



Ecological Aspects of Development in the Humid Tropics (1982)

Pages
62

Size
5 x 9

ISBN
0309327989

Committee on Selected Biological Problems in the Humid Tropics; Division of Biological Sciences; Assembly of Life Sciences; National Research Council

 [Find Similar Titles](#)

 [More Information](#)

Visit the National Academies Press online and register for...

- ✓ Instant access to free PDF downloads of titles from the
 - NATIONAL ACADEMY OF SCIENCES
 - NATIONAL ACADEMY OF ENGINEERING
 - INSTITUTE OF MEDICINE
 - NATIONAL RESEARCH COUNCIL
- ✓ 10% off print titles
- ✓ Custom notification of new releases in your field of interest
- ✓ Special offers and discounts

Distribution, posting, or copying of this PDF is strictly prohibited without written permission of the National Academies Press. Unless otherwise indicated, all materials in this PDF are copyrighted by the National Academy of Sciences.

To request permission to reprint or otherwise distribute portions of this publication contact our Customer Service Department at 800-624-6242.

Copyright © National Academy of Sciences. All rights reserved.



Explanatory Note: This booklet provides, in three languages, the introductory matter, summary, and recommendations from a detailed report prepared by a select committee of the U. S. National Research Council for the National Park Service and the Agency for International Development. To these have been added brief commentaries on seven issues judged by the Committee to be of special significance for development in the humid tropics and treated in full in individual chapters of the report.

Copies of the report itself may be purchased from the National Academy Press, 2101 Constitution Avenue, Washington, D. C. 20418.

Note explicative: Ce livret fournit en trois langues l'introduction, le résumé et les recommandations d'un rapport détaillé rédigé, par une commission d'enquête représentant le Conseil National de Recherches, pour le Service National des Parcs et l'Agence pour le Développement International. On a annexé à ce livret de brèves commentaires relatifs à sept questions que la commission juge particulièrement importantes pour le développement sous les tropiques humides et qu'elle traite à fond dans des chapitres individuels de son rapport.

Des exemplaires du rapport lui-même peuvent être achetés à la National Academy Press, 2101 Constitution Avenue, Washington, D.C. 20418.

Nota explicativa: Este folleto proporciona en tres idiomas la introducción, el resumen y las recomendaciones de un informe detallado redactado, por una comisión selecta del Consejo Nacional de Investigación, para el Servicio Nacional de Parques y la Agencia para el Desarrollo Internacional. A este folleto se han agregado comentarios breves referentes a siete puntos que la comisión cree particularmente importantes para el desarrollo en las zonas tropicales húmedas y que están detallados en los capítulos individuales de su informe.

Se pueden comprar ejemplares del informe completo a la National Academy Press, 2101 Constitution Avenue, Washington, D. C. 20418.

Prepared for the U. S. National Park Service and the U. S. Agency for International Development under the AID/NPS Natural Resources Project

**Ecological Aspects of
Development
in the Humid Tropics**

**Les Aspects Écologiques du
Développement
sous les Tropiques Humides**

**Aspectos Ecológicos del
Desarrollo
en las Zonas Tropicales Húmedas**

NAS-NAE

MAY 13 1982

LIBRARY

Ecological Aspects of Development in the Humid Tropics

Committee on Selected Biological Problems
in the Humid Tropics

Division of Biological Sciences

Assembly of Life Sciences

National Research Council

NATIONAL ACADEMY PRESS
Washington, D.C. 1982

NAS-NAE

MAY 13 1982

LIBRARY

C.1

**COMMITTEE ON SELECTED BIOLOGICAL PROBLEMS
IN THE HUMID TROPICS**

JAY M. SAVAGE, University of Southern California, Los Angeles
(*Chairman*)

CHARLES R. GOLDMAN, University of California, Davis

DAVID P. JANOS, University of Miami, Coral Gables, Florida

ARIEL E. LUGO, Institute of Tropical Forestry, Southern Forest
Experiment Station, Rio Piedras, Puerto Rico

PETER H. RAVEN, Missouri Botanical Garden, St. Louis

PEDRO A. SANCHEZ, North Carolina State University, Raleigh

H. GARRISON WILKES, University of Massachusetts, Boston

Contents

SUMMARY AND RECOMMENDATIONS

- 1 "DEVELOPMENT" OF THE HUMID TROPICS**
- 2 HUMID TROPICAL ECOSYSTEMS**
- 3 EVALUATION OF RENEWABLE NATURAL RESOURCES**
- 4 GERmplasm AND CONSERVATION OF GENETIC RESOURCES**
- 5 AGRICULTURE IN THE HUMID TROPICS**
- 6 ECOLOGICAL AND MANAGEMENT CONSIDERATIONS FOR FORESTED LANDS**
- 7 SOIL MANAGEMENT CONSIDERATIONS**
- 8 SURFACE WATER RESOURCES IN THE HUMID TROPICS**

APPENDIXES

APPENDIX TABLES

Preface

This report is to be seen within the context of a comprehensive effort by the U.S. Agency for International Development Office of Forestry, Environment, and Natural Resources, through an agreement established in 1979 with the National Park Service, U.S. Department of the Interior, to review existing technical information on environmental protection and natural resource management and to organize it in a manner that AID missions and developing countries can use effectively in project planning and execution. The overall project envisions three phases: (1) a series of four review papers designed to assess the state of the art on selected environmental and natural resource issues in developing countries; (2) a number of case studies undertaken in cooperation with a host country institution to document alternative approaches to regional resource planning and to introduce new ways of thinking about environmental issues; and (3) some half-dozen "design aids" emphasizing methods for identifying development opportunities within the context of a given river basin, watershed, or other geographic system.

In response to a request for assistance from the Office of International Affairs, National Park Service, the Committee on Selected Biological Problems in the Humid Tropics was formed in May 1980 to prepare the first of the review papers, that dealing with the humid tropics. It is the aim of this report to indicate the chief patterns through which people utilize the humid tropics, to provide a concise description of humid tropical ecosystems, to focus in particular on what the Committee sees as critical aspects deserving special attention—renewable natural resources, germplasm resources, agriculture, forested lands, soil, and surface water—and to comment briefly on regional development as seen from an ecological perspective. In

Summary and Recommendations

Humid tropical ecosystems, especially lowland forests and wetlands, represent a very important underexploited resource for tropical countries. Increasing population pressures and rising expectations indicate that conversion of these ecosystems to other uses will intensify during the remainder of the century. Although conversion frequently results in short-term increases in food production or economic gain, long-term, sustained-yield systems have seldom been achieved with current technology. Thus short-term gains are often obtained at the risk of severe, long-lasting environmental damage.

The ecology of these ecosystems is but poorly understood. Although there is some knowledge with which to minimize adverse impacts, the often-repeated assertion that it is adequate as a basis for internally sustainable agriculture, forestry, and fishery systems in the humid tropics is clearly unjustified. Substantial additional research and an ongoing technological application of new discoveries derived therefrom are required if development in the humid tropics is to achieve long-term benefits with minimal damage to the environment.

On the other hand, it is clear that the approximately 1.5 billion people who will be added to the population of tropical countries between now and the end of the century (90% of the world's total increase) will have heightened expectations and requirements for food, shelter, and other essentials. Attention will almost certainly focus on unoccupied lands as a source of economic betterment. As a result, rapid and extensive development will and must take place if even the currently inadequate standard of living of most countries is to be maintained.

Clearly the dilemma that faces both the economic planner and the ecologist as it relates to the humid tropics is not an easy one. The realities of the situation make it necessary to implement development strategies that are based on inadequate knowledge. The central issue is how to apply current knowledge in providing for short-term economic gain without irreversibly precluding the opportunity to attain additional knowledge and technological advancement as a basis for wise long-term utilization. The situation requires that reasonable caution be exerted in applying current knowledge, so as to minimize adverse environmental effects. To do so acknowledges that current humid tropic development projects are buying time to permit the achievement of long-term, environmentally balanced strategies and new technologies.

The Committee discerns three major divergent approaches to utilization of humid tropic resources in the short term. Advocates of these approaches agree that no one of them can completely meet the economic and environmental requirements of sustained yield, and that in most instances some mix is inevitable. They may be summarized as follows:

- Retain intact substantial parts of humid tropical ecosystems to serve as parks and reserves, as scientific repositories for study, as natural sources of germplasm, as food sources for aboriginal people, and as means for facilitating maintenance of air and water quality and for erosion control. Within this approach, human use would be restricted to tourism, recreation, scientific investigation, game harvesting, and collecting, gathering, and removal of certain forest products. This approach has limited short-term economic yield, but it affords excellent long-term environmental protection and makes possible programs leading eventually to maximum sustained yield.
- Utilize substantial parts of the natural ecosystem to produce lumber, pulpwood, plywood, and fuel, emphasizing such management practices as selective cutting, underplanting, shelterwood forestry, limited clear-cutting, and human-assisted regeneration and reforestation.
- Convert extensive areas that are already deforested, and selectively deforest others, to increase food production through applications of new agricultural technologies developed in the humid tropics. Emphasis here is on conversion of land to increased agricultural use and on use of fertilizers. Under this approach, human impact would be substantial, involving maximum modification of the ecosystem to produce short-term economic yields. The long-term environmental effects would be maximal, and long-term economic gains would depend on continued application of fertilizers and development of new technologies.

The Committee believes that each of these approaches merits consideration as applied to a given tropical country in the context of its past history of forest use and the current status of a specific development site. Given the state of knowledge, some mixture of the three is probably the route of choice for any given region, provided options for other strategies are held open. With these considerations in mind, the Committee makes the following general and specific recommendations.

GENERAL RECOMMENDATIONS

1. Ecological information and environmental considerations must be an integral part of development project planning; they must be given equal weight with agricultural, economic, and engineering factors from the outset of project design.

2. Development agencies must encourage and support ecological research that will provide essential knowledge for finding new technologies that, in turn, lead to environmentally balanced, long-term strategies for development.

3. On-going assessments of project-induced changes in the environment are essential; such feedback will aid in minimizing difficulties in subsequent projects. Further, mid-project evaluations allow shifts in course, should special constraints arise.

4. Conservation of natural areas in the vicinity of a development site should be an integral part of a project plan; these areas provide a background against which to assess environmental changes and preserve options for future development.

5. Careful attention must be paid to the contribution of natural ecosystems in sustaining long-term development in tropical countries. Projects that appear economically sound in the short term may actually be economically burdensome over time because of initially unrecognized environmental costs. Holistic planning is one way of identifying wise alternatives for economic growth and development.

6. Planning can be made much more effective by expanding and improving natural resources evaluation. Information on climate, soils, vegetation, wildlife, and water resources is essential to environmentally sound planning and facilitates wise selection among project options.

7. Considerations of technology development and transfer merit inclusion in all agricultural and forestry projects. Too often, development projects in the humid tropics concentrate their resources on roads, infrastructure, and marketing systems, essentially ignoring technology or assuming that it is available and readily transferable. When projects fail from an

economic and ecological point of view, it is often due to lack of such technology. Ideally, each project should use available technology, but should include a research component designed to test and validate such issues as land-clearing methods, choice of cropping or silviculture methods, species used, fertilization requirements, and crop-pasture-tree rotations. In addition, a strong technology transfer component is essential to training new settlers or local farmers in how to farm any new areas, as well as to providing information to technical and political leaders.

8. Development agencies must strengthen communication linkages in search of maximum dissemination among tropical countries of information on results of natural resources research, on project successes and difficulties, and on technological innovation. Opportunities for direct communication between tropical country counterparts should be enhanced.

SPECIFIC RECOMMENDATIONS

1. Because nations with limited capital are the ones that can least afford to underutilize or degrade the products and services offered by natural ecosystems, accelerated research is needed in ways to replace short-rotation shifting agriculture with alternative farming systems. Development strategies should encourage new farming systems based on diverse crops and improved germplasm. Additional research is also required in ways to improve agroforestry and animal-crop combinations.

2. Many tropical American fruits have not diffused to tropical Asia and Africa; the converse is also true. Hence, development agencies should develop and support a worldwide network for studying, acclimating, and distributing fruit crops. Rigorous pathogen control is essential in any such germplasm movement.

3. Since annual crops, pastures, or permanent crop systems should be sufficiently productive and stable to facilitate continuous use of cleared land and minimize further forest clearing, modern soil management technology should be used. Such technology should be interspersed with unmodified areas in a mosaic pattern in order to avoid the undesirable ecological effect of vast cleared areas.

4. To the extent possible, clearing primary forest to make land available for agriculture should be avoided; instead agricultural development should be encouraged in secondary forest.

5. Because human demands on humid tropical lands and their predominantly forest ecosystems are increasing, it is urgently necessary to formulate design criteria for agroforestry systems. As background, information on traditional agroforestry and food production methods in the

region should be cataloged and evaluated before this valuable empirical knowledge is lost.

6. A major effort should be devoted to the development of projects aimed at forest regeneration and utilization of degraded lands for forest production.

7. Because many humid tropical ecosystems have very high potential for long-term yield of forest products, it is essential to develop and test ecologically sound practices for achieving sustainable yield from the harvest of natural forests and for ensuring efficient plantation management.

8. Because humid tropical wetlands are very fragile, and limited in extent, they should be vigorously protected from development and pollution. Careful maintenance of their water regime is vital, because they serve as a buffer between land and water, as well as a nursery area for coastal and riverine fisheries.

9. Because implementation of these recommendations requires substantial knowledge and appreciation of the complexities of the ecology and productivity of the humid tropics, development agencies would do well to strengthen current programs and design new ways to provide planners with basic background in this area. Seminars, workshops, short courses, or other means should be used to increase the awareness of tropical country personnel and their host country counterparts concerning the unique properties of these systems and the potentials for environmentally sound management.

“DEVELOPMENT” OF THE HUMID TROPICS

Development is here defined as the intensification of the flow of energy, matter, and money through a region. Developmental activities set in motion processes of change (succession) in natural ecosystems. In large regions, different types of ecosystems are coupled and interdependent. Thus, analysis of the impacts of development at a regional scale requires ecosystem-level scrutiny. This is best accomplished by devising models of regional or countrywide systems and using them to facilitate data collection and to analyze ecosystem-level interactions and change.

Because ecosystem structure and functioning (including human systems) are highly sensitive to changes in external driving functions and because development involves the manipulation and change of these functions, it is important to evaluate impacts in relation to them. The intensity of development that is possible in a region is dictated by (1) the carrying capacity (the state of development when the flows of money, energy, and matter are at rates that support the maximum amount of useful value without causing long-term harm) and (2) the capacity of the natural environment to absorb stress and match human needs.

It is proposed that end points of development be determined that will avoid long-term degradation of the environment's carrying capacity. Slowing the rate of development of a region (to achieve a steady state) need not mean stagnation, because substantial human efforts may then be dedicated to improvement and maintenance of the quality of life, which go well beyond merely the initial development of lands.



EVALUATION OF RENEWABLE NATURAL RESOURCES

Baseline studies and surveys of organisms and ecosystems are integral components of development projects, especially large-scale ones. Tropical organisms are very poorly known, only about one in six (500,000 out of an estimated 3 million) having been assigned names. Many species of plants, animals, and microorganisms make up the complex ecosystems of the humid tropics. An understanding of their individual properties and the ways in which they interact is of fundamental importance because of the need to improve utilization of individual species for particular purposes and to find ways in which the properties of the individual organisms affect the capacity of the ecosystem for change. National and regional surveys, particularly of species of known or presumed economic importance, should be set up to provide a framework or context into which data or ques-

tions from individual projects could be arrayed for efficient handling and maximum information content. These surveys, as well as the information developed in connection with individual projects, should be computerized. Such efforts should form an integral part of foreign assistance programs because of their general interest, economic importance, and potential in institution building.



GERMPLASM AND THE CONSERVATION OF GENETIC RESOURCES

Germplasm represents the genetic potential of living organisms and the raw material for breeding of new varieties of plants, animals, and microorganisms. Genes are the biological information that allows organisms to “unlock” and survive in particular environments. No one individual possesses all the genetic diversity for that species; the total genetic potential or gene pool is contained only in populations. Diversified germplasm allows populations to adapt to changing environmental conditions both spatially and over time. Human activities, such as hunting, gathering, or lumbering, habitat modification, and intensive agriculture all decrease genetic diversity. The genetic diversity of a gene pool is the foundation for biological renewable resources such as agriculture and forestry. At present, only about 150 species of plants and a smaller number of animals stand between the human race and starvation. Germplasm in the humid tropics is a matter of concern for two reasons. First, the source areas of many of these useful animal and plant gene pools are contracting and disappearing; second, the genetic uniformity of a few cultivated plants and domesticated animals is displacing the genetic diversity of hundreds of local varieties. The potential of genetic resources for humid tropical countries appears great, provided the germplasm base is not eroded by inappropriate management. Without greater attention by concerned agencies and institutions to the preservation of germplasm on an international scale, the potential of the gene pools in the tropics will continue to contract.



AGRICULTURE IN THE HUMID TROPICS

Half the world's population is engaged in agriculture, mostly in the tropics and subtropics. Their agricultural practices are very diverse; some are traditional and some modern. From an ecological viewpoint, all these farm-

ing systems represent rearrangements of the ecosystem, usually leading to increased productivity of useful materials. Most agriculture involves the clearing of land and the establishment of a less mature ecosystem. Productivity usually derives from modification of the environment (e.g., soil preparation, irrigation, and weeding) and on genetic changes that accompany the domestication of animals and plants.

Farming systems restructure a food chain by shortening and simplifying it. The crucial ecological question is: How much modification can the ecosystem tolerate and still retain its capacity for sustained production? At the present time, our fund of knowledge is such that this question cannot be fully answered in many areas, but with good management skills and appropriate technology it is possible to achieve sustainable production for the current population of the humid tropics. If current patterns continue, however, there is risk of progressive deterioration as the human population in the moist tropics increases. Nations with limited capital are the ones that can least afford to underutilize or overutilize the products and services offered by natural and managed ecosystems. Accelerated research is needed to develop alternative farming systems to replace short-fallow shifting cultivation. Research on sustained farming systems as a viable alternative should receive high priority. It should be possible, in the humid tropics, to develop new farming systems that use diverse crops and improved germplasm, especially for some of the neglected resources such as tropical fruits, the palms, some of the leafy vegetables, and combinations of animals and plants.



ECOLOGICAL AND MANAGEMENT CONSIDERATIONS FOR FORESTED LANDS

Forests are the natural vegetation of much of the lowland humid tropics. Although tropical forests are highly productive biologically, their complexity often hinders their development for economic productivity. The essential concern in the development of forested lands is how to derive the greatest total benefits for man from these lands while retaining their natural productivity. Benefits to be gained include not only food, fuel, and fiber products, but also environmental services such as erosion control, catchment protection, and climate control. The ecologist/developer seeks stable production systems that require minimal mineral, weed-control, and pest-control supplements during the long periods needed for forest projects.

The options for industrial wood production range from management of

natural forest for harvest of selected species to complete conversion to plantations of one or a few species. The latter option is viable for production of fruits or other nonwood plant products. The primary ecological concerns in managing natural forest for enrichment bear upon selection of appropriate sites and species in view of soil and tree demographic constraints. If natural forest is to be clear-cut (as for pulpwood), avoidance of mineral loss and fostering adequate regeneration take on major importance.

Plantations can be highly productive, especially of wood, because in their youth they mimic early successional stages characterized by reduced competition and rapid growth. Plantations will require mineral supplements for sustained production, however, to replace the minerals contained in removed products and those lost because of the disruption of natural retention. Fostering mineral retention by manipulation of mycorrhizae and inclusion of cover or companion crops deserves priority in plantation development.

Pest control is an additional priority in plantations or forests highly enriched in single species. Judicious choice of endemics, exotics, or a combination can mitigate pest damage, but forest germplasm and reserves of biological control agents are the critical components of ecologically sound plantation development.

Overall, the forest development manager needs much more information on the dynamics of forests, plantations, and populations of species for design of appropriate silvicultural methods. A forest policy that mitigates deforestation by treating forest as a renewable natural resource instead of a potential timber "strip mine" is urgently required.

Small-scale commercial production may be achieved in an ecologically sound manner by using agroforestry systems. Although labor-intensive, these systems are very productive and show promise for mineral retention and weed and pest control. At present, however, no general theory exists for their design. Integrative research is needed to transcend the current empirical, site-specific approach to agroforestry system development. At the same time, existing agroforestry and mixed-cropping practices of indigenous peoples should be studied and documented. Subsistence-level agroforestry may be one option for the rehabilitation of abandoned, degraded lands. Mineral supplementation and weed control are major problems in rehabilitation that may be solved in an economically conservative way by integrated small-farm systems that involve establishment of fertility through the use of organic wastes. Commercial-scale rehabilitation of degraded land by plantation establishment may prove feasible if mineral recycling can be restored through supplementation of mycorrhizal fungi. Loss of these beneficial fungi often contributes to decline in the fertility of

tropical lands, although this has been a largely unrecognized issue. If research reveals ways to focus development in deforested lands, pressure to convert natural forest may be alleviated so that it may be better utilized and better retained as a resource for the future.



SOIL MANAGEMENT CONSIDERATIONS

This chapter outlines the principal soil-management considerations for sustained production of annual crops, pastures, and permanent crops in areas where a decision has been made to convert forests into agricultural production. A recommended land-resource evaluation format, including quantitative classification of climate and soil constraints, identifies areas that are suitable for annual crops, pastures, permanent crops, agroforestry, and forestry; it also identifies areas best left in their natural state.

Choice of land-clearing method is crucial in determining future soil productivity. Research conclusively demonstrates that manual slash-and-burn clearing is superior to mechanized land clearing. When manual clearing is unfeasible, mechanized systems should include burning, to take advantage of the fertilizer value of the ash, and the use of a shear blade in order to decrease soil compaction and topsoil loss.

Fertile soils should be given top priority for annual crop production and high-value plantation crops such as cacao. Nutrient dynamics in acid-infertile soils after clearing should be quantified in order to develop a coherent strategy for maintenance of soil fertility. Technology is available at a very limited number of sites for continuous annual crop production in acid-infertile soils on a sustained basis with the judicious use of adapted varieties, rotation schemes, and fertilizer management. Under such systems, soil properties improve with cultivation rather than degrade.

Technology is being developed for sustained legume-based pasture production in which grass and legume species having certain characteristics would be used. These species would be acid-tolerant, would require low levels of available soil phosphorus, would be compatible with one another, and would be tolerant to the chief pests and diseases. The use of such species with judicious grazing management, appropriate tropical cattle breeds (with Zebu and Criollo blood) and maintenance-fertilizer applications, can replace the present highly unstable pasture system with productive sustained use.

These new soil management technologies, both for annual crops and pasture production, must be tested locally in order to validate them and make necessary adjustments. Technologies for permanent crop production

are more available and generally known. Given the undesirable ecological consequences of large-scale deforestation in the humid tropics, every hectare that is cleared for agriculture should be managed at a level of intensiveness high enough to guarantee high productivity on a sustained basis.



SURFACE WATER RESOURCES IN THE HUMID TROPICS

Natural lakes, reservoirs, ponds, and rivers constitute the surface aquatic resources of the humid tropics. Although less studied than their counterparts in Temperate-Zone and even arid tropical systems, they are similar to them in many respects, differing chiefly in their higher temperatures and frequently in their low dissolved-salt content. The multiple use of water for hydroelectric generation, irrigation, fish and shellfish production, and waste disposal necessitates a thoroughly integrated approach to its management.

The higher temperatures encountered in these systems tend to intensify the short-term impact of chemical pollution, while at the same time causing a more rapid degradation of organic pollutants. Since many organisms are near the upper limits of temperature tolerance, they may be highly sensitive to thermal pollution. The proliferation of reservoirs in the tropics necessitates development of improved management strategies encompassing a variety of disciplines. Planning discharge levels, erosion control of the watershed, and clearing of the basin prior to flooding are extremely important considerations. Fisheries and aquatic weed management in new reservoirs is also important and should benefit greatly from a combination of research and monitoring.

Public health aspects of water-associated diseases and vectors require increased attention in the humid tropics. It is important to recognize that wetland forests and especially coastal mangroves form important, fragile, buffer zones between the land and sea. Because of their contribution to coastal and riverine fish and shellfish production and to wastewater treatment, they must be protected.

Les Aspects Écologiques du Développement sous les Tropiques Humides

**COMMISSION CHARGÉE D'UNE SÉLECTION DE PROBLÈMES
BIOLOGIQUES AYANT TRAIT AUX TROPIQUES HUMIDES**

Section des Sciences Biologiques

Assemblée des Sciences Vitales

Conseil National de Recherches

**NATIONAL ACADEMY PRESS
Washington, D.C. 1982**

**COMMISSION CHARGÉE D'UNE SÉLECTION DE
PROBLÈMES BIOLOGIQUES AYANT TRAIT AUX
TROPIQUES HUMIDES**

JAY M. SAVAGE, Université de la Californie du Sud, Los Angeles
(Président)

CHARLES R. GOLDMAN, Université de la Californie, Davis

DAVID P. JANOS, Université de Miami, Coral Gables (Floride)

ARIEL E. LUGO, Institut de Sylviculture Tropicale, Station Méridionale
d'Essais Forestiers, Rio Piedras (Porto Rico)

PETER H. RAVEN, Jardin Botanique du Missouri, Saint Louis

PEDRO A. SANCHEZ, Université d'État de la Caroline du Nord, Raleigh

H. GARRISON WILKES, Université du Massachusetts, Boston

Avant-propos

Le présent rapport doit être considéré dans le contexte d'un effort d'ensemble de la part de l'*Agence Américaine pour le Développement International* (AID) au moyen d'un accord établi en 1979 avec le *Service National des Parcs* pour passer en revue les renseignements techniques existants sur la protection de l'environnement et l'aménagement des ressources naturelles et pour les organiser sous une forme que les missions de l'AID et les pays en voie de développement peuvent utiliser efficacement dans la planification et la mise en oeuvre des projets. Trois étapes sont prévues pour le projet global, c'est-à-dire:

1. une série de quatre analyses ayant comme but l'appréciation de l'état actuel d'une sélection de questions relatives à l'environnement et aux ressources naturelles dans les pays en voie de développement;
2. un certain nombre d'études de cas entreprises en collaboration avec une institution du pays d'accueil afin de documenter des approches variées à la planification des ressources régionales et de présenter de nouvelles manières de réfléchir aux questions concernant l'environnement;
3. à peu près une demi-douzaine de "moyens auxiliaires d'études" qui souligneront des méthodes de reconnaître des possibilités de développement dans le contexte d'un bassin fluvial ou hydrographique donné ou d'un autre système géographique.

Donnant suite à une demande d'aide de la part du *Service National des Parcs*, la *Commission Chargée d'une Sélection de Problèmes Biologiques ayant Trait aux Tropiques Humides* fut formée en mai 1980 pour rédiger la première des analyses, celle qui concerne les tropiques humides. Le but

de cette analyse est d'indiquer les principaux modèles que les gens suivent en exploitant les tropiques humides, de fournir une description précise des écosystèmes sous les tropiques humides, de se concentrer particulièrement sur ce que la commission considère comme des aspects méritant une attention spéciale (ressources naturelles renouvelables, ressources en plasma germinatif, agriculture, terres boisées, sols et eaux de surface) et de donner de brefs commentaires sur le développement régional vu dans une optique écologique. A ce propos il convient de noter que le terme, écologie, est utilisé partout dans ce rapport dans son contexte essentiellement biologique: les rapports réciproques entre les organismes vivants et leur environnement; il ne renferme pas dans le présent ouvrage des considérations sociales, économiques ou politiques.

Table des Matières

RÉSUMÉ ET RECOMMANDATIONS

- 1 LE "DÉVELOPPEMENT" DES TROPIQUES HUMIDES
- 2 LES ECOSYSTÈMES DES TROPIQUES HUMIDES
- 3 L'ÉVALUATION DES RESSOURCES NATURELLES RENOUVELABLES
- 4 LE PLASMA GERMINATIF ET LA CONSERVATION DES RESSOURCES GÉNÉTIQUES
- 5 L'AGRICULTURE SOUS LES TROPIQUES HUMIDES
- 6 DES CONSIDÉRATIONS ÉCOLOGIQUES ET DE GESTION RELATIVES AUX LES TERRES BOISÉES
- 7 DES CONSIDÉRATIONS SUR L'AMÉNAGEMENT DES SOLS
- 8 LES RESSOURCES EN EAUX DE SURFACE SOUS LES TROPIQUES HUMIDES

APPENDICES

TABLES DES APPENDICES

Résumé et Recommandations

Les écosystèmes des tropiques humides, notamment les forêts des plaines basses et les zones marécageuses, représentent pour les pays tropicaux une ressource sous-exploitée très importante. La pression croissante de la population et la montée des espérances annoncent, pour ce qui reste du siècle en cours, une intensification de la conversion de ces écosystèmes à d'autres usages. Quoique souvent ce genre de conversion aboutisse à des augmentations à court terme dans la production des denrées alimentaires ou à un avantage économique, on a rarement réalisé avec la technologie actuelle des systèmes à long terme et à rendement soutenu. Il arrive donc souvent que les bénéfices à court terme sont obtenus au risque de faire subir à l'environnement de graves dégâts de longue durée.

L'écologie de ces écosystèmes n'est guère bien comprise. Bien qu'il existe des connaissances servant à minimiser les effets défavorables, rien ne justifie l'affirmation souvent répétée que ces connaissances suffisent comme base pour des systèmes intérieurement soutenables d'agriculture, de sylviculture et de pisciculture sous les tropiques humides. Il faudra d'importants travaux supplémentaires de recherche ainsi qu'une application technologique permanente des nouvelles découvertes qui en découlent, si le développement sous les tropiques humides doit produire des bénéfices à long terme en faisant subir un minimum de dégâts à l'environnement.

Par ailleurs, il est clair que le milliard et demi environ d'habitants qui s'ajouteront à la population des pays tropicaux d'ici la fin du siècle (90% de la totalité de l'accroissement mondial) auront des espérances et des exigences accrues relatives aux denrées alimentaires, au logement et aux

autres nécessités. L'attention sera très probablement concentrée sur des terres inhabitées comme une source d'amélioration économique. Il en résulte qu'un développement rapide et de grande envergure se produira inévitablement rien que pour maintenir le niveau de vie actuelle, déjà insuffisant, de la plupart des pays.

Sans aucun doute le dilemme confrontant le planificateur économique et aussi l'écologiste, tel qu'il se rapporte aux tropiques humides, n'est pas du tout facile. En raison des réalités de la situation il est nécessaire de mettre à exécution des stratégies de développement fondées sur des connaissances insuffisantes. Comment mettre les connaissances actuelles en usage pour assurer des bénéfices économiques à court terme sans perdre irrémédiablement l'occasion d'obtenir des connaissances supplémentaires et faire des progrès d'ordre technologique comme base pour une utilisation prudente à long terme, voilà la question centrale. La situation exige qu'on agisse prudemment dans l'application des connaissances actuelles afin de réduire au minimum les effets défavorables en ce qui concerne l'environnement. Cela revient à reconnaître que les projets actuels de développement sous les tropiques humides marquent le pas afin de permettre la réalisation de nouvelles technologies et de stratégies à long terme, bien équilibrées du point de vue de l'environnement.

La commission distingue comme solutions possibles trois stratégies principales pour l'utilisation à court terme des ressources des tropiques humides. Ceux qui préconisent ces rapprochements admettent qu'aucune des trois solutions ne peut répondre complètement aux exigences économiques et de l'environnement ayant trait à un rendement soutenu, et que dans la plupart des cas un mélange des trois sera dans quelque mesure inévitable. On peut les résumer comme suit:

- Conserver intactes des parties substantielles des écosystèmes des tropiques humides pour servir comme parcs ou réserves, comme entrepôts scientifiques destinés à l'étude, comme sources naturelles de plasma germinatif, comme source de denrées alimentaires pour les autochtones et comme moyen de faciliter le maintien de la qualité de l'air et de l'eau et de contrôler l'érosion. Au sein de cette solution, l'utilisation par les êtres humains serait limitée au tourisme, aux distractions, aux enquêtes scientifiques, à la rentrée du gibier et au ramassage et à l'enlèvement de certains produits forestiers. Cette solution produit un rendement économique à court terme assez limité; par contre elle offre une excellente protection de l'environnement à long terme, et elle permet des programmes susceptibles de mener éventuellement à un rendement soutenu maximum.
- Utiliser des parties substantielles de l'écosystème naturel pour produire du bois de charpente, du bois de pulpe, du contre-plaqué et du bois

de chauffage en mettant l'accent sur des pratiques de gestion telles que la coupe sélective, la sous-plantation, la sylviculture de préservation, l'éclaircie limitée et la régénération et le reboisement à l'aide des gens.

- Convertir des régions étendues déjà déboisées et en déboiser d'autres d'une manière sélective afin d'augmenter la production des denrées alimentaires en appliquant les nouvelles technologies agricoles développées sous les tropiques humides. Dans ce cas l'accent sera mis sur la conversion des terres pour une exploitation agricole accrue et sur l'utilisation des engrais. En vertu de ce rapprochement l'effet produit par les êtres humains serait substantiel; cela entraînerait une modification au plus haut degré de l'écosystème pour produire des rendements économiques à court terme. Les effets à long terme sur l'environnement seraient au maximum et les avantages économiques à long terme dépendraient de l'application continue des engrais ainsi que du développement de nouvelles technologies.

La commission estime que chacune de ces solutions mérite d'être considérée en fonction de son application à un pays tropical déterminé dans le contexte de l'histoire de son utilisation des forêts et de la situation actuelle d'un emplacement spécifique pour le développement. Etant donné l'état des connaissances, un certain mélange des trois est probablement le meilleur choix pour toute région donnée à condition qu'on ait toujours la faculté de choisir d'autres stratégies. Tenant compte de ces considérations, la commission fait les recommandations générales et spécifiques énoncées ci-après.

RECOMMANDATIONS GENERALES

1. Les renseignements sur l'écologie et les considérations relatives à l'environnement doivent s'intégrer dans la planification des projets de développement. Dès le début de l'étude du projet il faut leur donner un poids égal à celui des aspects agricoles, économiques et techniques.

2. Les organismes s'occupant du développement doivent encourager et soutenir la recherche écologique qui fournira les connaissances essentielles à la découverte de nouvelles technologies qui, à leur tour, mèneront à des stratégies à long terme pour le développement, bien équilibrées en ce qui concerne l'environnement.

3. Des évaluations courantes des changements que les projets produisent dans l'environnement sont essentielles; ce genre de rétroaction aidera à réduire au minimum les difficultés des projets ultérieurs. De plus, les évaluations effectuées à mi-chemin du projet permettent les changements d'orientation dans le cas de l'apparition de contraintes spéciales.

4. Il faudrait que la conservation des régions naturelles dans les environs d'un emplacement pour le développement soit une partie intégrante du plan d'un projet; ces régions fournissent un fond pour l'évaluation des changements dans l'environnement et la préservation des options pour le développement futur.

5. Il faut être très attentif à l'apport des écosystèmes naturels pour le soutien du développement à long terme dans les pays tropicaux. Les projets qui semblent valables du point de vue économique à court terme peuvent à la longue devenir onéreux du même point de vue en raison d'un coût vis-à-vis de l'environnement qu'on n'avait pas reconnu à l'origine. La planification intégrale est une méthode de délimiter des options sensées pour la croissance économique et le développement.

6. La planification peut être rendue beaucoup plus efficace au moyen de l'amplification et de l'amélioration de l'évaluation des ressources naturelles. Les renseignements sur le climat, les sols, la végétation, la faune et les ressources en eau sont essentiels à une planification saine du point de vue de l'environnement, et facilitent une sélection prudente parmi les options relatives au projet.

7. Des considérations concernant le développement et le transfert de la technologie méritent d'être comprises dans tous les projets agricoles et forestiers. Trop souvent en réalisant des projets de développement sous les tropiques humides on concentre les ressources sur les routes, l'infrastructure et les systèmes de commercialisation en faisant abstraction de la technologie ou en supposant qu'elle est accessible et peut être transférée facilement. Lorsque des projets échouent du point de vue économique et écologique, c'est souvent à cause du manque d'une technologie de ce genre. Du point de vue idéal, chaque projet utiliserait la technologie disponible, mais comprendrait une partie composante pour des recherches dont le but serait de mettre à l'essai et de valider des aspects tels que les méthodes de défrichement, le choix de méthodes de mise en culture ou de sylviculture, les espèces utilisées, les besoins en engrais, et les rotations entre les cultures, le pâturage et le boisement. En outre, une partie composante solide pour le transfert de la technologie est indispensable pour donner aux nouveaux habitants ou aux fermiers locaux une formation dans la méthode d'exploiter toute région nouvelle, ainsi que pour fournir des renseignements à la direction technique et politique.

8. Les organismes de développement doivent renforcer les liens de communication en cherchant à propager au maximum parmi les pays tropicaux les renseignements sur les résultats des recherches relatives aux ressources naturelles, aux succès et aux difficultés des projets et à l'innovation technologique. Il faudrait mettre en valeur les possibilités de communication directe entre les pays tropicaux homologues.

RECOMMANDATIONS SPÉCIFIQUES

1. Attendu que les nations possédant un capital limité sont celles qui peuvent encore moins que les autres se permettre d'utiliser inefficacement ou d'abaisser les produits et les services offerts par les écosystèmes naturels, il existe un besoin de recherches accélérées relatives aux moyens de remplacer l'assolement à brèves rotations par des systèmes facultatifs d'exploitation agricole. Les stratégies pour le développement devraient encourager les nouveaux systèmes d'exploitation agricole fondés sur les cultures variées et un plasma germinatif amélioré. Il faut aussi des recherches supplémentaires relatives aux moyens d'améliorer l'agrosylviculture et aux alliances entre l'élevage et la mise en culture.

2. De nombreux fruits tropicaux américains ne se sont pas répandus dans l'Asie et l'Afrique tropicales, et vice versa. Les organismes s'occupant du développement devraient donc élaborer et soutenir un réseau mondial pour l'étude, l'acclimatation et la répartition des cultures de fruits. Dans toute activité de plasma germinatif de ce genre le contrôle rigoureux des agents pathogènes est essentiel.

3. Etant donné que les cultures annuelles, les pâtures ou les systèmes permanents de culture devraient être assez productifs et stables pour faciliter l'utilisation continue des terres défrichées et réduire au minimum les défrichements ultérieurs, il faudrait mettre en usage la technologie moderne de l'aménagement des sols. Une telle technologie devrait être installée à la manière d'une mosaïque entre des régions non-modifiées afin d'éviter l'effet écologique peu souhaitable de régions défrichées très étendues.

4. Dans la mesure du possible il faudrait éviter de sacrifier des forêts primaires pour libérer des terres pour l'agriculture; il faudrait plutôt encourager le développement agricole dans les régions de forêts secondaires.

5. En raison du fait que les êtres humains demandent de plus en plus des terres humides des tropiques et leurs écosystèmes dans lesquels les forêts prédominent, la nécessité de formuler des critères d'étude pour les systèmes d'agrosylviculture est urgente. Comme fond essentiel, les renseignements sur la sylviculture et les méthodes de production de denrées alimentaires qui sont de tradition dans la région devraient être catalogués et évalués avant la disparition de ces connaissances empiriques de valeur.

6. Un effort principal devrait être consacré à l'élaboration de projets visant à régénérer les forêts et à utiliser des terres dégradées pour la production forestière.

7. En raison du fait que de nombreux écosystèmes des tropiques humides ont un potentiel très élevé pour un rendement à long terme en produits forestiers, il est essentiel de développer et de mettre à l'essai sur le plan écologique des pratiques saines pour réaliser un rendement soutenable en

fonction de la récolte des forêts naturelles ainsi que pour assurer l'aménagement efficace des plantations.

8. Étant donné que les régions marécageuses des tropiques humides sont très fragiles et sont restreintes dans leur étendue, il faudrait les protéger énergiquement du développement et de la pollution. Le maintien soigneux de leur régime d'eau est d'une importance vitale parce qu'elles servent comme zone tampon entre la terre et l'eau, et aussi comme vivier pour les pêcheries côtières et riveraines.

9. Attendu que la mise à exécution de ces recommandations exige des connaissances considérables et une appréciation des complexités de l'écologie et de la productivité des tropiques humides, les organismes responsables du développement auraient intérêt à renforcer les programmes actuels et à élaborer de nouveaux moyens de fournir aux planificateurs des renseignements de base dans ce domaine. Il faudrait réaliser des colloques, des sessions de travail, de brefs cours de formation ou d'autres arrangements pour rendre les fonctionnaires affectés aux pays tropicaux et leurs homologues dans les pays d'accueil plus conscients des propriétés uniques de ces systèmes et des possibilités pour une gestion saine du point de vue de l'environnement.



LE "DÉVELOPPEMENT" DES TROPIQUES HUMIDES

Dans le présent document le développement est défini comme le renforcement de l'écoulement de l'énergie, de la matière et de l'argent à travers une région. Les activités du développement mettent en marche le processus de changement dans les écosystèmes naturels. Dans les grandes régions des écosystèmes de divers genres sont alliés et s'enchaînent. L'analyse des effets du développement à l'échelle régionale exige donc un examen minutieux au niveau de l'écosystème. La meilleure façon d'accomplir cela est d'inventer des modèles de systèmes régionaux ou nationaux et de les utiliser pour faciliter le ramassage des données, et d'analyser les actions réciproques et les changements au niveau de l'écosystème.

En raison du fait que la structure et le fonctionnement des écosystèmes (y compris les systèmes humains) sont très sensibles aux changements dans les forces extérieures et que le développement entraîne l'actionnement et le changement de ces forces, il est important d'évaluer les effets que l'une produit sur les autres. Le degré de développement qui est possible dans une région donnée est prescrit en fonction de (1) la capacité de charge (c'est-à-dire l'état de développement dans lequel l'écoulement de l'argent, de l'énergie et de la matière est à une allure qui permet le soutien du maximum de la valeur utile sans faire du tort à long terme) et de (2) l'aptitude de l'environnement naturel à absorber la tension et à correspondre aux besoins des êtres humains.

On propose l'élaboration de buts finals de développement qui éviteront la dégradation à long terme de la capacité de charge de l'environnement. Le fait de ralentir le taux de développement d'une région (afin d'arriver à un état stable) ne doit pas nécessairement signifier la stagnation parce que dans ce cas il sera possible de consacrer des efforts humains importants à l'amélioration et au maintien de la qualité de la vie qui dépassent de loin le simple développement initial des terres.



L'ÉVALUATION DES RESSOURCES NATURELLES RENOUVELABLES

Des études au point de départ des organismes et des écosystèmes sont des parties composantes intégrales des projets de développement, surtout ceux de grande envergure. Les organismes tropicaux ne sont pas du tout bien connus, des noms n'ayant été attribués qu'à un sur six d'entre eux (à 500 000 sur un total estimé de 3 millions). De nombreuses espèces de plantes, d'animaux et de micro-organismes constituent les écosystèmes complexes des tropiques humides. Une compréhension de leurs propriétés

individuelles et de leurs manières de réagir réciproquement est d'une importance fondamentale en raison du besoin d'améliorer l'utilisation des espèces individuelles à des fins particulières et de trouver les façons dont les propriétés des organismes individuels influent sur la susceptibilité de changement de l'écosystème. Il faudrait faire des arrangements pour des études nationales et régionales, notamment des espèces ayant une importance économique connue ou présumée, afin de fournir un cadre ou un contexte dans lequel il serait possible de ranger les données ou les questions provenant de projets individuels, en vue de les traiter efficacement. Ces études, ainsi que les renseignements élaborés à propos de projets individuels, devraient être programmés sur un ordinateur. En raison de leur intérêt général, de leur importance économique et de leur potentiel à l'égard de la création des institutions, de tels efforts devraient faire partie intégrante des programmes d'aide aux pays étrangers.



LE PLASMA GERMINATIF ET LA CONSERVATION DES RESSOURCES GÉNÉTIQUES

Le plasma germinatif représente le potentiel génétique des organismes vivants ainsi que la matière brute pour engendrer de nouvelles variétés de plantes, d'animaux et de micro-organismes. Les gènes sont le facteur biologique qui permet aux organismes de "se desserrer" et de survivre dans des environnements particuliers. Aucun individu ne possède toute la diversité génétique de l'espèce; la totalité du potentiel génétique, soit le dépôt des gènes, ne se trouve que dans les populations. Le plasma germinatif diversifié permet aux populations de s'adapter aux conditions changeantes de l'environnement, autant sur le plan spatial que sur celui du temps qui passe. Des activités de la part des êtres humains, telles que la chasse, la récolte ou l'exploitation forestière, la modification des habitats et l'agriculture intensifiée, contribuent toutes à diminuer la diversité génétique. La diversité génétique d'un dépôt de gènes est la base des ressources biologiques renouvelables telles que l'agriculture et la sylviculture. Actuellement il n'y a qu'environ 150 espèces de plantes et un nombre plus restreint d'animaux qui mettent l'espèce humaine à l'abri de la famine. Le plasma germinatif sous les tropiques humides est d'un grand intérêt pour deux raisons. D'abord les régions qui constituent la source d'un grand nombre de ces dépôts utiles de gènes d'animaux et de plantes sont actuellement en train de se diminuer et de disparaître; deuxièmement l'uniformité génétique d'un petit nombre de plantes cultivées et d'animaux domestiqués est en train de déplacer la diversité génétique de centaines de variétés locales. Le potentiel des ressources génétiques pour les pays sous

les tropiques humides semble grand, à condition que la base du plasma germinatif ne soit pas érodée par une gestion inadéquate. A moins que les organisations et les institutions intéressées ne deviennent plus attentives à la préservation du plasma germinatif sur un plan international, le potentiel des dépôts de gènes sous les tropiques continuera de diminuer.



L'AGRICULTURE SOUS LES TROPIQUES HUMIDES

La moitié des habitants de la terre s'adonnent à l'agriculture, pour la plupart dans les régions tropicales et subtropicales. Leurs pratiques agricoles sont très variées, en partie traditionnelles et en partie modernes. Du point de vue écologique, tous ces systèmes d'exploitation agricole représentent un réarrangement de l'écosystème, ce qui aboutit normalement à une productivité accrue en ce qui concerne les matières utiles. Pour la plupart l'agriculture entraîne le défrichage de la terre et l'établissement d'un écosystème moins mûri. La productivité est généralement le résultat d'une modification de l'environnement (c'est-à-dire, la préparation du sol, l'irrigation et l'extirpation des mauvaises herbes) ainsi que des changements génétiques qui accompagnent la domestication des animaux et des plantes.

Les systèmes d'exploitation agricole rétablissent un cordon de denrées alimentaires en le raccourcissant et en le simplifiant. La question écologique décisive est celle-ci: jusqu'à quel point un écosystème peut-il supporter des modifications tout en retenant sa capacité de production soutenue? Actuellement l'étendue de nos connaissances n'est pas de nature à nous permettre de répondre complètement à cette question dans de nombreux domaines; cependant au moyen de la compétence dans la gestion et d'une technologie adéquate il est possible d'arriver à une production soutenable pour le nombre actuel d'habitants des tropiques humides. Cependant, si les pratiques actuelles continuent, le risque d'une détérioration progressive est à craindre à mesure que le nombre d'habitants augmente sous les tropiques humides. Les nations possédant un capital limité sont justement celles qui peuvent le moins se permettre d'utiliser insuffisamment ou excessivement les produits et les services offerts par des écosystèmes naturels et aménagés. Il faut des recherches accélérées pour développer des systèmes facultatifs d'exploitation agricole pour remplacer les cultures changeantes sur des terres mises brièvement en jachère. Les recherches relatives aux systèmes soutenus d'exploitation agricole comme option valable devraient être considérées comme les plus urgentes. Il devrait être possible, sous les tropiques humides, de développer de nouveaux systèmes d'exploitation agricole utilisant des cultures variées et un plasma

germinatif amélioré, notamment en ce qui concerne quelques unes des ressources négligées telles que les fruits tropicaux, les palmiers, certains légumes feuillus et des mélanges d'animaux et de plantes.



DES CONSIDÉRATIONS ECOLOGIQUES ET DE GESTION RELATIVES AUX TERRES BOISÉES

Les forêts constituent la végétation naturelle de la plus grande partie des plaines basses des tropiques humides. Bien que les forêts tropicales soient, sur le plan biologique, très productives, leur complexité empêche souvent leur développement pour une productivité économique. Ce qui importe essentiellement dans le développement des terres boisées est de trouver le moyen de dériver de ces terres le plus grand nombre total de bénéfices pour les hommes tout en conservant leur productivité naturelle. Les bénéfices à obtenir comprennent non seulement les denrées alimentaires, le combustible et les produits fibreux, mais aussi des services concernant l'environnement, tels que le contrôle de l'érosion et du climat et la protection des surfaces de captation des eaux. Le spécialiste s'occupant de l'écologie et du développement cherche des systèmes de production stables qui exigent un nombre minimum de suppléments en minéraux et en produits pour le contrôle des mauvaises herbes et des insectes nuisibles pendant les longues périodes qu'il faut prévoir pour les projets forestiers.

Les options pour la production du bois sur le plan industriel varient entre l'aménagement de forêts naturelles pour la récolte de certaines espèces sélectionnées et la conversion intégrale en des plantations d'une espèce ou de quelques espèces seulement. Cette dernière option est praticable pour la production de fruits ou d'autres produits n'ayant pas trait au bois. Les principales préoccupations d'ordre écologique dans la gestion des forêts naturelles pour l'enrichissement portent sur la sélection d'emplacements et d'espèces adéquats en fonction des contraintes démographiques concernant le sol et les arbres. Si une forêt naturelle est destinée à être coupée à ras (comme pour la pâte de bois), il devient très important d'éviter la perte de minéraux et de prendre des mesures adéquates pour la régénération.

Les plantations peuvent être très productives, notamment en ce qui concerne le bois, car les arbres dans leur jeunesse imitent les premiers stades successifs caractérisés par une réduction dans la concurrence et une croissance rapide. Cependant il faudra des suppléments de minéraux pour la production afin de remplacer les minéraux faisant partie des produits enlevés ainsi que ceux qui seront perdus à cause de la rupture de la rétention naturelle. Dans le développement d'une plantation il faut donner la

priorité à la stimulation de la retention des minéraux au moyen de la manipulation des mycorhizes et à l'introduction de cultures de recouvrement ou d'accompagnement.

Le contrôle des insectes nuisibles est une autre nécessité urgente dans les plantations ou les forêts enrichies d'une seule espèce. Un choix judicieux d'espèces indigènes ou exotiques ou d'un mélange des deux peut modérer les dégâts faits par les insectes, mais ce sont le plasma germinatif des forêts et les réserves d'agents biologiques de contrôle qui constituent les éléments critiques d'un développement sain des plantations.

Tout compte fait, pour la mise au point des méthodes de sylviculture adéquates le responsable du développement forestier a besoin de renseignements beaucoup plus étendus sur la dynamique des forêts, sur les plantations et sur les ensembles des espèces. Il y a grande urgence à ce qu'on établisse une politique qui modérera le déboisement en traitant les forêts comme une ressource naturelle renouvelable plutôt que comme une source de bois de construction à exploiter jusqu'à l'épuisement.

La production à petite échelle peut être réalisée d'une façon saine du point de vue écologique en utilisant des systèmes d'agrosylviculture. Bien que caractérisés par la densité de la main-d'oeuvre, ces systèmes sont fort productifs et promettent d'être favorables en ce qui concerne la retention des minéraux et le contrôle des mauvaises herbes et des insectes nuisibles. Cependant il n'existe aucune théorie actuellement pour leur délimitation. Il faut des recherches intégrées pour aller au delà de la façon actuelle —empirique et appropriée à des emplacements spécifiques— d'aborder le développement des systèmes d'agrosylviculture. En même temps il faudrait étudier et documenter les pratiques existantes des indigènes ayant trait à l'agrosylviculture et aux mises en culture mélangées. L'agrosylviculture au niveau de la subsistance est peut-être une option en ce qui concerne la remise en état de terres abandonnées et dégradées. L'approvisionnement en suppléments de minéraux et le contrôle des mauvaises herbes sont des problèmes principaux en ce qui concerne la remise en état; il est peut-être possible de les résoudre d'une façon conservatrice du point de vue économique au moyen de systèmes intégrés de petites fermes servant à rétablir la fécondité en employant des déchets organiques. La remise en état à l'échelle commerciale des terres dégradées en établissant des plantations peut devenir faisable, si le recyclage des minéraux peut être rétabli au moyen d'un approvisionnement en suppléments de mycorhizes. La perte de ces champignons bénéfiques mène souvent à une diminution de la fécondité des terres tropicales; mais à vrai dire cette question n'a pas, jusqu'à présent, souvent été prise en considération. Si les recherches mettent à jour des moyens de concentrer le développement sur des terres déboisées, il se peut qu'on arrive à amoindrir la poussée vers la conversion des forêts

naturelles pour que celles-ci soient mieux utilisées et mieux préservées comme une ressource pour l'avenir.



DES CONSIDÉRATIONS D'AMÉNAGEMENT DES SOLS

Ce chapitre donne dans leurs lignes générales les principales considérations d'aménagement des sols pour la production soutenue de cultures annuelles, de pâtures et de cultures permanentes dans des régions où il a été décidé de convertir les forêts pour la production agricole. Une formule recommandée d'évaluation des ressources en terres, y compris le classement quantitatif des contraintes du climat et des sols, définit les régions qui conviennent aux cultures annuelles, aux pâtures, aux cultures permanentes, à l'agrosylviculture et à la sylviculture; il définit aussi les régions qu'il vaudrait mieux laisser dans leur état naturel.

Pour déterminer la productivité future des sols le choix de la méthode de défrichement est de toute importance. Les recherches montrent d'une manière concluante que le défrichement au moyen de l'abattage et du brûlis est supérieur à celui qui s'accomplit avec des machines. Lorsque le défrichement à la main n'est pas faisable, les systèmes mécanisés devraient comprendre le brûlis afin de profiter de la teneur en engrais des cendres, et l'utilisation de cisailles afin d'amoindrir le compactage et la perte du terreau.

Il faudrait donner aux sols fertiles la plus haute priorité pour la production de cultures annuelles ainsi que pour des cultures de plantation de grande valeur telles que le cacao. Après le défrichement des sols infertiles et acides, il faudrait quantifier la dynamique des éléments nutritifs afin de développer une stratégie homogène pour maintenir la fertilité des sols. Dans un nombre fort restreint d'emplacements la technologie est disponible pour la production continue et à base soutenue de cultures annuelles dans des sols infertiles et acides en utilisant judicieusement des variétés adaptées, des plans de rotation et des engrais. Moyennant de tels systèmes, les propriétés des sols s'améliorent lors de l'exploitation plutôt que de se détériorer.

On est en train d'élaborer une technologie pour la production soutenue de pâtures à base de légumineuses dans laquelle des herbes et des espèces légumineuses ayant certaines caractéristiques seraient utilisées. Ces espèces seraient tolérantes vis-à-vis des acides, n'exigeraient que des niveaux faibles des phosphores du sol disponibles, seraient compatibles entre elles et seraient tolérantes vis-à-vis des principaux insectes et maladies. Alliées à une exploitation judicieuse du pâturage, à des races adéquates des bovins des

tropiques (ayant du sang de zébu et de *criollo*) et à des applications d'engrais de maintien, ces espèces peuvent substituer au système actuel de pâturage, extrêmement instable, une utilisation productive soutenue.

Il faut mettre ces nouvelles technologies d'exploitation des sols à l'essai sur place, tant pour les cultures annuelles que pour la production des pâtures, afin de les rendre valables et de faire les rectifications nécessaires. Les technologies pour la production des cultures permanentes sont davantage disponibles et mieux connues généralement. Etant donné les conséquences écologiques peu souhaitables du déboisement à grande échelle sous les tropiques humides, chaque hectare qu'on défriche pour l'agriculture devrait être exploité à un niveau d'intensité suffisamment élevé pour garantir un degré élevé de productivité sur une base soutenue.



LES RESSOURCES EN EAUX DE SURFACE SOUS LES TROPIQUES HUMIDES

Les lacs naturels, les réservoirs, les étangs et les fleuves constituent les ressources en eaux de surface des tropiques humides. Bien qu'elles n'aient pas donné lieu à autant d'études que leurs équivalents dans les zones tempérées et même dans des systèmes des tropiques arides, elles leur ressemblent sous beaucoup de rapports, et en diffèrent surtout à cause de leurs températures plus élevées et souvent en raison de leur teneur basse en sel dissous. En raison de l'utilisation de l'eau à des fins multiples, c'est-à-dire la génération hydroélectrique, l'irrigation, la production de poissons et de crustacés et l'évacuation des eaux ménagères et industrielles, il faut que son exploitation soit effectuée conformément à une approche bien intégrée.

Les températures plus élevées qu'on rencontre dans ces systèmes sont susceptibles d'intensifier l'effet à court terme de la pollution chimique et de produire en même temps une dégradation des éléments organiques de pollution.

Attendu que beaucoup d'organismes se trouvent près des limites supérieures de tolérance vis-à-vis de la température, il se peut qu'ils soient très sensibles à la pollution thermique. La prolifération des réservoirs sous les tropiques rend nécessaire l'élaboration de stratégies d'exploitation améliorées comprenant diverses disciplines. La planification des niveaux d'épanchement, le contrôle de l'érosion du bassin hydrographique et le déblaiement du bassin avant l'inondation sont des considérations extrêmement importantes. L'exploitation rationnelle des pêcheries et des plantes aquatiques est importante aussi, et pourrait gagner à faire l'objet de recherches alliées à des mesures de contrôle.

Sous les tropiques humides il faut porter une attention accrue sur les maladies et les vecteurs d'origine aquatique en ce qui concerne leurs aspects ayant trait à la santé publique. Il convient de reconnaître que les forêts des régions marécageuses, et notamment les mangliers littoraux, constituent des zones tampon fragiles mais importantes entre la terre et la mer. Il faut les protéger en raison de leur apport à la production de poissons et de crustacés riverains et littoraux et au traitement des eaux-vannes.

Aspectos Ecológicos del Desarrollo en las Zonas Tropicales Húmedas

**COMISIÓN ENCARGADA DE UNA SELECCIÓN DE PROBLEMAS
BIOLÓGICOS RELACIONADOS CON LAS ZONAS TROPICALES
HÚMEDAS**

Sección de las Ciencias Biológicas

Asamblea de las Ciencias Vitales

Consejo Nacional de Investigación

**NATIONAL ACADEMY PRESS
Washington, D. C. 1982**

**COMISIÓN ENCARGADA DE UNA SELECCIÓN DE
PROBLEMAS BIOLÓGICOS RELACIONADOS CON LAS
ZONAS TROPICALES HÚMEDAS**

JAY M. SAVAGE, Universidad de la California de Sur, Los Angeles
(Presidente de la Comisión)

CHARLES R. GOLDMAN, Universidad de California, Davis

DAVID P. JANOS, Universidad de Miami, Coral Gables (Florida)

ARIEL E. LUGO, Instituto de Dasonomía Tropical, Estación Forestal
Experimental Sureña, Rio Piedras, Puerto Rico

PETER H. RAVEN, Jardín Botánico de Missouri, St. Louis

PEDRO A. SÁNCHEZ, Universidad del Estado de Carolina del Norte,
Raleigh

H. GARRISON WILKES, Universidad de Massachusetts, Boston

Prefacio

El presente informe debe considerarse en el contexto de un esfuerzo abarcador de la *Agencia Estadounidense para el Desarrollo Internacional* (ADI) mediante un convenio establecido en 1979 con el *Servicio Nacional de Parques* para revisar la información técnica existente sobre la protección del medio ambiente y el manejo de los recursos naturales y para organizarla de manera que las misiones de la ADI y los países en desarrollo puedan utilizarla eficazmente en las planificación y la realización de los proyectos. En el proyecto se prevén tres etapas, a saber:

1. una serie de cuatro trabajos de revisión diseñados con la finalidad de evaluar el estado del conocimiento actual en una selección de tópicos referentes al medio ambiente y los recursos naturales en los países en desarrollo;

2. cierto número de estudios de casos emprendidos en colaboración con una institución de un país anfitrión para documentar procedimientos alternos para la planificación regional de los recursos y presentar nuevas maneras de pensar referentes al medio ambiente;

3. alrededor de media docena de "medios auxiliares de estudios" que harán hincapié en los métodos de reconocer posibilidades de desarrollo en el contexto de cierta cuenca hidrográfica, o vertiente u otro sistema geográfico.

Respondiendo a una solicitud de ayuda de parte del *Servicio Nacional de Parques*, la *Comisión Encargada de una Selección de Problemas Referentes a las Zonas Tropicales Húmedas* fue constituida en mayo de 1980 para redactar el primero de los análisis, el que trata de las zonas tropicales

húmedas. El propósito de este análisis es el señalar las principales formas en que la gente utiliza las zonas tropicales húmedas, el proporcionar una descripción precisa de los ecosistemas de las zonas tropicales húmedas, el concentrarse particularmente en lo que la comisión considera como aspectos dignos de atención especial (recursos naturales renovables, recursos en germen plasma, agricultura, tierras forestales, suelos y aguas superficiales) y ofrecer comentarios breves sobre el desarrollo regional visto desde una perspectiva ecológica. A este respecto, conviene notar que el vocablo, ecología, será utilizado a lo largo de este informe en su contexto esencialmente biológico: las interrelaciones entre los organismos vivientes y su medio ambiente; este documento no incluye consideraciones sociales, económicas o políticas.

Indice de Materias

RESUMEN Y RECOMENDACIONES

- 1 EL "DESARROLLO" DE LAS ZONAS TROPICALES HÚMEDAS
- 2 LOS ECOSISTEMAS DE LAS ZONAS TROPICALES HÚMEDAS
- 3 LA EVALUACIÓN DE LOS RECURSOS NATURALES RENOVABLES
- 4 EL GERMEN PLASMA Y LA CONSERVACIÓN DE LOS RECURSOS GENÉTICOS
- 5 LA AGRICULTURA EN LAS ZONAS TROPICALES HÚMEDAS
- 6 CONSIDERACIONES ECOLÓGICAS Y DE MANEJO REFERENTES A TIERRAS FORESTALES
- 7 CONSIDERACIONES SOBRE EL APROVECHAMIENTO DEL SUELO
- 8 RECURSOS DE AGUAS DE SUPERFICIE EN LAS ZONAS TROPICALES HÚMEDAS

APÉNDICES

CUADROS DE APÉNDICE

Resumen y Recomendaciones

Los ecosistemas de las zonas tropicales húmedas, particularmente los bosques de las tierras bajas y pantanosas, representan para los países tropicales un recurso muy importante pero insuficientemente aprovechado. Los aumentos poblacionales y las crecientes expectativas de la población, durante el resto de este siglo, crearán presiones dirigidas a intensificar la conversión de los ecosistemas naturales a otros usos. Aunque la conversión de esta clase conduce a menudo a aumentos a corto plazo en la producción alimenticia o económica, muy pocas veces se han obtenido con la tecnología actual, sistemas de rendimiento sostenido a largo plazo. Ocurre, pues, a menudo que los beneficios a corto plazo se consiguen a riesgo de hacer daños perdurables al medio ambiente.

Apenas se comprende la ecología de estos ecosistemas. Aunque existen conocimientos que sirven para reducir al mínimo los efectos adversos a los sistemas, no es justificable afirmar, así como se hace a menudo, que estos conocimientos resulten adecuados como base para desarrollar sistemas internamente sustentables de agricultura, de silvicultura y de piscicultura en las zonas tropicales húmedas. Serán necesarios importantes trabajos suplementarios de investigación y también una aplicación tecnológica permanente de los descubrimientos nuevos que provienen de ella, si el desarrollo en las zonas tropicales húmedas ha de producir beneficios a largo plazo, con daño mínimo al medio ambiente.

Por otra parte, es claro que los mil quinientos millones de habitantes que aproximadamente van a agregarse a la población de los países tropicales de aquí al fin del siglo (90% del aumento mundial) tendrán expecta-

ciones y exigencias acrecentadas relativas a los productos alimenticios, a la vivienda y a otras necesidades. La atención será concentrada probablemente en tierras inhabitadas como fuente de mejoras económicas. Como resultado, un desarrollo rápido y amplio ocurrirá y debe ocurrir, aún cuando sólo sea para mantener el actual nivel de vida inadecuado que la mayoría de los países tienen.

No cabe duda que el dilema con que se encaran el planificador económico y también el ecólogo relativo a las zonas tropicales húmedas, no es nada fácil. Dadas las realidades de la situación, es necesario llevar a la práctica estrategias de desarrollo basadas en conocimientos insuficientes. El problema fundamental reside en como utilizar el conocimiento disponible para proveer beneficios económicos a corto plazo sin excluir la oportunidad de obtener nuevos conocimientos suplementarios y lograr adelantos tecnológicos que sirvan como base para lograr una sabia utilización de los recursos a largo plazo. La situación requiere que se proceda con cuidado al aplicar los conocimientos actuales para reducir al mínimo los efectos adversos al medio ambiente. Esto equivale a reconocer que los proyectos actuales de desarrollo en las zonas tropicales húmedas marcan el paso para permitir la realización de nuevas tecnologías y estrategias a largo plazo, bien equilibradas desde el punto de vista del medio ambiente.

La comisión percibe tres enfoques principales y divergentes en la utilización a corto plazo de los recursos de las zonas tropicales húmedas. Los que postulan estos procedimientos admiten que ninguna de las tres soluciones puede satisfacer completamente las exigencias económicas del medio ambiente relacionadas con un rendimiento sostenido, y que en la mayoría de los casos una mezcla de las tres será inevitable. Estas tres soluciones se resumen a continuación:

- Conservar intactas partes substanciales de los ecosistemas de las zonas tropicales húmedas para servir como parques o reservas, como repositorio científico destinado al estudio, como fuentes naturales de germen plasma, como fuente de productos alimenticios para los aborígenes y como medio de facilitar el mantenimiento de la calidad del aire y del agua y de controlar la erosión. Dentro de esta solución la utilización por los seres humanos sería limitada al turismo, al recreo, a la investigación científica, a la caza de poblaciones de animales salvajes y al uso de ciertos productos forestales. El rendimiento económico que esta solución produce a corto plazo es bastante limitado, pero a largo plazo ofrece una protección excelente del medio ambiente y posibilita programas aptos para conducir ulteriormente a un rendimiento sostenido máximo.
- Utilizar partes substanciales del ecosistema natural para producir madera aserrada, madera de pulpa, madera terciada y leña, haciendo

hincapié en prácticas de manejo tales como el corte selectivo, la plantación limitada, la silvicultura de preservación, el corte parcial y la regeneración y repoblación forestal.

- Convertir regiones extensas que al presente están de forestadas y desmontar otras selectivamente para aumentar la producción alimenticia por medio de nuevas tecnologías agrícolas elaboradas en las zonas tropicales húmedas. En este caso se acentuará la conversión de tierras para un aprovechamiento agrícola acrecentado y la utilización de abonos. Conforme a esta estrategia el efecto producido por los seres humanos sería substancial y conllevaría una modificación mayor del ecosistema para producir rendimientos económicos a corto plazo. A largo plazo los efectos en el medio ambiente serían máximos, y las ventajas económicas dependerían de la aplicación continua de abonos tanto como del desarrollo de nuevas tecnologías.

La comisión cree que cada una de estas soluciones merece ser considerada con respecto a su aplicación a un país tropical determinado en el contexto de la historia de su aprovechamiento de los bosques de la situación actual del lugar específico considerado para el desarrollo. Dado el estado del conocimiento, cierta mezcla de las tres alternativas es probablemente el acercamiento más acertado para cualquier región determinada, con tal que siga existiendo la facultad de escoger otras estrategias. Teniendo en cuenta estas consideraciones, la comisión hace las recomendaciones generales y específicas enunciadas a continuación.

RECOMENDACIONES GENERALES

1. La información ecológica y las consideraciones relativas al medio ambiente deben ser parte integral de la planificación de los proyectos de desarrollo. Desde el comienzo del estudio del proyecto hay que darles a las mismas un peso igual al de los aspectos agrícolas, económicos y técnicos.

2. Los organismos que se encargan del desarrollo deben fomentar y apoyar la investigación ecológica que proporcionará los conocimientos esenciales para el descubrimiento de nuevas tecnologías, que a su vez conducirán a estrategias ambientalmente balanceadas para el desarrollo a largo plazo.

3. Es esencial evaluar continuamente los cambios que los proyectos producen en el medio ambiente; esta clase de retroalimentación será útil para reducir al mínimo las dificultades de los proyectos ulteriores. Además las evaluaciones hechas durante el progreso de los proyectos posibilitan cambios de dirección en el caso que surjan situaciones especiales.

4. La conservación de regiones naturales en los contornos de una

ubicación para el desarrollo debiera ser parte integrante del plan de un proyecto. Estas regiones proporcionan el trasfondo contra el cual se pueden evaluar los cambios producidos en el medio ambiente y además preservar opciones para el desarrollo futuro.

5. Hay que prestar atención especial al aporte de los ecosistemas naturales al apoyo del desarrollo a largo plazo en países tropicales. Los proyectos que parecen valerosos desde el punto de vista económico a corto plazo pueden a la larga llegar a ser onerosos desde el mismo punto de vista con motivo de un coste ignorado al principio respecto al medio ambiente. La planificación integral es un método de determinar opciones sabias para el crecimiento económico y el desarrollo.

6. Es posible lograr una planificación mucho más eficaz mediante la ampliación y el mejoramiento de la evaluación de los recursos naturales. La información sobre el clima, los suelos, la vegetación, la fauna y los recursos de agua es esencial para una planificación sana desde el punto de vista del medio ambiente, y facilita una selección prudente entre las opciones referentes al proyecto.

7. Consideraciones relativas al desarrollo y a la transferencia de la tecnología merecen ser incluidas en todos los proyectos de agricultura y silvicultura. Con demasiada frecuencia en la realización de los proyectos de desarrollo en las zonas tropicales húmedas, sucede que los recursos se concentran en carreteras, en infraestructura y en sistemas de mercadeo sin tener en cuenta la tecnología, o suponiendo que ésta está disponible y que se puede transferir fácilmente. Cuando fracasan proyectos desde el punto de vista económico y ecológico, es a menudo por falta de una tecnología de esta clase. Desde el punto de vista ideal, cada proyecto utilizaría la tecnología disponible, pero incluiría un componente para la investigación destinada a poner a prueba y a validar aspectos tales como los métodos de desmonte, la selección de métodos de cultivo o de silvicultura, las especies utilizadas, las necesidades respecto a abonos y las rotaciones entre los cultivos, los pastos y la repoblación forestal. Por añadidura, un componente sólido para la transferencia de la tecnología es indispensable para dar a los nuevos habitantes o a los campesinos locales una preparación en el método de aprovechar cualquier región nueva y también para proporcionar información a la dirección técnica y política.

8. Los organismos de desarrollo deben fortalecer los vínculos de comunicación al procurar una propagación máxima entre los países tropicales de la información sobre los resultados de la investigación relativa a los recursos naturales, sobre los éxitos y dificultades de los proyectos y sobre la innovación tecnológica. Hay que realzar las oportunidades de comunicación directa entre contraparte instituciones de investigación en países tropicales.

RECOMENDACIONES ESPECÍFICAS

1. Dado que las naciones que poseen un capital limitado son aquellas a las cuales les es menos conveniente utilizar ineficazmente o hacer degenerar los productos y servicios ofrecidos por los ecosistemas naturales, se necesitan investigaciones aceleradas relativas a los medios de remplazar los cultivos migratorios de rotaciones breves con sistemas facultativos de aprovechamiento agrícola. Las estrategias para el desarrollo deben fomentar nuevos sistemas de aprovechamiento agrícola basados en cultivos variados y germen plasma mejorado. Se necesitan también investigaciones suplementarias referentes a los medios de mejorar la agrosilvicultura y también a mezclas de cultivos y explotación agropecuaria.

2. Muchas frutas tropicales del nuevo mundo no se han difundido en las regiones tropicales de Asia y Africa, y vice-versa. Los organismos encargados del desarrollo deben, por lo tanto, elaborar y apoyar una red mundial para el estudio, la aclimatación y la distribución de las cosechas de frutas. En cualquier actividad de germen plasma de esta clase es esencial el control de los agentes patógenos.

3. Puesto que los cultivos anuales, los pastos o los sistemas permanentes de cultivos deben ser lo suficiente productivos y estables para facilitar la utilización continua de terrenos desbrozados y reducir al mínimo la deforestación será necesario hacer uso de la tecnología moderna para el aprovechamiento del suelo. Sería útil instalar tal tecnología a la manera de un mosaico entre regiones no modificadas para evitar el efecto ecológico indeseable de regiones desbrozadas muy extensas.

4. En la medida posible, es preciso evitar el sacrificar bosques primarios para libertar terrenos para la agricultura; es preferible fomentar el desarrollo agrícola en regiones de bosques secundarios.

5. En vista de las crecientes demandas humanas sobre las tierras húmedas de las zonas tropicales y de sus ecosistemas, predominantemente de bosques, es perentorio formular criterios de planeamiento para los sistemas de agrosilvicultura. Como antecedentes la información referente a la silvicultura y los métodos de producción alimenticia que son tradicionales en la región debieran ser catalogados y evaluados para evitar la pérdida de estos conocimientos empíricos valiosos.

6. Un esfuerzo principal debiera ser consagrado a la elaboración de proyectos que tienden a regenerar los bosques y a utilizar tierras mermaidas para la producción forestal.

7. En vista de que muchos ecosistemas de las zonas tropicales húmedas tienen una potencialidad muy grande para una cosecha a largo plazo de productos forestales, es indispensable desarrollar y poner a prueba en el terreno ecológico prácticas acertadas para realizar un rendimiento sostenido.

nible con arreglo a la cosecha de los bosques naturales y también para velar por la administración eficaz de las plantaciones.

8. Dado que las tierras pantanosas de las zonas tropicales húmedas son muy frágiles y tienen una extensión limitada, sería preciso protegerlas enérgicamente del desarrollo y de la contaminación. La conservación cuidadosa de su régimen de agua es de una importancia vital porque sirven como zona amortiguadora entre la tierra y el agua, y también como vivero de peces para las pesqueras litorales y ribereñas.

9. Considerando que la aplicación de estas recomendaciones exige conocimientos considerables y una apreciación de las complejidades de la ecología y la productividad de las zonas tropicales húmedas, conviene a los organismos responsables del desarrollo fortalecer los programas actuales y elaborar nuevos medios de proporcionar a los proyectistas información básica en este terreno. Hay que organizar seminarios, grupos de trabajos prácticos, cursillos y otros medios para que los funcionarios adscritos a países tropicales y el personal homólogo se percaten mejor de las propiedades originales de estos sistemas y de las posibilidades para una administración sana desde el punto de vista del medio ambiente.



EL "DESARROLLO" DE LAS ZONAS TROPICALES HÚMEDAS

En el presente documento se define el desarrollo como el fortalecimiento del flujo de la energía, la materia y el dinero a través de una región. Las actividades del desarrollo dan el impulso al proceso de cambio en los ecosistemas naturales. En las regiones grandes, ecosistemas de varias clases forman pares de dependencia mutua. El análisis de los efectos del desarrollo a escala regional exige, pues, un examen minucioso al nivel del ecosistema. La mejor manera de cumplir esto es inventar modelos de sistemas regionales o nacionales y utilizarlos para facilitar la reunión de datos, y también analizar influencias recíprocas y cambios al nivel del ecosistema.

En vista de que la estructura y el funcionamiento de los ecosistemas (incluso los sistemas humanos) son muy sensibles a los cambios en las fuerzas exteriores y que el desarrollo conlleva el inicio y el cambio de estas fuerzas, es importante evaluar los efectos recíprocos entre los dos. El grado de desarrollo que es posible en una región determinada se prescribe con arreglo a (1) la capacidad acarreadora (es decir, el estado de desarrollo en el cual el flujo del dinero, de la energía y de la materia se efectúa a un paso que permite el apoyo del máximo del valor útil sin hacer daños a largo plazo) y (2) la aptitud del medio ambiente natural para absorber la tensión y equiparar las necesidades humanas.

Se propone que se elaboren objetivos finales de desarrollo que evitarán la degradación a largo plazo de la capacidad acarreadora del medio ambiente. El hecho de retardar la velocidad del desarrollo de una región (a fin de llegar a un estado estable) no debe necesariamente significar el estancamiento porque en este caso sería posible consagrar esfuerzos humanos importantes al mejoramiento y al mantenimiento de la calidad de la vida, metas que sobrepasan con mucho el mero desarrollo inicial de tierras.



LA EVALUACIÓN DE LOS RECURSOS NATURALES RENOVABLES

Estudios de punto de partida sobre los ecosistemas y sus organismos constituyen componentes integrantes de los proyectos de desarrollo, sobretudo los proyectos a grande escala. Los organismos tropicales son mal conocidos; se han asignado nombres a sólo uno entre seis de ellos (o sea a 500.000 de un total estimado de 3 millones). Muchas especies de plantas, animales y microorganismos constituyen los ecosistemas complejos de las zonas tropicales húmedas. Una comprensión de sus propiedades indivi-

duales y las maneras en que obran recíprocamente tiene una importancia fundamental por causa de la necesidad de mejorar la utilización de las especies individuales para propósitos particulares y para descubrir las maneras en que las propiedades de los organismos individuales influyen en la capacidad de cambio del ecosistema. Sería preciso organizar estudios nacionales y regionales, especialmente de las especies que tienen una importancia económica conocida o dada por sentada, para proporcionar un esquema conceptual o un contexto en el cual sería posible disponer los datos o las preguntas derivadas de proyectos individuales con el objeto de tratarlos eficazmente. Estos estudios y también la información elaborada referente a proyectos individuales debieran ser programados en computadora. Con motivo de su interés general, su importancia económica y su potencialidad respecto a la creación de instituciones, tales esfuerzos debieran ser parte integrante de los programas de ayuda a los países extranjeros.



EL GERMEN PLASMA Y LA CONSERVACIÓN DE LOS RECURSOS GENÉTICOS

El germen plasma representa la potencialidad genética de los organismos vivientes y la materia prima para engendrar nuevas variedades de plantas, animales y microorganismos. Los genes son el factor biológico que permite a los organismos se reproduzcan y sobrevivan en medios ambientes particulares. Ningún individuo posee toda la diversidad genética de su especie; la suma de la potencialidad genética, o sea el depósito de los genes, se encuentra sólo en las poblaciones. El germen plasma diversificado permite que las poblaciones se adapten a las condiciones cambiantes del medio ambiente tanto en el aspecto espacial como en el temporal. Las actividades a que se entregan los seres humanos, tales como la caza, la cosecha o el aprovechamiento forestal, la modificación de los hogares naturales y la agricultura intensificada, contribuyen todas a la disminución de la diversidad genética. La diversidad genética de un depósito de genes es la base de los recursos biológicos renovables tales como la agricultura y la silvicultura. Actualmente hay sólo unas 150 especies de plantas y un número más limitado de animales que sirven a la raza humana para protegerla de la inanición. El germen plasma en las zonas tropicales húmedas es de gran interés por dos razones. En primer lugar, las regiones que constituyen la fuente de un número importante de estos depósitos útiles de genes de animales y de plantas se están disminuyendo o están desapareciendo actualmente. En segundo término, la uniformidad genética de un pequeño número de plantas cultivadas y animales domésticos está en

trance de desplazar la diversidad genética de centenares de variedades locales. La potencialidad de los recursos genéticos para los países de las zonas tropicales húmedas parece grande, con tal que la base del germen plasma no sufra mermas por causa de una administración inadecuada. A no ser que las organizaciones e instituciones interesadas lleguen a prestar mayor atención a la preservación del germen plasma a escala internacional, la potencialidad de los depósitos de genes en las zonas tropicales seguirá disminuyéndose.



LA AGRICULTURA EN LAS ZONAS TROPICALES HÚMEDAS

La mitad de los habitantes de la tierra trabajan en la agricultura, en su mayor parte en las regiones tropicales o subtropicales. Sus prácticas agrícolas son multiformes, en parte tradicionales y en parte modernas. Desde el punto de vista ecológico, todos estos sistemas de aprovechamiento agrícola representan nuevas disposiciones del ecosistema, lo que desemboca normalmente en una productividad acrecentada en lo concerniente a materias útiles. La mayor parte de la agricultura abarca el desbrozo de los terrenos y el establecimiento de un ecosistema menos maduro. La productividad es generalmente el resultado de una modificación del medio ambiente (es decir, la preparación del suelo, el riego y la escarda) y de los cambios genéticos que acompañan la domesticación de animales y plantas.

Los sistemas de aprovechamiento agrícola reestructuran una cadena alimenticia, acortándola y simplificándola. La pregunta ecológica crucial es la siguiente: ¿Hasta qué punto puede un ecosistema aguantar las modificaciones y a la vez seguir conservando su capacidad de producción constante? Actualmente la amplitud de nuestros conocimientos no es suficiente para permitir una respuesta completa a esta pregunta en varios aspectos. Sin embargo, mediante una administración competente y una tecnología adecuada es posible lograr una producción sostenida para el número actual de habitantes de las zonas tropicales húmedas. No es posible, sin embargo, continuar las prácticas actuales sin correr el riesgo de una deterioración progresiva del ecosistema a medida que el número de habitantes aumenta en las zonas tropicales húmedas. Las naciones que poseen un capital limitado son las que menos pueden darse el lujo de utilizar insuficientemente o excesivamente los productos y servicios ofrecidos por ecosistemas naturales y acondicionados. Se necesitan realizar con urgencia investigaciones para desarrollar sistemas facultativos de aprovechamiento agrícola en substitución de los cultivos cambiantes en terrenos

brevemente barbechados. Hay que considerar como las más prioritarias las investigaciones referentes a desarrollar sistemas de aprovechamiento agrícola sostenida como opción viable. Debiera ser posible, en las zonas tropicales húmedas, desarrollar nuevos sistemas de aprovechamiento agrícola para sacar provecho de cultivos variados y de germen plasma mejorado, particularmente en lo concerniente a algunos recursos destendidos tales como las frutas tropicales, las palmeras, ciertas legumbres frondosas y mezclas de animales y plantas.



CONSIDERACIONES ECOLÓGICAS Y DE MANEJO REFERENTES A TIERRAS FORESTALES

Los bosques constituyen la vegetación natural de la mayoría de las tierras bajas de las zonas tropicales húmedas. Aunque los bosques tropicales son, desde el punto de vista biológico, muy productivos, su complejidad impide a menudo su desarrollo para una productividad económica. Lo que importa esencialmente en el desarrollo de los terrenos arbolados es hallar el medio de sacar de estos terrenos el mayor número total de beneficios para los hombres, y conservar a la vez su productividad natural. Los beneficios a obtener incluyen no solamente los productos alimenticios, el combustible y los productos fibrosos sino también servicios relacionados con el medio ambiente tales como el control de la erosión y del clima y la protección de las cuencas de captación. El ecólogo busca sistemas de producción estables que exijan el menor número posible de suplementos de minerales y productos para el control de la mala hierba (malezas) y de los insectos dañinos durante los períodos largos requeridos para la realización de proyectos forestales.

Las opciones para la producción de la madera en el terreno industrial varían entre el aprovechamiento de bosques naturales para la cosecha de ciertas especies seleccionadas y la transformación íntegra en plantaciones de una especie o algunas especies solamente. Esta última opción es factible para la producción de frutas u otros vegetales no relacionados con la madera. Las principales preocupaciones de orden ecológica en la administración de los bosques naturales para el enriquecimiento se refieren a la selección de ubicaciones así como de especies adecuadas con arreglo a los apremios demográficos en los concerniente al suelo y a los árboles. Si un bosque natural está destinado a tala rasa (como en el caso de la madera de pulpa), viene a ser muy importante evitar la pérdida de minerales y tomar medidas adecuadas para la regeneración.

Las plantaciones pueden ser muy productivas, especialmente en lo concerniente a la madera, ya que los árboles en su juventud imitan las

primeras fases sucesivas caracterizadas por una reducción de la competencia y un crecimiento rápido. Sin embargo se necesitarán suplementos de minerales para la producción a fin de reemplazar los minerales que contienen los productos sacados así como los que se pierden por causa de la rotura de la retención natural. En el desarrollo de una plantación es preciso dar la prioridad a la estimulación de la retención de minerales mediante la manipulación de las micorrizas y a la introducción de cultivos de recubrimiento o acompañamiento.

El control de los insectos dañinos es otra necesidad urgente en las plantaciones o los bosques enriquecidos de especies únicas. Una elección acertada de especies indígenas o exóticas o una mezcla de las dos puede moderar los daños hechos por los insectos, pero lo que constituye los elementos críticos de un desarrollo sano de las plantaciones son el germen plasma de los bosques y las reservas de agentes biológicos de control.

Finalmente, para la elaboración de métodos adecuados de silvicultura el encargado del desarrollo forestal necesita información más amplia referente a la dinámica de los bosques, a las plantaciones y a las especies en conjunto. Urge mucho establecer una política capaz de moderar la deforestación al tratar los bosques como un recurso natural renovable más bien que como una fuente de madera de construcción destinada a ser agotada.

La producción en pequeña escala puede ser realizada de una manera sana desde el punto de vista ecológico al utilizar sistemas de agrosilvicultura. Aunque caracterizados por una gran intensidad de mano de obra, estos sistemas son muy productivos y ofrecen perspectivas favorables en lo concerniente a la retención de minerales y al control de la mala hierba y los insectos dañinos. Sin embargo, no existe actualmente ninguna teoría para su definición. Se necesitan investigaciones integradas para sobrepasar la manera actual de enfocar el desarrollo de sistemas de agrosilvicultura, que es empírica y enlazada con ubicaciones específicas. Simultáneamente hay que estudiar y documentar las prácticas existentes de los indígenas relacionadas con la agrosilvicultura y los cultivos mezclados. La agrosilvicultura al nivel de la subsistencia es tal vez una opción en cuanto a la rehabilitación de tierras abandonadas o empobrecidas. El suministro de suplementos de minerales y el control de la mala hierba son problemas principales en lo concerniente a la rehabilitación; tal vez sea posible resolverlos de una manera conservadora mediante pequeñas granjas en que se emplean desperdicios orgánicos para restablecer la fecundidad. La rehabilitación a escala comercial de tierras empobrecidas con el establecimiento de plantaciones puede resultar factible, si la reconversión de los minerales puede ser restablecida mediante suplementos de micorrizas. La pérdida de estos hongos benéficos conduce a menudo a una disminu-

ción de la fecundidad de las tierras tropicales; pero en realidad hasta ahora esta cuestión no ha sido a menudo tomada en consideración. Si las investigaciones dan a conocer medios de concentrar el desarrollo en tierras desmontadas, esta alternativa aminorará el empuje hacia la conversión de los bosques a otros usos permitiendo la preservación de estos como un recurso para el porvenir.



CONSIDERACIONES SOBRE EL APROVECHAMIENTO DEL SUELO

Este capítulo expone a grandes rasgos las principales consideraciones de aprovechamiento del suelo para la producción sustentada de cultivos anuales, pastos y cultivos permanentes en las regiones en las cuales se ha decidido convertir los bosques para la producción agrícola. Una fórmula recomendada de evaluación de recursos en tierras, incluye la clasificación cuantitativa de los factores limitantes del clima y de los suelos, la identificación de las regiones que son propias para los cultivos anuales, los pastos, los cultivos permanentes, la agrosilvicultura y la silvicultura y además la identificación de las regiones que sería mejor dejar en su estado natural.

Para determinar la productividad futura de los suelos la elección del método de desmonte tiene mucha importancia. Las investigaciones demuestran de una manera concluyente que el desmonte mediante la tala y la quema es superior al que se realiza con máquinas. Cuando el desmonte a mano no es factible, los sistemas mecanizados debieran incluir la quema para aprovechar el abono que hay en las cenizas, y el empleo de la cuchilla para aminorar el apisonamiento y la pérdida de la capa superior del suelo.

Sería preciso dar a los suelos fértiles la mayor prioridad para la producción de cultivos anuales, así como para cultivos de plantación de gran valor tales como el cacao. Después del desmonte de los suelos infértiles y ácidos hay que cuantificar la dinámica de los elementos nutritivos a fin de elaborar una estrategia homogénea para mantener la fecundidad de los suelos. En un número muy limitado de ubicaciones la tecnología es disponible para la producción continua, en base sostenida, de cultivos anuales en suelos infértiles y ácidos mediante la utilización juiciosa de variedades adaptadas, planes de rotación y abonos. Por medio de tales sistemas las propiedades de los suelos irán mejorándose durante el aprovechamiento en vez de deteriorarse.

Se está elaborando una tecnología para la producción sustentada de pastos a base de leguminosas en la cual se utilizarían hierbas y especies leguminosas poseyendo ciertas características. Estas especies serían tole-

rantes con relación a los ácidos, no exigirían nada más que niveles bajos de los fósforos del suelo disponible, serían compatibles entre sí y serían tolerantes con relación a los principales insectos y enfermedades. Ligadas con un aprovechamiento juicioso del pasto, con razas adecuadas de ganado vacuno de las zonas tropicales (con sangre de cebú o de criollo) y con aplicaciones de abono de conservación, estas especies pueden substituir el sistema actual de pasto, inestable en extremo, por una utilización productiva sostenida.

Tanto para los cultivos anuales como para la producción de los pastos, hay que poner estas nuevas tecnologías a prueba en el mismo lugar donde se desean utilizar para validarlas y hacer las rectificaciones necesarias. Las tecnologías para la producción de los cultivos permanentes resultan ser más disponibles generalmente y mejor conocidas. Dadas las consecuencias ecológicas indeseables de la despoblación forestal en grande escala en las zonas tropicales húmedas, cada hectárea que se desbroza para la agricultura debiera aprovecharse a un nivel de intensidad bastante elevado para garantizar un alto grado de productividad con una base sostenida.



RECURSOS DE AGUA DE SUPERFICIE EN LAS ZONAS TROPICALES HÚMEDAS

Los lagos naturales, los embalses, las charcas y los ríos constituyen los recursos de agua de superficie de las zonas tropicales húmedas. Aunque no han dado lugar a tantos estudios como sus equivalentes en las zonas templadas, e incluso en sistemas tropicales áridos, se parecen a ellos en muchos aspectos, y se diferencian sobre todo por causa de sus temperaturas más elevadas y a menudo con motivo de la cantidad escasa de sal disuelta que contienen. Con motivo de la utilización del agua para propósitos múltiples, es decir la generación hidroeléctrica, el riego, la producción de peces y crustáceos y la eliminación de desechos, es preciso que su aprovechamiento se efectúe de acuerdo con un planteamiento bien integrado.

Las temperaturas más elevadas que se encuentran en estos sistemas tienden a intensificar el efecto a corto plazo de la contaminación química y producir al mismo tiempo una degradación más veloz de los elementos orgánicos contaminantes.

Considerando que muchos organismos se encuentran cerca de los límites superiores de tolerancia con relación a la temperatura, es posible que sean muy sensibles a la contaminación térmica. La proliferación de embalses en las zonas tropicales necesitan la elaboración de estrategias de aprovechamiento mejoradas incluyendo diversas disciplinas. La planifica-

ción de los niveles de descarga, el control de la erosión de la cuenca y el despejo de la cuenca antes de la inundación son consideraciones importantísimas. El manejo racional de las pesqueras y las malezas acuáticas es en los embalses nuevos también importante, y podría beneficiarse de investigaciones ligadas con medidas de control.

En las zonas tropicales húmedas hay que prestar una atención acrecentada a las enfermedades y vectores de origen acuático en lo concerniente a sus aspectos relacionados con la salud pública. Conviene reconocer que los bosques de las regiones pantanosas, y particularmente los mangles litorales, constituyen zonas amortiguadoras frágiles pero importantes entre la tierra y el mar. Hay que protegerlos con motivo de su aporte a la producción de peces y crustáceos ribereños y litorales y al tratamiento de aguas residuales.

