




Creando un bosque

Árboles para corredores biológicos
en la región de Golfo Dulce, Costa Rica

Creating a forest

Trees for biological corridors
in the Golfo Dulce region, Costa Rica



Todas los atributos personales utilizados aparecen solamente en forma masculina (ejemplo: “editor” en lugar de “editor o editora”), pero aplican para ambos géneros.

All personal attributes in use are written only in their male form (for example: the Spanish word ‘editor’ instead of ‘editor / editora’), but apply to both sexes.

Autores / Authors

para afiliaciones ver página 136 / for affiliations see page 136



Mariana Barquero



Eduardo Chacón



Werner Huber



Daniel Jenking



Marian Lechner



Wolfgang Wanek



Anton Weber



Anton Weissenhofer



Contenido / Content

Prefacio / Preface	6
La Estación Científica Tropical La Gamba / The Tropical Research Station La Gamba	8
Corredores biológicos en la región del Golfo Dulce: un proyecto para preservar la biodiversidad en la región mediante conservación, reforestación y restauración / Biological Corridors in the Golfo Dulce region: a project to preserve the region's biodiversity through conservation, reforestation and restoration	12
Árboles de la región del Golfo Dulce para corredores biológicos / Trees for biological corridors in the Golfo Dulce region	25
Viveros forestales – guía para la construcción de un vivero / Forest nurseries – guidelines for the construction of a nursery	110
El compost, para nutrir nuestros cultivos sanamente / Compost, the method to nourish our plant cultures in a healthy way	123
Índices / Registers	
Catálogo de maderas / Catalog of woods	128
Usos de los árboles presentados / Uses of the presented tree species	130
Ubicaciones recomendadas para la plantación de los árboles presentados / Plantation recommendations for the presented tree species	132
Índice alfabético / Alphabetical register	134
Autores, agradecimientos, y créditos de fotografía / Authors, acknowledgements and picture credits	136

Corredores biológicos en la región del Golfo Dulce: un proyecto para preservar la biodiversidad en la región mediante conservación, reforestación y restauración

Biological Corridors in the Golfo Dulce region: a project to preserve the region's biodiversity through conservation, reforestation and restoration

Anton Weissenhofer, Daniel Jenking Aguilera, Anton Weber & Werner Huber

Introducción

La creación de parques nacionales, reservas biológicas y reservas forestales es una forma muy conocida de proteger los ecosistemas naturales y su biodiversidad. En Costa Rica, aproximadamente el 25% del territorio está bajo alguna categoría de protección, siendo un país reconocido a nivel mundial por sus esfuerzos de conservación. No obstante, la mayoría de los parques nacionales no están comunicados entre sí, siendo solo bosques aislados inmersos en tierras dedicadas a la agricultura. Numerosos estudios han revelado que la flora y la fauna aislada en fragmentos de bosque no puede sobrevivir a largo plazo, debido a efectos de endogamia y a la pérdida de intercambio genético. Por ejemplo, una jaguar necesita un territorio de unos 100 km² para sobrevivir y en el caso del extraordinario árbol de Corteza amarilla (*Tabebuia chrysantha*) hay solo unos pocos individuos dispersos en un área de unos cuantos kilómetros cuadrados. Estudios llevados a cabo en el Parque Nacional Piedras Blancas han documentado el papel relevante de los corredores de bosques para la supervivencia y la preservación de las especies.

Más de 3.000 especies de plantas han sido registradas en la Península de Osa y en los alrededores del Golfo Dulce. Aquí se encuentran setecientas de las 2.000 especies de árboles conocidas en el país y 23 de las 34 especies de árboles amenazadas. La Península de Osa en el sur de Costa Rica es uno de los recursos naturales más ricos del planeta, con el 2,5 % de la biodiversidad global.

Introduction

The creation of national parks, biological reserves and forest reserves is a well-established way of protecting natural ecosystems and their biodiversity. In Costa Rica, about 25% of the territory is under protection and the country is a world-renowned example for its conservation efforts. Nevertheless, many national parks are not linked to each other and only represent forest islands within agricultural land. Numerous studies have revealed that the local fauna and flora of isolated forest patches cannot survive in the long term, due to inbreeding effects and the loss of genetic variability in their populations. Species that occur naturally in low densities are particularly affected by limited patch size. For example, a single jaguar requires a territory of about 100 km² for living and survival, and the marvellous Corteza tree (*Tabebuia chrysantha*) usually only has a few individuals scattered over an area of several square kilometers. Studies carried out in the Piedras Blancas National Park documented that forest corridors are extremely important for the survival and preservation of species.

More than 3,000 species of plants have been recorded in the area of the Osa Peninsula and the Golfo Dulce. Seven hundred of the 2,000 known tree species in the country, and 23 of the 34 endangered tree species, can be found in the area. The Osa Peninsula in southern Costa Rica is one of the richest natural resources of the planet, with a share of 2.5% of global biodiversity.

¿Qué es un corredor biológico?

¿Para qué son buenos?

Antes de la llegada del hombre, la vegetación natural cubría homogéneamente la tierra. En Costa Rica, esto significa que con excepción de una estrecha franja de arena en las playas, los bosques cubrían hasta las partes más altas de las montañas. El tipo de bosque difiere de acuerdo a la altitud (bosque tropical de tierras bajas, bosque premontano, bosque montano, bosque subalpino), pero cada tipo forma un continuo sin interrumpir.

Debido a las actividades humanas, por ejemplo, el establecimiento de ciudades y pueblos, la conversión de bosques para tierras de pastoreo y para la industria y la construcción de carreteras, una gran parte de la vegetación natural ha sido destruida. Hoy en día, la vegetación natural se encuentra solo en fragmentos grandes o pequeñas, similar a islas rodeadas por un mar de áreas abiertas. En otras palabras ha ocurrido una severa fragmentación de la cobertura vegetal natural. Los remanentes de vegetación natural están aislados unos de otros, las distancias entre ellos pueden ser de hasta cientos de kilómetros.

Esta fragmentación significa un gran problema para los animales y plantas que viven en los fragmentos de bosque. Muchos animales son residentes obligatorios del bosque y no les gusta cruzar áreas abiertas para llegar a otros fragmentos. Esto sucede no solo con animales que andan en el suelo como mamíferos, serpientes, anfibios, etc, sino también para aves e insectos que pueden volar. La consecuencia de esto es que estos animales están básicamente encerrados en áreas pequeñas, a menudo demasiado pequeñas para su supervivencia. Al estar encerrados ellos no pueden encontrar los alimentos apropiados para su dieta, no pueden migrar, no pueden encontrar pareja para la reproducción o si la encuentran, son parientes cercanos, lo que aumenta la endogamia y los problemas genéticos asociados a esta. Algunos animales, como tigres, leopardos, jaguares necesitan de área muy amplia para la supervivencia y la reproducción. Ellos mueren cuando su ámbito de acción es reducido.

Esto problemas no son tan obvios en plantas, pero también ocurren con los árboles del bosque. En un bosque tropical, individuos de especies raras crecen separados por kilómetros de distancia. Su supervivencia y reproducción sólo puede garantizarse si la cubierta de vege-

What are biological corridors?

What are they good for?

Before the advent of man, natural vegetation covered the land homogeneously. For Costa Rica this means that, with the exception of a narrow band of sandy beaches and the highest parts of the mountains, the land was covered by a continuous layer of forests. The forest type differed according to the elevation (tropical lowland forest, hill forest, montane forest, subalpine forest), but each type formed an unbroken continuum.

By the activity of man, e.g. establishing cities and villages, converting forest to pasture and industrial land, building roads etc., large parts of the natural vegetation were destroyed. Nowadays, natural vegetation remains only in the form of larger or smaller patches or islands. In other words, a severe fragmentation of the natural land cover has occurred. The remnants of natural vegetation are isolated from each other, the distances in between are often many, if not hundreds of kilometers.

This fragmentation poses a great problem to the animals and plants living in these remnants. Many animals are bound to the forest and dislike crossing open land to reach another patch of forest. This not only holds true for ground-dwelling animals such as mammals, snakes, amphibians etc., but also for sedentary birds and insects. The consequence is that these animals are basically captured in small areas, often too small for their survival. They cannot find their appropriate diet, they cannot migrate, they cannot find appropriate sexual partners, or they find only relatives for reproduction (with the effect of inbreeding). Some animals such as tigers, leopardos, jaguares etc. need a huge area for survival and reproduction. They die out when their home area is scaled down.

It is not as obvious that this also holds true for the plants, e.g. the forest trees. In a tropical forest, the individuals of rare species often grow kilometers apart. Their survival and reproduction is only ensured if the area is large enough to contain many individuals, and if the appropriate pollen vectors (insects, birds, bats etc.) and seed dispersers are present. But even species whose seeds are transported by birds over large distances are threatened. If they do not fall (with the faeces) to forest ground, but to waste ground, they are lost. Either they will not even germinate or the seedlings will dry out in the sun.

tación es lo suficientemente grande como para mantener muchos individuos y si los adecuados vectores del polen (insectos, aves, murciélagos, etc) y dispersores de semillas están presentes. Sin embargo, incluso las especies cuyas semillas son transportadas por aves a grandes distancias se ven amenazadas, si las aves no logran depositarlas en el suelo del bosque y lo hacen en suelos pobres en donde se pierden. Muchas de estas ni siquiera van a germinar o si lo logran entonces las plántulas se secan por el sol.

La fragmentación del hábitat causado por el hombre es una importante amenaza para la biodiversidad. Entre más aisladas estén las poblaciones y más pequeñas sean mayor será la amenaza para las plantas y los animales. Las poblaciones se vuelven más susceptibles a perturbaciones o desastres y la diversidad genética se reduce.

¿Cómo contrarrestar estos problemas? Una manera de reducir el efecto del empobrecimiento de la diversidad genética es el establecimiento de corredores biológicos. Un corredor es una conexión entre dos parches de bosque, o más generalmente, entre dos parches de vegetación natural. Estos permiten la migración, la expansión de la distribución y el intercambio genético de las poblaciones animales y vegetales. Los corredores promueven el intercambio de individuos entre poblaciones y por lo tanto ayudan a prevenir los efectos negativos de la endogamia y de la reducción de la diversidad genética. Los

Human-caused habitat fragmentation is thus a significant threat to biodiversity. The more that plant and animal populations become smaller and more isolated, the heavier the threat becomes. They become more susceptible to disturbance and their genetic diversity is reduced.

How to counteract these problems? One way to diminish the effect of genetic depauperation is the establishment of biological corridors. A corridor is a connection between two forest patches, or more generally, between two patches of natural vegetation. It allows the migration, expansion and genetic exchange of animal and plant populations. It promotes an exchange of individuals between populations, and thus helps prevent the negative effects of inbreeding and reduction of genetic diversity. Corridors may also help facilitate the re-establishment of populations that have been reduced or eliminated due to events such as fires or animal or plant diseases. Thus, they contribute to alleviating the worst effects of habitat fragmentation.

During the past few years, the establishment of 'biological corridors', which connect isolated forests or forest patches, has received great acceptance among experts. In initiatives such as the Mesoamerican Biological Corridor Project (MBS) numerous associations and institutions, such as NGOs and universities, cooperate in order to implement such biological corridors. The vision of this specific project is a green corridor



El bosque lluvioso de la Fila Gamba vistos desde la Fila Cal / The rainforests of the Fila Gamba seen from the Fila Cal

corredores también facilitan el restablecimiento de poblaciones que se han reducido o eliminado debido a eventos como incendios o enfermedades de animales o vegetales. De este modo contribuyen a aliviar los peores efectos de la fragmentación del hábitat.

Durante los últimos años, el establecimiento de “corredores biológicos” que conectan bosques aislados o fragmentos de bosque ha recibido mucha aprobación entre expertos de la conservación. En iniciativas tales como el Proyecto del Corredor Biológico Mesoamericano (CBM), diversas instituciones y asociaciones, ONGs y universidades cooperan para el desarrollo de este concepto. De hecho, la visión de un corredor verde entre Norte y Sur América se ha desarrollado, con el fin de lograr un intercambio biológico entre los dos continentes. El punto de encuentro crucial es América Central, en donde los países tienen la misión de establecer corredores con diversos grados de protección y restringir el uso del suelo.

El Corredor Biológico de Osa

Los bosques prístinos de la región de Golfo Dulce en el sur de Costa Rica albergan los ecosistemas más diversos en América Central. El Parque Nacional Piedras Blancas (ca. 150 km²) y el Parque Nacional Corcovado (424 km²) están protegiendo bosques lluviosos de tierras bajas rodeados por tierras agrícolas y otros bosques sin

belt between North and South America, with the aim of increasing biological exchange between the two continents. The crucial meeting point is Central America, the countries of which are challenged to establish corridors with varying degrees of protection and restricted land use.

The Osa Biological Corridor

The pristine forests of the Golfo Dulce region in southern Costa Rica harbour the most diverse ecosystems in Central America. The Piedras Blancas National Park (approx. 150 km²) and the Corcovado National Park (424 km²) are protected lowland rainforests surrounded by agricultural land and unprotected forests. The Biological Technical Coalition (CTCBO), founded in 2001 by the National System of Conservation Areas (SINAC) and NGOs, has the aim of (a) generating and transferring technical and scientific information, (b) implementing conservation strategies and consolidating local capacities and (c) achieving a sustainable development and management in the region.

The proposed Osa Biological Corridor links different rainforest ecosystems with mangroves and cloud forests. At the same time it forms a connection between the Osa peninsula and the La Amistad International Park (PILA) in the Cordillera de Talamanca.

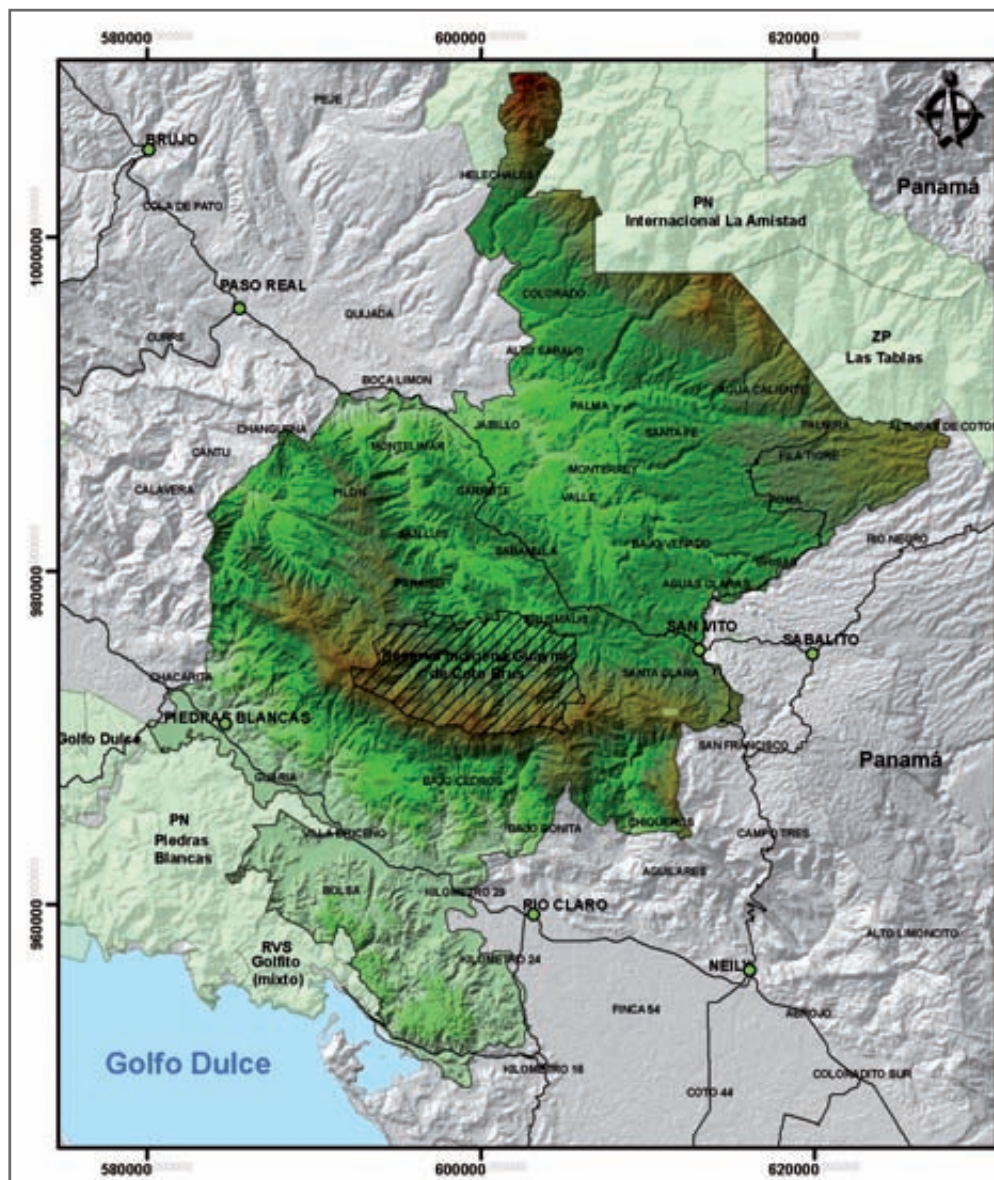


protección. La Coalición Técnica de Apoyo al Corredor Biológico de Osa (CTCBO), fundada el año 2001 por el Sistema Nacional de Áreas de Conservación (SINAC) y por organizaciones no gubernamentales (ONGs), tiene el objetivo de: (a) generar y transferir información técnica y científica, (b) implementar estrategias de conservación y consolidar las capacidades locales y (c) lograr un manejo y desarrollo sostenible en la región.

El proyecto Corredor Biológico Osa enlaza diferentes ecosistemas de bosque lluvioso con manglares y bosques nubosos. Al mismo

Amistad-Osa Biological Corridor (AMISTOSA)

Currently, different organizations are seeking to formalize the biological corridor, such as the OET (Organization for Tropical Studies), COBIGA Project (Tropical Research Station La Gamba), FUND-AOSA, SINAC, CATIE, local groups and others, who are working together in trying to accomplish connectivity between the Osa Peninsula and La Amistad International Park (PILA) in the Cordillera de Talamanca. This project's aim is to integrate both the enlargement of forest areas as well as a sustainable land management, through projects of reforestation, agriculture and sustainable development.



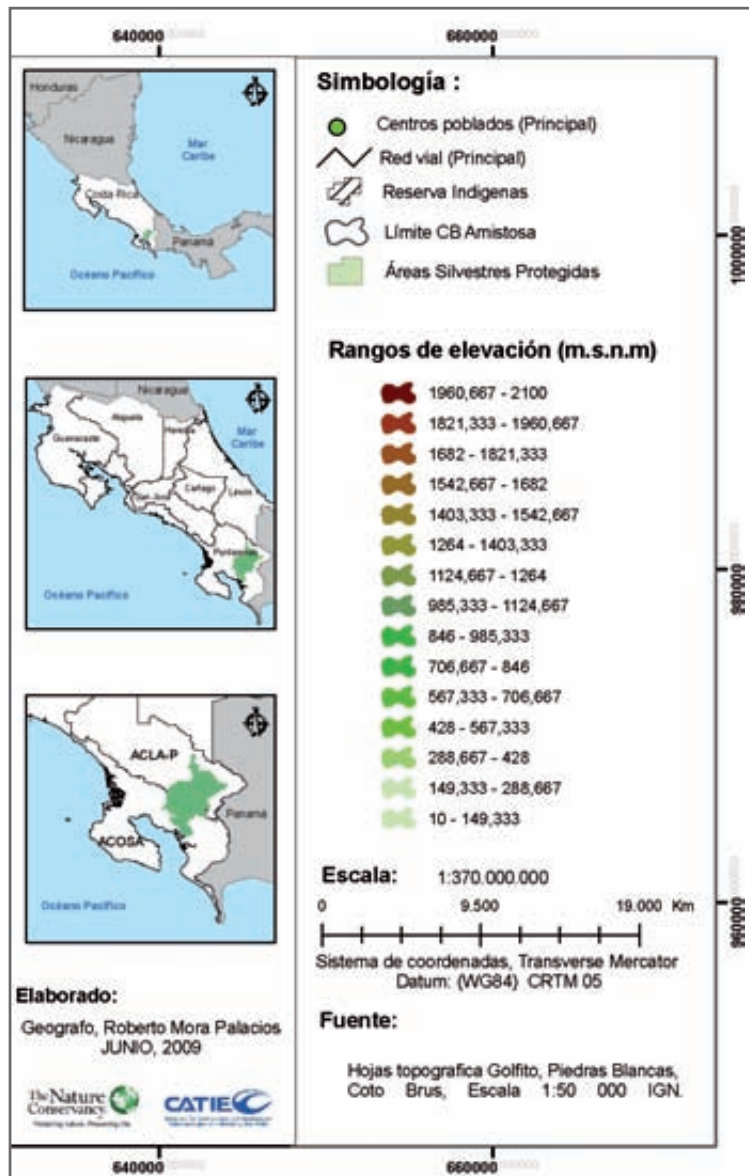
tiempo forma una conexión entre la Península de Osa y el Parque Internacional La Amistad (PILA) en la Cordillera de Talamanca.

Corredor Biológico Amistad-Osa (AMISTOSA)

Actualmente, varias organizaciones están tratando de formalizar el corredor biológico, tales como la OET (Organización para Estudios Tropicales), el Proyecto COBIGA (Estación Biológica Tropical La Gamba), FUNDAOSA, el SINAC, el CATIE, los grupos locales y otros; quienes están trabajando juntos en el intento de lograr la conectividad entre la Península de Osa

The Biological Corridor La Gamba (COBIGA)

The COBIGA is part of the Osa Biological Corridor. The focus of the project lies mainly on the connection of the lowland forests of the Piedras Blancas National Park with the 'Fila Cal', a largely unprotected area covered with mountain rainforests. The exchange of species of the lowland and mountain forests is thus facilitated and contributes to an enrichment of the flora and fauna in both ecosystems. Furthermore, the Fila Cal is an important transition corridor zone to the Talamanca mountains to the north.



El Corredor Biológico de Osa conecta al Parque Nacional Corcovado con el Parque Nacional Piedras Blancas y el Parque Internacional La Amistad NP. El proyecto COBIGA se centra en la conexión de los bosques de tierras bajas del Parque Nacional Piedras Blancas, con los bosques protegidos de la Fila de Cal.

The Osa biological corridor connects the Corcovado NP with the Piedras Blancas NP and the La Amistad International NP. The COBIGA project focuses on the connection of the lowland forests of the Piedras Blancas NP with the unprotected forests of the Fila de Cal.



Eduardo Cascante Fallas en su vivero recién creado. / Eduardo Cascante Fallas in his newly established nursery.

y el Parque Internacional La Amistad (PILA) en la Cordillera de Talamanca. El objetivo de este proyecto es integrar la ampliación de las áreas forestales con el manejo sostenible de la tierra, a través de proyectos de reforestación, agricultura y desarrollo sostenible.

El Corredor Biológico La Gamba (COBIGA)

El COBIGA es parte del Corredor Biológico de Osa. El objetivo principal del proyecto es la conexión de los bosques de tierras bajas del Parque Nacional Piedras Blancas con la „Fila de Cal“, un área desprotegida cubierta con bosques lluviosos de montañas. El intercambio de especies entre los bosques de tierras bajas y los de montaña es facilitado y contribuye al enriquecimiento de la flora y la fauna en ambos ecosistemas. Adicionalmente, la Fila de Cal es una importante zona de transición a las montañas de la Cordillera de Talamanca hacia el norte.

Con base en fotografías aéreas tomadas en 2003 (Carta 2003), se identificaron áreas importantes para el futuro corredor. Especial importancia fue dada a: (1) cerrar las brechas de bosque con el fin de maximizar la continuidad (2) reforestar y restaurar las áreas de pastos y los bancos de los ríos para proteger los ríos y crear corredores más o menos compactos.

En la actualidad, la mayoría de los lugares previstos están en manos privadas y los agricultores deben ser convencidos con la idea del corredor. Recientemente, la asociación austriaca „Bosque de los Austríacos“ se involucró activamente en

On the basis of aerial photographs taken in 2003 (CARTA 2003), particularly important prospective corridor areas were identified. Special importance was attached to (1) the closing of forest gaps in order to create a continuous forest area as far as possible, and (2) the reforestation or restoration of pastures and/or river banks for water protection and the formation of ± compact corridors.

At present, most of the envisaged sites are in private hands and the farmers first need to be convinced of the corridor idea. Recently, the Austrian association ‘Rainforest of the Austrians’ has taken an active part in the COBIGA project and engages mainly in purchasing selected, promising corridor lands, and in restoring and reforesting them.

There are many benefits to a reforestation project such as this one. Along with the reforestation of an area, forest carbon storage areas are also enlarged and safe zones for the dispersal of fauna and flora species are created. Such areas become central reservoirs for common and endangered species and also allow us to create study areas for future research. Reforestation projects also provide opportunities for collaboration on solving social issues, such as providing jobs directly and indirectly for the community of La Gamba.

Reforestation of agricultural land and restoration of forests

Reforestation of agricultural land and restoration of forests with native tree species is an im-

el proyecto COBIGA y se dedica principalmente a la compra de tierras prometedoras para el corredor y a la restauración y reforestación de estas.

Reforestación de tierras agrícolas y restauración de los bosques

La reforestación de tierras agrícolas y la restauración de los bosques utilizando especies nativas es un paso importante para el establecimiento de los corredores biológicos. Además los sistemas agroforestales que consisten en una mezcla de árboles maderables, frutales y cultivos transitorios y vegetales pueden ser muy bien utilizados por la gente.

¿Cuál es la diferencia entre la reforestación y restauración de los bosques?

(a) Los proyectos de reforestación son realizados principalmente por agricultores o en colaboración con ellos. En este caso hasta 50 especies seleccionadas de árboles maderables y con alto valor ecológico son utilizadas para la reforestación. Los propietarios pueden utilizar la madera después de un período determinado y volver a plantar los árboles después del corte. De este modo se puede establecer un manejo forestal

portant step in the establishment of biological corridors. Moreover, agroforestry systems consisting of a mix of timber trees, fruit trees, short-lived crops and vegetables can be well utilized by the people.

There is no doubt that trees play an important role in the history and economy of southern Costa Rica, but one of the main problems in this area has been the over exploitation of species such as Cachimbo (*Platymiscium curuense*), Manú Negro (*Minquartia guianensis*) and Chirracó (*Caryodaphnopsis burgeri*). These species were largely exploited without control and it has become difficult to find them in their natural habitat and much less in plantations.

It is important to emphasize that reforestation with native tree species plays a fundamental role in environmental conservation, because it helps to recover certain species that face a particularly high risk of extinction, that are endemic, or that have very slow growth rates.

What is the difference between reforestation and forest restoration?

(a) Reforestation projects are mainly conducted by or in cooperation with private farmers. In this case, up to 50 species of selected timber trees



El ingeniero agrónomo Daniel Jenking muestra a los estudiantes y voluntarios de La Gamba el método adecuado para la plantación de árboles en el campo. / The forest engineer Daniel Jenking shows students and volunteers from La Gamba the best method of tree planting in the field.

sostenible simple, el cual no existe hasta ahora en la región de Golfo Dulce.

b) La restauración de los bosques significa que no hay intención de utilizar los árboles plantados después de que el bosque se ha desarrollado. En este caso se tiene que dar mucha importancia a la selección de las especies para cada sitio. Hasta 100 especies diferentes tienen que ser plantados por hectárea. Estos proyectos pueden ser organizados con asociaciones en vez de propietarios individuales. La restauración del bosque debería ser practicada sólo en lugares donde la sucesión natural es difícil debido a las condiciones del suelo y a la carencia de vegetación natural, por ejemplo, pastizales sin contacto con bosques naturales.

La selección de especies

La selección de las especies adecuadas es un requisito indispensable para una reforestación exitosa. Esto sólo puede realizarse en estrecha colaboración con ingenieros forestales, botánicos y la población local que tiene un buen conocimiento de los árboles forestales. Las especies de primordial importancia son los que tienen un alto valor ecológico. Ejemplo de estas especies son los árboles de género *Inga* (Mimosaceae) que proveen leña para fuego, contribuyen a mejorar el suelo y producen frutos para

and species of high ecological value are used for reforestation. The private owners may use the wood after a certain period of time and must replant the trees after cutting. In this way, a simple and sustainable forest management can be established, which has thus far not existed in the Golfo Dulce region.

b) Restoration of forests means that there is no intention of using the planted trees after the forest has developed. In this case, one has to attach great importance to species selection for each individual site. Up to 100 different species have to be planted per hectare. Such projects can only be realized with institutions, and rarely with private owners. Restoration of forests is only practicable at sites where natural succession is difficult, due to soil conditions and/or a lack of natural vegetation, e.g. on pastures without contact to natural forest.

Species selection

In order to perform a selection of suitable species for a given location, it is necessary to know certain factors such as soil type (acidity, prior use, fertility, presence of compacted layers), weather conditions (precipitation) and topography, as well as the ecological characteristics of each species that is to be planted. Experience revealed how little information exists for most



Una plantación de 6 meses de edad en la Finca La Bolsa, cerca de La Gamba. Nótese la hierba cortada alrededor de los árboles. / A 6-month old plantation at Finca La Bolsa near La Gamba. Note the circular grass cuttings around the trees.



Una plantación de 4 años de edad en la Finca Ovidio, La Gamba. / A 4-year old plantation at Finca Ovidio, La Gamba.

los seres humanos, mamíferos, aves e insectos. Las heces de los animales atraídos pueden proveer una mayor variedad de semillas a las áreas en reforestación y así enriquecer la flora de manera natural. Otras especies preferidas son los árboles maderables utilizados por la gente de la localidad, por ejemplo, el Cristóbal (*Platymiscium curuense*) de la familia del frijol (Fabaceae), o el Manú (*Minquartia guianensis*, Olacaceae). El Cristóbal se utiliza para la elaboración de muebles y el Manú, que es muy resistente a la putrefacción, se utiliza para la construcción de cercas. Es necesario señalar, que cada especie de árbol tiene diferentes necesidades ecológicas tales como la luz, nutrientes, textura del suelo, disponibilidad de agua, temperatura, etc. La selección adecuada de las especies para un sitio determinado es extremadamente importante para asegurar una alta supervivencia y las tasas crecimiento de las plántulas sembradas (véase la lista de especies en el apéndice).

El suelo es la base de la selección

El suelo y su capacidad para mantener la vida son factores fundamentales al momento de seleccionar las especies. El conocimiento de las características químicas (fertilidad natural, acidez) y físicas (densidad aparente, conductividad hidráulica) entre otras, determinan la capacidad de adaptación y establecimiento de los árboles, algunos pueden crecer y adaptarse a suelos con

species in the area, and highlighted the lack of knowledge about the ecological factors of the reforested sites, which – paired with improper handling – lead to the failure of many reforestation initiatives.

The selection of appropriate species is an indispensable prerequisite for successful reforestation. This step can best be achieved in a close cooperation between forest engineers, botanists and local people with a good knowledge of forest trees. Species of prime importance are those with a high ecological value. Examples are species of the genus *Inga* (Mimosaceae), which provide (fire)wood, contribute to soil improvement, and deliver fruits for humans, mammals, birds and insects. The faeces of the attracted animals will bring a variety of different seeds to the reforestation area and, thus, enrich the flora in a natural way. Other species to be preferred are timber trees used by the local people, e.g. Cristobal (*Platymiscium curuense*) of the bean family (Fabaceae), or Manu (*Minquartia guianensis*, Olacaceae). Cristobal is used for furniture and Manu is highly resistant to rotting and is used for the construction of fences. It must be pointed out, that each tree species requires different ecological factors such as light, nutrients, soil texture, water availability, temperature etc. Adequate species selection for a certain site is extremely important for ensuring high survival and growth rates for the planted seedlings (see also species list in the appendix).



Los sistemas agroforestales consisten en una mezcla de árboles maderables y frutales, plátanos, verduras, etc. Estos benefician al pueblo y también ayudan a cerrar las brechas entre bosques cercanos y entre bosques aislados.
 / Agroforestry systems consisting of a mix of timber and fruit trees, bananas, vegetables etc. are beneficial to the people while equally helping to close forest gaps or to connect isolated forest patches.

altos niveles de acidez como el Mayo colorado (*Vochysia ferruginea*, Vochysiaceae) y el Amarillón (*Terminalia amazonia*, Combretaceae); y otras especies como el Iguano (*Dilodendron costarricense* Sapindaceae) tienen su crecimiento limitado por condiciones de acidez.

Es importante considerar que los suelos en donde los árboles se van a plantar son generalmente suelos que han sido muy degradados ya sea por una agricultura basada en monocultivos, como arroz o banano, o por ganadería intensiva. Así, estos suelos generalmente presentan condiciones de compactación, erosión, bajo contenido de materia orgánica y nutrientes, problemas de drenaje y una baja diversidad de microorganismos tales como descomponedores, micorrizas y bacterias antagonistas, entre otros.

Las plantas y el cultivo

La adquisición de semillas y plántulas adecuadas sigue siendo un problema importante en los proyectos de reforestación tropical. Los viveros locales generalmente solo tienen especies introducidas tales como Teca (*Tectona grandis*) y Melina (*Gmelina arborea*). Por esta razón hemos tenido que establecer un vivero especializado en árboles nativos. Esto se realizó en la Estación

Soil as a fundamental factor in the selection of trees

The soil and its ability to sustain life are essential factors when selecting tree species. Knowing the soil's chemical qualities (fertility, acidity) and physical characteristics (bulk density, hydraulic conductivity), among other factors, determines how well trees can adapt to a new site, and establish themselves. Some species, such as Mayo Colorado (*Vochysia ferruginea*, Vochysiaceae) and Amarillon (*Terminalia amazonia*, Combretaceae), can grow and adapt to soils with high acidity levels, while the growth of other species, such as Iguano (*Dilodendron costarricense*, Sapindaceae), is limited by acidic conditions. It is very important to consider the soil conditions at sites where tree species will be planted. Commonly, these will be soils that have been subjected to strong degradation, either through monoculture based agriculture (such as rice or bananas), or through intensive livestock grazing. The general problems with these soils are a high degree of compaction and erosion, poor drainage, a low content of organic matter and nutrients, and a low diversity of decomposing microorganisms, mycorrhizal fungi and antagonistic bacteria.

Biológica La Gamba en el 2005. El material vegetal se recoge en la región de Golfo Dulce, con el permiso del Servicio de Parques Nacionales.

Sin embargo, hay algunas limitaciones en la elaboración de un vivero destinado a la conservación tales como: la poca cantidad de individuos adultos de algunas especies en condiciones naturales, la necesidad de introducir en el vivero la mayor diversidad genética posible, la poca información existente sobre la germinación de semillas de especies poco estudiadas, la carencia de información acerca de la recolección de plántulas y el cuidado posterior al trasplante en un sustrato, la gran variabilidad en las necesidades entre las especies durante el periodo de vivero, así como la fenología y la ecología natural propia de cada especie. Como por ejemplo el árbol llamado Mayo colorado (*V. ferruginea*), esta especie no es posible recolectarla durante su fase de plántula y trasplantarla en un sustrato preparado ya que su mortalidad es muy alta. Por estas razones para preparar el vivero en ocasiones es necesario adentrarse en el bosque largas distancias y visitar diferentes zonas.

Plant material and cultivation

The acquisition of suitable seeds and seedlings remains a substantial problem in tropical reforestation projects. Local nurseries largely grow only introduced species such as Teak (*Tectona grandis*) or Gmelina (*Gmelina arborea*). For this reason we had to establish our own nursery, specialized in native trees. This was done at the La Gamba Field Station in 2005. The plant material is collected in the Golfo Dulce region with the permission of the National Park service.

There are many difficulties in setting up a nursery with conservation objectives, such as the small number of adult trees of certain species that can still be found in natural conditions, the need for maximum genetic diversity, the general lack of information regarding seed germination, collection of seedlings and their subsequent transplantation into a substrate, the different needs of different species during the nursery period, as well as the phenology and natural ecology of each species. As an example, it is impossible to collect and transplant seedlings of Mayo colorado (*V. ferruginea*) to a prepared substrate, because mortality of this species is very high. For these reasons it is sometimes necessary to go long distances into the



Subdivisión de una finca por medio de 2 a 3 hileras de árboles es una solución inteligente que combina los intereses económicos y ecológicos. Finca La Palma, cerca de Río Claro. / Subdivision of finca grounds by 2-3 rows of tree lines is an intelligent solution which combines economic and ecological interests. Finca La Palma near Río Claro.

Cultivo

La mejor temporada para el cultivo es durante el período lluvioso, entre Abril y Noviembre. Las fechas apropiadas de cultivo son importantes para asegurar la supervivencia y el crecimiento de las plantas. Para cultivarlas hay que cavar un hoyo de unos 30-40 cm de profundidad y de ancho, y llenarlo con una mezcla de suelo y compost (véase también página 123). Nuestra experiencia es que este método de siembra combinado con la adecuada selección de especies reduce la tasa de mortalidad a menos del 10%.

La distancia entre las plántulas depende de la inclinación del terreno y el tipo de plantación (restauración o reforestación). En general, la distancia en las plantaciones debe ser mayor que en los proyectos de reforestación y que en pendientes. En zonas planas, la distancia entre los individuos debe ser aprox. 4,5 x 4,5 m, lo que equivale a casi 500 árboles por hectárea. En un terreno inclinado la distancia se puede reducir a aprox. 3 x 4 m, lo que equivale a aprox. 800 individuos por hectárea. Estas cifras coinciden más o menos con el número de árboles encontrados naturalmente en bosques naturales.

Mantenimiento

Los árboles jóvenes deben ser revisados 3 a 4 veces por año en los primeros 3 años después de la siembra, siendo los dos primeros años del período más crítico. Este mantenimiento consiste principalmente en la eliminación de las enredaderas y lianas y cortar la hierba en un radio de 1 m alrededor del árbol plantado. Además se deben reemplazar los árboles que han muerto y proporcionar la nutrición necesaria para el adecuado desarrollo de los árboles. No es aconsejable una reducción completa de la vegetación natural alrededor de las plantas jóvenes, ya que esto ayuda a dar sombra a la hierba y enriquece la diversidad de especies de la plantación. Mediante este método, la sucesión natural no es excluida y la supervivencia de los árboles es mayor.

forest and to visit many different areas in order to prepare the nursery.

Planting

The best planting season is during the rainy period, from April to November. The appropriate planting time is important for the survival and growth of the plants. It is necessary to dig a hole of about 30-40 cm depth and width, and to fill it with a mix of soil and compost (see also page 123). Our experience was that this planting method, combined with an adequate species selection, reduced the mortality rate to less than 10%.

The optimal distance between the seedling individuals depends on the inclination of the terrain and the type of planting (restoration or reforestation). In general, plantings should be denser in reforestation projects and on slopes. In flat areas, the distance between the individuals should be approx. 4.5 x 4.5 m. This amounts to about 500 trees per hectare. On sloping ground, the distance can be reduced to approx. 3 x 4 m, which amounts to approx. 800 individuals per hectare. These numbers roughly match the numbers of tree individuals in natural forests.

Maintenance

Young trees must be controlled 3-4 times per year in the first 3 years after planting, the first two years being the critical period. This maintenance will consist primarily of removing the vines and lianas and cutting the grass in a radius of about 1 m around the planted tree, as well as replacing trees that have died and providing the necessary nutrition for proper development of the trees. It is not advisable to cut back the natural vegetation around the young plants completely, because it helps to shade the grass and enriches the plantation in species diversity. By this method the natural succession is not excluded and tree survival is higher.

Autores / Authors

Ing. Marianela Barquero Palma

75 Oeste de la Municipalidad
Santo Domingo, Heredia, Costa Rica
nelapalma@hotmail.com

Eduardo Chacón Madrigal, MSc.

Universidad de Costa Rica,
Escuela de Biología
Postal 11501-2060 San José, Costa Rica
edchacon@gmail.com

Dr. Werner Huber

University of Vienna
Dept. of Tropical Ecology and Animal Biodiversity
Rennweg 14, 1030 Vienna, Austria
werner.huber@univie.ac.at

Ing. Daniel Jenking Aguilera

Estacion Tropical La Gamba
Postal 178, Golfito, Costa Rica
danieljenking@gmail.com

Dipl. -Biol. Marian Lechner

University of Tübingen
Botanical Garden
Hartmeyerstr. 123, 72076 Tübingen, Germany
marian.lechner@uni-tuebingen.de

Dr. Wolfgang Wanek

University of Vienna
Dept. of Chemical Ecology and Ecosystem Research
Althanstraße 14, 1090 Vienna, Austria
wolfgang.wanek@univie.ac.at

Dr. Anton Weber

University of Vienna
Department of Structural and Functional Botanic
Rennweg 14, 1030 Vienna, Austria
anton.weber@univie.ac.at

Dr. Anton Weissenhofer

University of Vienna
Dept. of Tropical Ecology and Animal Biodiversity
Rennweg 14, 1030 Vienna, Austria
anton.weissenhofer@univie.ac.at

Agradecimientos / Acknowledgements

Fotografías / Photos:

Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza CATIE, Turrialba, Costa Rica: Dr. Jesús Cordero Salvado

Empleados de la Estación Científica Tropical La Gamba / Staff of the Tropical Research Station La Gamba, Costa Rica

Instituto Nacional de Biodiversidad / National Institute of Biodiversity, Heredia, Costa Rica: Randall Garcia, M.Sc.

Oxford Forestry Institute, Oxford, UK: Dr. David Boshier

Smithsonian Tropical Research Institute, Panama City, Panama: Steve Paton

Otro apoyo / Other service

Universidad de Viena / University of Vienna, Vienna, Austria: Mag. Susanne Sontag

Universidad de Costa Rica / University of Costa Rica, San José, Costa Rica: Director del Editorial Dr. Fernando Durán Ayanegui

Créditos de fotografía / Picture credits

(numbers refer to pages, t=top, m=middle, b=bottom, l=left, r=right)

Aguilar, R.: 54br, 55tl, 8obl, 86br, 105b

Barquero Palma, M.: 66tl, 111b, 112b, 114b, 115t, 117t, 118tr, 120t

Carpio Malavassi, I.M.: 53ml, 64ml, 83tr

Fernández, A.: 94tl

Hastik, R.: 15-16b

Huber, W.: 34br, 42tl, 78tl, 81ml

Jenking Aguilera, D.: 44mr, 48bl, 48br, 49br, 50br, 51mr, 56mr, 62tl, 74ml, 76ml, 82br, 84ml, 86bl, 89bl, 96tl, 107bl

Jiménez Madrigal, Q.: 32ml

Lachmayer, M., Prehsler, D.: 26b, 32b, 38b, 44b, 51b, 56b, 74b, 79b, 87b, 98b, 101b, 103b

Ley López, J.M.: 54tr, 55br

Wahlhütter, S.: 26ml, 27mr, 29mr, 35mr, 38bl, 41mr, 42br, 59mr, 60b, 70b, 70mr, 72bl, 79mr, 80tl, 84mr, 85br, 87mr, 90mr, 92tr, 98mr, 101mr, 103mr, 106br, 106bl,

Weber, A.: 40b, 71br, 73b

Weissenhofer, A.: 8b, 9t, 10t, 11b, 18t, 19b, 20b, 21t, 22t, 23b, 25, 27b, 28tl, 30tl, 30tr, 30b, 31bl, : 31br, 33mr, 33br, 34bl, 35b, 36b, 39bl, 39br, 40ml, 42tl, 43bl, 43br, 44ml, 45ml, 45b, 46tr, 46bl, 55bl, 55mr, 56ml, 57b, 58mr, 58b, 60tl, 61mr, 62br, 63b, 64br, 65b, 67b, 67mr, 68b, 69tl, 69br, 70ml, 72t, 73ml, 74mr, 75br, 76b, 77mr, 78b, 81mr, 82tl, 83b, 84b, 88bl, 89t, 90ml, 92b, 93ml, 94bl, 94br, 96tr, 97b, 98ml, 100b, 102bl, 102br, 107br
Zamora Villalobos, N.: 86mr

Arboles de Centroamerica - Un manual para Extensionistas: 28br, 39mr, 40tr, 47mr, 47b, 62tr, 66b, 68tl, 73mr, 76mr, 77br, 80br (to use these illustrations please contact the project Arboles de Centroamerica, <http://herbaria.plants.ox.ac.uk/ad/>)

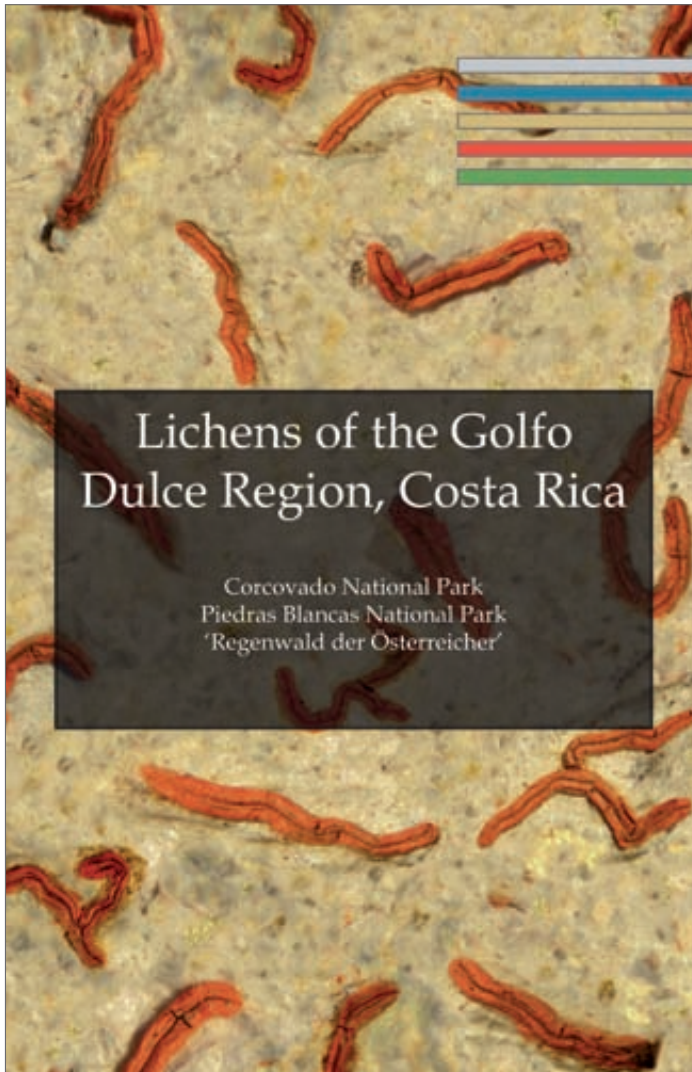
Herbario de Golfito, UCR: 37br, 52tr, 86tl

Instituto Nacional de Biodiversidad: 16b, 17b, 33bl, 96bl

Smithsonian Tropical Research Institute: 50bl, 50br, 52bl, 62bl, 104br

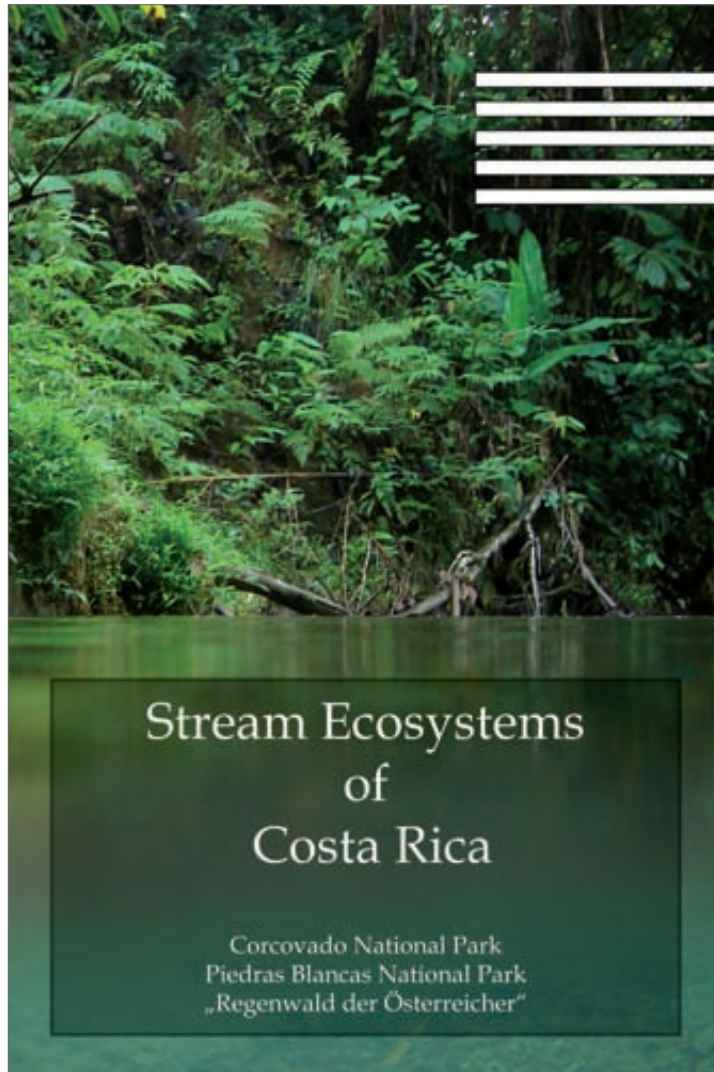
Tropical Research Station La Gamba: 29b, 31tl, 61b, 90b, 91bl, 95b, 91b, 95mr, 99b, 104tl





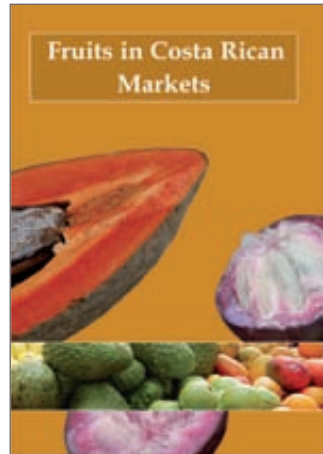
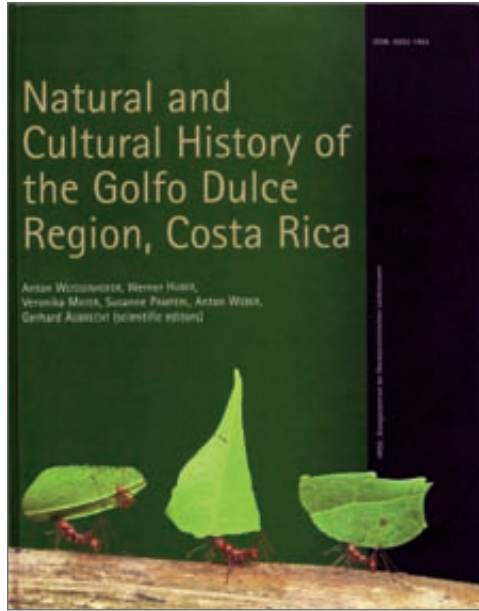
This booklet about the lichens of the Golfo Dulce region, Costa Rica features the most conspicuous lichens of the region. Species descriptions and many color photographs enable to identify lichens. The booklet also includes an introduction to lichens and to the region's natural history.

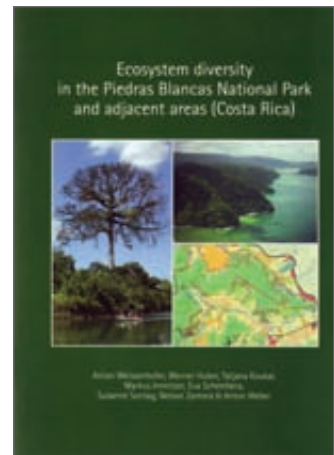
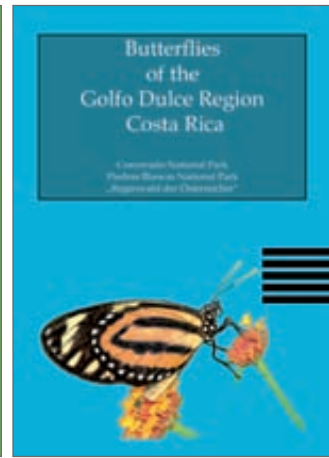
ISBN: 978-3-9502996-0-1



This volume, a guide to tropical streams and rivers, will be of particular interest to naturalists and students during field trips and other visits. It focuses on the ecological functions of rainforest streams, and their interdependencies with the surrounding landscape. Based on recent studies in the lowland rainforests of the Piedras Blancas National Park – and accompanied by a large number of illustrative photographs – the rich and unique biodiversity of Neotropical streams, and their natural beauty, are outlined and explored.

ISBN: 978-3-9502996-1-8





All books available at:

Verein zur Förderung der Tropenstation La Gamba
University of Vienna
Rennweg 14, A-1030 Vienna, Austria

www.lagamba.at
tropenstation.botanik@univie.ac.at

