que sirva de refugio pasajero a una gran cantidad de aves, insectos y mamíferos. Al menos tres especies de monos lo visitan (el carablanca, el colorado y el congo) y, en un futuro próximo, va a ser una fuente de material genético para la conservación de especies forestales en peligro de extinción y/o amenazadas en la zona.

Este bosque restaurado cumple con varias funciones dentro de la economía de la familia campesina propietaria. Por un lado, representa un ahorro financiero: estudios forestales han demostrado que hoy la parcela contiene alrededor de 150 m³ de madera por hectárea, de los que alrededor de 56 m³ lo conforman árboles

especies medicinales (zarzaparrilla [*Smilax* sp]) y arbolitos de especies de crecimiento lento.

Al igual que en otros bosques secundarios de la misma región, la densidad de árboles ronda los 500 individuos por hectárea. Lo mismo ocurre con su composición de especies: unas pocas especies pioneras, de crecimiento rápido y amplia distribución (el laurel, el lagarto, el manga larga, etcétera) dominan en este bosque. Sin embargo, gracias al manejo y al enriquecimiento (siembra de algunas especies), también se presentan especies de mucha importancia tanto en términos de producción de madera como en términos de

nazadas en el país y el almendro es una especie clave para la supervivencia de la lapa verde, ave cuya población en el país se encuentra severamente diezmada y se cataloga en peligro de extinción. La riqueza biológica de la parcela Díaz Alvarado es mayor que la que

presentan los bosques secundarios sin manejo típicos de la

en tallas comerciales de especies muy finas y con fustes de

Cuadro 1. Algunas características del bosque Díaz Alvarado (datos de Coecoceiba-AT 2003).

| | |
|--|--|
| Abundancia de especies (número de especies de árboles con diámetro mayor a 10 cm) | 66 especies/ha |
| Densidad (número de árboles con diámetro mayor a 10 cm) | 554 arbolitos/ha |
| Cuatro especies más comunes | Laurel (<i>Cordia alliodora</i>) Roble coral (<i>Terminalia amazonia</i>) Buriogre (<i>Trichospermum grewilfolium</i>) Lagartillo (<i>Zanthoxylum</i> sp) |
| Especies poco comunes con algún grado de amenaza de extinción y/o endémicas de la región encontradas en una hectárea | Aguacatillo (<i>Ocotea</i> sp) Almendro (<i>Dipteryx panamensis</i>) Amargo (<i>Aspidosperma spruceanum</i>) Botarrama (<i>Vochysia allenii</i>) Ceiba (<i>Ceiba pentandra</i>) Cocobolo San Carlos (<i>Vatairea lundellii</i>) Draco (<i>Swartzia</i> sp) Guanacastequillo (<i>Enterolobium schomburgkii</i>) Guayabo charco (<i>Terminalia bucidoides</i>) Guayacán (<i>Tabebuia guayacan</i>) Manú (<i>Minquartia guianensis</i>) |

Cuadro 2. Biodiversidad de plantas en el bosque regenerado Díaz Alvarado

| | |
|---|-----|
| Número total de especies identificadas (árboles, arbustos) | 137 |
| Número total de especies/ha | 65 |
| Especies de madera fina | 19 |
| Especies maderables (madera suave, semiduro) | 83 |
| Especies importantes para la vida silvestre | 39 |
| Especies amenazadas o en peligro de extinción | 9 |
| Especies endémicas | 2 |
| Especies de uso medicinal | 9 |
| Especies comestibles que apoyan la seguridad alimentaria familiar | 7 |

primera calidad (Coecoceiba-AT 2003). Esta madera aprovechada artesanalmente mediante el uso de tracción animal tiene el potencial de aportar a la familia un promedio de \$3.000 anuales. Por otro lado, el año pasado, el Fondo Nacional de Financiamiento Forestal aprobó pagarle servicios ambientales mediante un rubro denominado "pago de servicios ambientales por plantación establecida" —éste es un hecho sin precedentes—, lo que representa para la familia un monto adicional que puede alcanzar casi \$4.000 durante los próximos cinco años. Asimismo, esta parcela se ha convertido en un importante vivero de especies forestales nativas de la región al mismo tiempo que aporta otros beneficios a nivel familiar como lo son una importante variedad de frutos (aguacate [*Persea americana*], guayaba [*Psidium guayaba*], manzana [*Zyzygium spp*], ojo-

che [*Brosimum sp*], pejívalle [*Bactris gaesipes*], etcétera) y algunas plantas medicinales de uso regular por la familia (caña agria [*Costus sp*], cuculmeca [*Smilax sp*], etcétera).

Finalmente, debemos apuntar que en una zona devastada por la deforestación y los monocultivos extensivos de árboles de especies exóticas, esta experiencia significa además un espacio recreativo y educativo visitado por una gran cantidad de líderes de organizaciones campesinas, de estudiantes y turistas nacionales. Aparte, es la principal fuente de recreación de la familia Díaz Alvarado. A partir de esta experiencia y tomando en cuenta otras similares en otras zonas, el sector ecologista ha venido trabajando en una propuesta de principios y prácticas que sirvan de base para financiar iniciativas semejantes mediante el pago de servicios ambientales. Hasta el

momento, no hay una reglamentación o un rubro que permita dar ese pago a la restauración, pero esperamos que pronto ese tipo de esquemas enriquezcan tal sistema de pago, enriquezcan a las familias campesinas y nos ayuden a restaurar y conservar la rica biodiversidad que caracteriza a nuestras selvas tropicales.

[Para mayor información o visitar la finca de Félix Díaz, contactarlo en el teléfono 403-8038, o a Javier Baltodano en el 256-2764.]

Referencias bibliográficas

- Alpizar, Edwin. "No pagar servicios ambientales a plantaciones forestales", en *Ambien-tico*, 123, diciembre 2003.
- Baltodano, Javier. "Monocultivos arbóreos no merecen pago de servicios ambientales", en *Ambien-tico*, 123, diciembre 2003.
- Coecoceiba AT. 2003. *La restauración ecologista del bosque tropical*. Imprenta Iberia. San José.
- Chaves, Evelyn. "El psa a plantaciones beneficia a empresarios y no al país", en *Ambien-tico*, 123, diciembre 2003.
- Figueroa, Juan. "Pago de servicios ambientales a la tala rasa", en *Ambien-tico*, 123, diciembre 2003.
- Lobo, Jorge. "Por qué no pagar servicios ambientales a monocultivos forestales", en *Ambien-tico*, 123, diciembre 2003.



Rehabilitación de agroecosistemas

FELIPE MONTOYA

En 1992, el Programa de Sinecología y Restauración de Ecosistemas Terrestres de la Universidad de Costa Rica inició el proyecto de Restauración de la Cuenca Hidrográfica del Río Picagres, en Puriscal (San José), con el objetivo de desarrollar mediante la investigación multidisciplinaria y participativa diferentes opciones de tecnologías apropiadas que permitieran un mejor uso de la tierra en la cuenca. Se determinó que cualquier estrategia debía considerar que la ganadería se había convertido en la actividad económica más importante de la zona y que la tenencia de la tierra se concentraba en pocos grandes y muchos pequeños propietarios. Además, se consideró que cualquier estrategia debía someterse a discusión con las diferentes asociaciones de desarrollo comunal o grupos campesinos interesados para que, paralelamente a la adquisición de nuevos conocimientos sobre la recuperación de sistemas degradados, la comunidad tomara conciencia y participara en la solución de sus propios problemas ambientales.

Para probar y determinar las bondades de diversas estrategias de restauración de ecosistemas terrestres y de producción sostenible se creó parcelas experimentales representativas en la parte alta de la cuenca del río Picagres, al norte del distrito de Santiago -Puriscal-, a una altitud entre los 710 y los 1.060 msnm, con una precipitación promedio de 2.500 mm y una temperatura promedio de 20,7 °C, en una zona de vida de *bosque muy húmedo premontano*, con suelos Ultisoles, Alfisoles e Inceptisoles. Los parámetros a medir en las parcelas fueron, en términos generales: aspectos económicos, producción animal, crecimiento forestal, propiedades del suelo (cambios físicos, químicos y biológicos) y biodiversidad (cambios en la flora y fauna).

Las estrategias de restauración se desarrollaron como tratamientos por parcela, manteniendo testigos de pasto natural y de regeneración natu-

ral. Se asumió que las unidades de investigación, o parcelas, debían ser reproducibles como apartados en una situación real entre el sector de pequeños propietarios con producción agropecuaria.

En 1993 se establecieron las parcelas silvopastoriles de una hectárea en las que se plantaron árboles maderables de cedro (*Cedrela odorata*) y gallinazo (*Schizolobium parahibum*) en las cercas. Los tratamientos, aparte del testigo con pasto natural de jaragua (*Hypharrenia rufa*), jengibrillo (*Paspalum notatum*) y pitilla (*Sporobolus indica*), fueron: (1) potrero arbolado, donde se sembró plantones o estacas de gallinazo y cedro a 10 x 10 m; (2) potrero arbolado con pasto mejorado en el que, además, se sembró por medio de labranza mínima *Brachiaria dictyoneura*, *Desmodium ovalifolium*, *Stylosanthes guianensis* y *Arachis pintoi*, y (3) pasto mejorado y corredor biológico, que además del tratamiento anterior contó con un corredor biológico de 10 m de ancho en la parte central de la parcela con árboles sembrados a 3 x 3 m. Los árboles en todas las parcelas fueron fertilizados al inicio con 8:32:8 y en los años sucesivos con Nutran una vez al año. Inicialmente cada estrategia incluía dos repeticiones, sin embargo uno de los finqueros no continuó con el proyecto.

Para las estrategias forestales las parcelas fueron de media hectárea, y en ellas se sembró cercas vivas multiespecíficas con estacones sembrados cada 2,5 m combinando árboles para leña con árboles de fruta (güite, aguacatillo, muñeco, yos, etcétera). Los tratamientos fueron: (1) regeneración natural por medio de 25 núcleos de 5 m de radio esparcidos en la parcela, donde se plantaron estacas de güite (*Actinistum arborescens*) en el centro y ocho árboles de amarillón (*Terminalia amazonia*) y ronron (*Astronium graveolens*) alrededor, incorporando materia orgánica hecha con broza, granza y excremento de cabra; (2) regeneración natural por medio de tres franjas de 5 m de ancho, separadas por 3 m, donde se plantó estacas de güite y arbolitos de amarillón y ronron a 3 x 3 m, junto con la incorpora-

Felipe Montoya, antropólogo ambiental, es coordinador adjunto del programa de investigación Sinecología y Restauración de Ecosistemas Terrestres, de la Universidad de Costa Rica.

ción de materia orgánica; (3) plantación forestal en monocultivo con la siembra de amarillón a 3 x 3 m, y (4) plantación forestal en bicultivo con la siembra de amarillón y ronron a 3 x 3 m por un total de 855 árboles por ha.

El manejo consistió en limpias y rodajeas periódicas, la aplicación de fertilizante (NPK) anualmente durante los primeros tres años y el control de las zompopas (*Atta* sp) con Mirex. Inicialmente se establecieron tres repeticiones de cada una de las estrategias en fincas diferentes en la zona; sin embargo, uno de los finqueros se retiró del proyecto.

Los resultados obtenidos son: *Supervivencia y crecimiento forestal*: En las parcelas silvopastoriles la supervivencia de las especies arbóreas fue muy baja, alcanzando un cero por ciento para el cedro, debido principalmente al daño ocasionado por el ganado, al ataque del taladrador *Hypsiphyla* sp. y al ataque de zompopas. Luego de ocho años, el gallinazo logró una supervivencia máxima de entre 29 y 35 por ciento en las cercas y en las parcelas de pasto mejorado. La mayor supervivencia en el aparato con pasto mejorado posiblemente fue debido a que el ganado se entretuvo más con el forraje de mejor calidad. En general, se observó un mejor desempeño de los árboles sembrados junto con el pasto mejorado cuando se comparó con los del pasto natural, pero fue similar o un poco menor al desempeño en las cercas.

Para las parcelas forestales, la supervivencia de los árboles no superó el 50 por ciento, con el valor inferior bajo el tratamiento de núcleos, con solo un 16 por ciento. La principal razón fue el pobre mantenimiento dado a las plantas durante los primeros años. También influyeron los ataques de zompopas de-

foliadoras, la dominancia de la gramínea estrella (*Paspalum notatum*) sobre las plántulas, el problema de procedencia de las semillas, el enrollamiento excesivo de las raíces de las plántulas en bolsa y la pobre adaptación de las especies al sitio junto a la fuerte sequía en 2000-2001. El ronron observó mejor desempeño que el amarillón, pero tuvo problemas de forma con ramificaciones a muy baja altura del fuste.

En cuanto a tasas de crecimiento, el gallinazo logró un promedio de 12 m a los ocho años, con un máximo de 17 m en las cercas y parcelas de pasto mejorado. Para el amarillón, después de este período el promedio no superó los 8 m, aunque algunos ejemplares superaron los 10 m. El mayor crecimiento del amarillón ocurrió en el monocultivo bajo condiciones abiertas y libres de competencia con herbáceas. La tasa más baja se obtuvo en los árboles sembrados en núcleos. Luego de ocho años el crecimiento del ronron no superó los 4,5 m como promedio, observándose su crecimiento máximo en los bicultivos, donde superó al amarillón, ya que fue más tolerante a la sombra, pero no superó el valor del amarillón en el monocultivo. Los árboles de los núcleos no se valoraron ya que fueron sembrados después del inicio del proyecto.

Diversidad de avifauna: Se realizó un estudio de la presencia de aves comparando las parcelas de plantaciones de monocultivo-bicultivo, regeneración natural por medio de núcleos, y un bosque secundario maduro, por medio de avistamientos durante 12 semanas a partir de marzo de 1997 en horas tempranas de la mañana. La mayor riqueza de aves se halló dentro del bosque secundario con 45 especies diferentes, seguido por la regeneración natural con 41 y la plantación con 32. En las

plantaciones también se presentó un 50 por ciento menos de avistamientos que en los otros sitios. Los ecosistemas de regeneración natural y de bosque secundario compartieron un 43 por ciento de las especies. Por otro lado, la regeneración natural y el bosque secundario presentaron un comportamiento ecológico similar, aunque no compartieron una elevada cantidad de especies. Los insectívoros fueron los dominantes en las plantaciones de monocultivo y bicultivo, mientras que los frugívoros tendieron a utilizar mayormente las áreas de regeneración natural y de bosque secundario.

Composición botánica. Se realizó un inventario florístico de las parcelas de regeneración natural (franjas y núcleos) al inicio y durante el segundo período lluvioso (de agosto a diciembre de 1995). Solo 21 de las 107 especies identificadas en 1995 coincidieron con el inventario anterior. Del total de individuos solo el 22 por ciento fueron árboles, los demás fueron arbustos, enredaderas y herbáceas (familias predominantes: Asteraceae, Fabaceae, Solanaceae y Poaceae). Las especies de árboles más importantes fueron el laurel (*Cordia alliodora*) y el achotillo (*Vismia guianensis*). Entre las gramíneas dominaron el calingüero, el jaragua y el estrella. Entre los arbustos dominaron *Lasianthea fruticosa* y tuate (*Vernonia patens*). Por estas características se observa que las parcelas de regeneración aún se encontraban en etapas sucesionales muy tempranas. No obstante, la complejidad estructural y diversidad general de las parcelas aumentó con tres años de regeneración natural. Apparentemente, el tratamiento de núcleos no favoreció la regeneración natural, contrario al caso de las franjas donde se observó una drástica disminución de la cobertura de gramíneas.

Isla del Coco, tesoro natural más que parque nacional



La Isla del Coco, a 532 km al suroeste del litoral pacífico de Costa Rica, cuenta con un área terrestre de 23,85 km² y con 1.997 km² de área de ecosistemas marinos protegidos. Por su ubicación geográfica, está bajo la influencia de un complejo sistema de corrientes marinas que, excepcionalmente, la exponen a recibir organismos del continente americano y otros de origen indo-pacífico, lo que hace que su fauna y su flora (biota) sea una singular mezcla de elementos biológicos de diversos orígenes, con un componente endémico desarrollado en la propia isla como consecuencia de su aislamiento.

Isla del Coco, lugar especialmente adecuado para el estudio y monitoreo de los fenómenos climáticos y oceanográficos, es un verdadero laboratorio viviente que despierta intereses internacionales y de la humanidad, por lo que en 1978 fue declarada Parque Nacional Marino, en 1997 fue declarada sitio de Patrimonio Natural de la Humanidad y en 1998 Humedal de Importancia Internacional -bajo la Convención Ramsar.

Amenazas al Parque Nacional

Al igual que otros parques nacionales, la Isla del Coco enfrenta hoy serias amenazas, entre ellas:

- Presencia de especies no autóctonas, es decir, plantas y animales introducidos casual o accidentalmente que pueden causar erosión genética, desaparición de especies endémicas, rupturas de equilibrios y procesos ecológicos y genéticos.
- Pesca ilegal dentro y en los alrededores de la zona marina protegida, comprometiendo seriamente la fauna y los ecosistemas marinos, como la propia función de la Isla como zona de reproducción y mantenimiento de la productividad marina de la región (el "alreño" de tiburones resalta como una práctica cruel de pesca comercial que no solo pone en peligro la especie sino que muestra los abusos de una sociedad de consumo).
- Presencia humana, que en estos ecosistemas frágiles causa alteraciones ambientales (contacto físico de los buzos-turistas con los organismos marinos, destrucción de fondos marinos por deficiente anclaje, extracción de material biológico y pro-

ducción de desechos líquidos y sólidos son ejemplos de ello)

- Insuficiente capacidad de gestión para el manejo y conservación de la Isla, que se manifiesta en la carencia de recursos humanos, físicos y logísticos, en la falta de especificidad en el manejo estratégico actual y en la falta de conocimientos y procedimientos para el manejo y conservación -aspectos éstos que se constituyen en amenazas en la medida que limitan la construcción de una visión de sostenibilidad de largo plazo (esto según estudios realizados por la Fundación Amigos de la Isla del Coco, esbozados en el documento *Participación Estratégica en la gestión del manejo y conservación de la Isla del Coco*).



Amigos de la Isla del Coco

Como respuesta a los problemas, un grupo de conservacionistas y empresarios crearon en 1994 la Fundación Amigos de la Isla del Coco (Faico), una organización independiente sin fines de lucro para velar por el manejo, protección y conservación de la Isla, en coordinación con el Ministerio del Ambiente.

Con el apoyo de la cooperación internacional, la empresa privada nacional y colaboradores, Faico desarrolla proyectos de sensibilización y educación, brinda soporte financiero al Área de Conservación Marina Isla del Coco, propicia la investigación aplicada, apoya la conformación de un marco legal adecuado y promueve la responsabilidad empresarial. No obstante, las necesidades son muchas y los recursos escasos, por lo que requerimos de su apoyo y colaboración.

[Contáctenos: telefaxis: (506)258-7476 / (506)257-9257. e-mail: info@cocosisland.org / www.cocosisland.org]



Fundación UNA

PRO CIENCIA ARTE Y CULTURA

"La economía moderna procura elevar al máximo el consumo para poder mantener al máximo la producción. En vez de ello, debiéramos maximizar las satisfacciones humanas mediante un modelo de consumo óptimo (no máximo). El esfuerzo -social y ecológico- para mantener una forma de vida basada en un modelo óptimo de consumo es mucho menor que el necesario para mantener un consumo máximo".

E. F. Schumacher *Lo pequeño es bello*

[A LA VENTA]

ambientales

Número 26,
diciembre de 2002

Revista semestral de la
Escuela de Ciencias Ambientales
de la Universidad Nacional
de Costa Rica, fundada en 1995. Costa Rica.
Tel: 277-3688
Fax: 277-3688
www.ambientales.una.ac.cr

Director y editor
Edmundo Rojas

Asesor
Nancy Rojas

Comité editorial
María Ojeda
Cecilia Pacheco
Eduardo Lora
Eduardo Lora
Eduardo Lora
Eduardo Lora

Distribución e impresión
Litografía e Impresión Gráfica
Litografía e Impresión Gráfica S.A.
Tel: 277-3688

Esta publicación fue aprobada
por el Consejo de la Editorial Nueva
Publicación: 2002-0001 Costa Rica
Tel: 277-3688

Reservados todos los derechos reservados
a la Ley de Derechos de Autor y
Intelectuales. Prohibida la reproducción total o parcial
de esta obra sin el consentimiento por
escrito de la editorial.

Esta publicación
cuenta con el apoyo
económico de



Reservados los derechos de todos los
derechos reservados. C. Edmundo Rojas

CON T E N I D O

[D O S S I E R]

2 Presentación

3 Institucionalidad y carácter de la
protección de áreas en Costa Rica
Diego Rojas

8 Nuevo paradigma en manejo de áreas
protegidas
Nancy Rojas

16 Reservas de biosfera:
desarrollo local y conservación
Eduardo Lora y Gisela Rodríguez

27 Redescubriendo las zonas de
amortiguamiento
Cecilia Pacheco

36 Corredor Biológico Mesoamericano
y participación local
Eduardo Lora, Nancy Rodríguez, Nancy Rojas y Nancy Rojas

44 Participación social en áreas protegidas
colombianas
Nancy Rojas

53 Incentivos explícitos energéticos en áreas
protegidas ticas
Nancy Rojas

59 Injusticia y lucro en contratos de
bioprospección
Nancy Rojas

[OTROS TEMAS]

70 Origen en los bosques cañeros en Costa
Rica y sostenibilidad
Nancy Rojas

76 Concentración de plomo en material
particulado inhalable: San José-cañeros,
agosto-diciembre 2002
Nancy Rojas y Diego Rojas

REVISTA SEMESTRAL DE LA ESCUELA DE CIENCIAS AMBIENTALES, UNIVERSIDAD NACIONAL, COSTA RICA, N.º 26, DICIEMBRE 2002, 260 PÁGINAS

ambientales



**PARTICIPACION
Y NEGOCIOS EN
AREAS PROTEGIDAS**