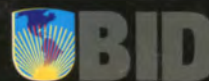
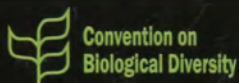


EAP
0396(55)



Netherlands Environmental Assessment Agency



REPORTE TÉCNICO/TECHNICAL REPORT

ESTADO ACTUAL Y FUTURO DE LA BIODIVERSIDAD EN CENTRO AMÉRICA

CURRENT AND FUTURE STATUS OF BIODIVERSITY IN CENTRAL AMERICA

MSA
Valor

Alto: 1
Bajo: 0

200 100 0 200
Km

ENERO/JANUARY 2011

Programa Estratégico de Monitoreo
y Evaluación de la Biodiversidad

*Strategic Biodiversity Monitoring
and Evaluation Program*

(PROMEBIO)

Responsables/Team members in charge:

Suyapa Triminio Meyer, M.Sc.,

Ing. Denisse McLean



REPORTE TÉCNICO / TECHNICAL REPORT

ESTADO ACTUAL Y FUTURO DE LA BIODIVERSIDAD EN CENTRO AMÉRICA

CURRENT AND FUTURE STATUS OF BIODIVERSITY IN CENTRAL AMERICA

ENERO/JANUARY 2011

BIBLIOTECA WILSON POPENCOR
BOULEVARD AGRICOLA PANAMERICANO
APARTADO 93
TEGUCIGALPA HONDURAS

Programa Estratégico de Monitoreo y
Evaluación de la Biodiversidad
*Strategic Biodiversity Monitoring
and Evaluation Program*

(PROMEBIO)

213013

Responsables/Team members in charge:

Suyapa Triminio Meyer, M.Sc., smeyer@zamorano.edu

Ing. Denisse McLean, fmclean@zamorano.edu

Reporte técnico, enero 2011: Estado Actual y Futuro de la Biodiversidad en Centroamérica. Programa Estratégico de Monitoreo y Evaluación de la Biodiversidad (PROME BIO).

Technical report, January 2011: Current and Future Status of Biodiversity in Central America. Strategic Biodiversity Monitoring and Evaluation Program (PROME BIO).

Publicado por la Comisión Centroamericana de Ambiente y Desarrollo,(CCAD)/ Published by Central America Commission for Environment and Development. Boulevard Orden de Malta No. 470 Santa Elena, Antiguo Cuscatlán, La Libertad, El Salvador. Teléfono: (503) 2248 8800 y Fax: (503) 2248 8894.

ISBN: 978-99923-52-29-8

Cita:

Comisión Centroamericana de Ambiente y Desarrollo/Central America Commission for Environment and Development. (2011): Reporte Técnico/*Technical Report: Estado Actual y Futuro de la Biodiversidad en Centroamérica/Current and Future Status of Biodiversity in Central America.-- Enero/January 2011. Programa Estratégico de Monitoreo y Evaluación de la Biodiversidad/Strategic Biodiversity Monitoring and Evaluation Program (PROME BIO). 208 p*

Correspondencia:

Escuela Agrícola Panamericana, Carrera Desarrollo Socioeconómico y Ambiente; contacto: Arie Sanders, Valle del Yeguaré, kilómetro 35, carretera a Danlí, San Antonio de Oriente, Francisco Morazán, Honduras; Apartado Postal 93, Tegucigalpa, Honduras.

Director DSEA:	Arie Sanders, Jefe de Carrera DSEA, asanders@zamorano.edu
Coordinación:	Suyapa Triminio Meyer, coordinadora de PROMEBIO, smeyer@zamorano.edu.
Compilación y seguimiento:	Denisse McLean, fmclean@zamorano.edu
Diseño y diagramación:	Darlan Esteban Matute López, Demal, S. de R. L. de C. V.

Reconocimiento:

Informe realizado bajo la coordinación del Programa de Monitoreo y Evaluación de la Biodiversidad (PROME BIO), órgano y programa estratégico de la Comisión Centroamericana de Ambiente y Desarrollo del Sistema de Integración Centroamericana. Asistencia técnica y financiera: Agencia Holandesa para el Ambiente (Netherlands Environmental Assessment Agency/ Bilthoven, Planbureau voor de Leefomgeving PBL); Contactos: Tonnie Tekelemburg, tonnie.tekelemburg@pbl.nl y Wilbert van Rooij, vanrooij@aidenvironment.org. Asistencia financiera: Secretaría de la Convención de Diversidad Biológica; Contacto: Robert Hoft, Environmental Affairs Officer, 413, St. Jacques St W, Suite 800, Montreal, QC. CANADA H2Y 1N9, robert.hoft@cbd.int.

Se autoriza la reproducción del contenido de este informe con fines educativos u otros no comerciales, siempre y cuando se cite este documento como fuente. Sitio Web recomendado para visitar: www.promebio.irbioccad.org

PORTADA: Resultado de la modelación de la biodiversidad para Centroamérica. Estado actual 2008.

CONTRAPORTADA: Resultado de la modelación de la biodiversidad para Centroamérica. Escenario Base 2030.

TABLA DE CONTENIDO / TABLE OF CONTENTS

PRESENTACIÓN/PRESENTATION.....	vii
ACERCA DE ESTE REPORTE/ABOUT THIS REPORT.....	ix
RESUMEN/SUMMARY.....	xvii
1. INTRODUCCIÓN/INTRODUCTION.....	19
2. METODOLOGÍA/METHODOLOGY	
2.1. Metodología GLOBIO 3/GLOBIO3 methodology.....	23
2.2. Metodología de construcción de escenarios/Methodology used to build scenarios.....	29
2.2.1. Escenario de Línea Base/Baseline Scenario.....	30
2.2.2. Escenario ALIDES/ALIDES Scenario.....	32
2.2.3. Escenario de Liberación Comercial/Trade Liberalization Scenario.....	34
2.3. Modelo CLUE-S/CLUE-S model.....	36
3. RESULTADOS REGIONALES/REGIONAL RESULTS	
3.1. Estado actual de la biodiversidad en Centroamérica/Current state of biodiversity in Central America.....	48
3.2. Estado actual de la biodiversidad en los países/Current state of biodiversity in the countries.....	51
3.3. Estado actual de la biodiversidad en las áreas protegidas/Current state of biodiversity in protected areas.....	52
3.4. Modelación a futuro de los usos de suelo/Modelling future land use.....	54
3.5. Escenario base de la biodiversidad en Centroamérica - Año 2030/Baseline scenario for biodiversity in Central America - Year 2030.....	56
3.6. Escenario base de la biodiversidad en los países/Baseline scenario for biodiversity in the countries.....	58
3.7. Escenario base de la biodiversidad en las áreas protegidas/Baseline scenario for biodiversity in protected areas.....	60
3.8. Escenario ALIDES de la biodiversidad en Centroamérica - Año 2030/ALIDES scenario for biodiversity in Central America - Year 2030.....	62
3.9. Escenario ALIDES de la biodiversidad en los países/ALIDES scenario for biodiversity in the countries.....	64
3.10. Escenario ALIDES de la biodiversidad en las áreas protegidas/ALIDES scenario of biodiversity in protected areas.....	66
3.11. Escenario liberación comercial de la biodiversidad en Centroamérica - Año 2030/Trade liberalization scenario for biodiversity in Central America - Year 2030.....	68
3.12. Escenario liberación comercial de la biodiversidad en los países/Trade liberalization scenario for biodiversity in the countries.....	71
3.13. Escenario liberación comercial de la biodiversidad en las áreas protegidas/Trade liberalization scenario for biodiversity in protected areas.....	72
4. RESULTADOS GUATEMALA/GUATEMALA RESULTS	
4.1. Estado actual de la biodiversidad en Guatemala - Año 2005/Current state for biodiversity in Guatemala - Year 2005.....	75
4.2. Estado actual de la biodiversidad por departamentos - Año 2005/Current state of biodiversity by department - Year 2005.....	76
4.3. Estado actual de la biodiversidad por áreas protegidas - Año 2005/Current state of biodiversity by protected areas - Year 2005.....	77
4.4. Modelación a futuro de los usos de suelo/Modelling future land use.....	78
4.5. Escenario base de la biodiversidad en Guatemala - Año 2030/Baseline scenario for biodiversity in Guatemala - Year 2030.....	80
4.6. Escenario base de la biodiversidad por departamentos - Año 2030/Baseline scenario for biodiversity by department - Year 2030.....	81
4.7. Escenario base de la biodiversidad por áreas protegidas - Año 2030/Baseline scenario for biodiversity by protected areas - Year 2030.....	81
4.8. Escenario ALIDES de la biodiversidad en Guatemala - Año 2030/ALIDES scenario for biodiversity in Guatemala - Year 2030.....	82
4.9. Escenario ALIDES de la biodiversidad por departamentos - Año 2030/ALIDES scenario for biodiversity by department - Year 2030.....	83
4.10. Escenario ALIDES de la biodiversidad por áreas protegidas - Año 2030/ALIDES scenario for biodiversity by protected areas - Year 2030.....	83
4.11. Escenario liberación comercial de la biodiversidad en Guatemala - Año 2030/Trade liberalization scenario for biodiversity in Guatemala - Year 2030.....	84
4.12. Escenario liberación comercial de la biodiversidad por departamentos - Año 2030/Trade liberalization scenario for biodiversity by department - Year 2030.....	85
4.13. Escenario liberación comercial de la biodiversidad por áreas protegidas - Año 2030/Trade liberalization scenario for biodiversity by protected areas - Year 2030.....	86
5. RESULTADOS BELICE/BELIZE RESULTS	
5.1. Estado actual de la biodiversidad en Belice/Current state of biodiversity in Belize.....	87
5.2. Estado actual de la biodiversidad por distritos/Current state of biodiversity by district.....	88
5.3. Estado actual de la biodiversidad por áreas protegidas/Current state of biodiversity by protected area.....	89
5.4. Modelación a futuro de los usos de suelo/Modelling future land use.....	90
5.5. Escenarios de la biodiversidad en Belice - Año 2030/Biodiversity scenarios in Belize - Year 2030.....	92
5.6. Escenarios de la biodiversidad por distritos - Año 2030/Biodiversity scenarios by district - Year 2030.....	94
5.7. Escenarios de la biodiversidad por áreas protegidas - Año 2030/Biodiversity scenarios by protected area - Year 2030.....	96
6. RESULTADOS HONDURAS/HONDURAS RESULTS	
6.1. Estado actual de la biodiversidad en Honduras - Año 2002/Current state of biodiversity in Honduras - Year 2002.....	100
6.2. Estado actual de la biodiversidad por departamentos - Año 2002/Current state of biodiversity by department - Year 2002.....	102

6.3.	Estado actual de la biodiversidad por áreas protegidas - Año 2002/ <i>Current state of biodiversity by protected area - Year 2002</i>	103
6.4.	Modelación a futuro de los usos de suelo/ <i>Modelling future land use</i>	105
6.5.	Escenario base de la biodiversidad en Honduras - Año 2030/ <i>Baseline scenario for biodiversity in Honduras - Year 2030</i>	107
6.6.	Escenario base de la biodiversidad por departamentos - Año 2030/ <i>Baseline scenario for biodiversity by department - Year 2030</i>	108
6.7.	Escenario base de la biodiversidad por áreas protegidas - Año 2030/ <i>Baseline scenario for biodiversity by protected area - Year 2030</i>	109
6.8.	Escenario ALIDES de la biodiversidad en Honduras - Año 2030/ <i>ALIDES scenario for biodiversity in Honduras - Year 2030</i>	111
6.9.	Escenario ALIDES de la biodiversidad por departamentos - año 2030/ <i>ALIDES scenario for biodiversity by departments - Year 2030</i>	112
6.10.	Escenario ALIDES de la biodiversidad por áreas protegidas - Año 2030/ <i>ALIDES scenario for biodiversity by protected area - Year 2030</i>	113
6.11.	Escenario liberación comercial de la biodiversidad en Honduras - Año 2030/ <i>Trade liberalization scenario for biodiversity in Honduras - Year 2030</i>	115
6.12.	Escenario liberación comercial de la biodiversidad por departamentos - Año 2030/ <i>Trade liberalization scenario for biodiversity by departments - Year 2030</i>	117
6.13.	Escenario liberación comercial de la biodiversidad por áreas protegidas - Año 2030/ <i>Trade liberalization scenario for biodiversity by protected area - Year 2030</i>	117
7. RESULTADOS EL SALVADOR/EL SALVADOR RESULTS		
7.1.	Estado actual de la biodiversidad en El Salvador - Año 2002/ <i>Current state of biodiversity in El Salvador - Year 2002</i>	120
7.2.	Estado actual de la biodiversidad por departamentos - Año 2002/ <i>Current state of biodiversity by department - Year 2002</i>	122
7.3.	Estado actual de la biodiversidad por áreas protegidas - Año 2002/ <i>Current state of biodiversity by protected areas - Year 2002</i>	123
7.4.	Modelación a futuro de los usos de suelo/ <i>Modelling future land use</i>	125
7.5.	Escenario base de la biodiversidad en El Salvador - Año 2030/ <i>Baseline scenario for biodiversity in El Salvador - Year 2030</i>	126
7.6.	Escenario base de la biodiversidad por departamentos - Año 2030/ <i>Baseline scenario for biodiversity by department - Year 2030</i>	128
7.7.	Escenario base de la biodiversidad por áreas protegidas - Año 2030/ <i>Baseline scenario for biodiversity by protected area - Year 2030</i>	128
7.8.	Escenario ALIDES de la biodiversidad en El Salvador - Año 2030/ <i>ALIDES scenario for biodiversity in El Salvador - Year 2030</i>	130
7.9.	Escenario ALIDES de la biodiversidad por departamentos - Año 2030/ <i>ALIDES scenario for biodiversity by department - Year 2030</i>	131
7.10.	Escenario ALIDES de la biodiversidad por áreas protegidas - Año 2030/ <i>ALIDES scenario for biodiversity by protected area - Year 2030</i>	132
7.11.	Escenario liberación comercial de la biodiversidad en El Salvador - Año 2030/ <i>Trade liberalization scenario for biodiversity in El Salvador - Year 2030</i>	133
7.12.	Escenario liberación comercial de la biodiversidad por departamentos - Año 2030/ <i>Trade liberalization scenario for biodiversity by department - Year 2030</i>	135
7.13.	Escenario liberación comercial de la biodiversidad por áreas protegidas - Año 2030/ <i>Trade liberalization scenario for biodiversity by protected area - Year 2030</i>	135
8. RESULTADOS NICARAGUA/NICARAGUA RESULTS		
8.1.	Estado actual de la biodiversidad en Nicaragua - Año 2000/ <i>Current state of biodiversity in Nicaragua - Year 2000</i>	137
8.2.	Estado actual de la biodiversidad por departamentos - Año 2000/ <i>Current state of biodiversity by department - Year 2000</i>	139
8.3.	Estado actual de la biodiversidad por áreas protegidas - Año 2000/ <i>Current state of biodiversity by protected area - Year 2000</i>	140
8.4.	Modelación a futuro de los usos de suelo/ <i>Modelling future land uses</i>	143
8.5.	Escenario base de la biodiversidad en Nicaragua - Año 2030/ <i>Baseline scenario for biodiversity in Nicaragua - Year 2030</i>	144
8.6.	Escenario base de la biodiversidad por departamentos - Año 2030/ <i>Baseline scenario for biodiversity by department - Year 2030</i>	145
8.7.	Escenario base de la biodiversidad por áreas protegidas - Año 2030/ <i>Baseline scenario for biodiversity by protected area - Year 2030</i>	146
8.8.	Escenario ALIDES de la biodiversidad en Nicaragua - Año 2030/ <i>ALIDES scenario for biodiversity in Nicaragua - Year 2030</i>	147
8.9.	Escenario ALIDES de la biodiversidad por departamentos - Año 2030/ <i>ALIDES scenario for biodiversity by department - Year 2030</i>	149
8.10.	Escenario ALIDES de la biodiversidad por áreas protegidas - Año 2030/ <i>ALIDES scenario for biodiversity by protected area - Year 2030</i>	149
8.11.	Escenario liberación comercial de la biodiversidad en Nicaragua - Año 2030/ <i>Trade liberalization scenario for biodiversity in Nicaragua - Year 2030</i>	151
8.12.	Escenario liberación comercial de la biodiversidad por departamentos - Año 2030/ <i>Trade liberalization scenario for biodiversity by department - Year 2030</i>	152
8.13.	Escenario liberación comercial de la biodiversidad por áreas protegidas - Año 2030/ <i>Trade liberalization scenario for biodiversity by protected area - Year 2030</i>	153
9. RESULTADOS COSTA RICA/COSTA RICA RESULTS		
9.1.	Estado actual de la biodiversidad en Costa Rica - Año 2000/ <i>Current state of biodiversity in Costa Rica - Year 2000</i>	155
9.2.	Estado actual de la biodiversidad por provincias - Año 2000/ <i>Current state of biodiversity by province - Year 2000</i>	156
9.3.	Estado actual de la biodiversidad por áreas protegidas - Año 2000/ <i>Current state of biodiversity by protected area - Year 2000</i>	157
9.4.	Modelación a futuro de los usos de suelo/ <i>Modelling future land uses</i>	160
9.5.	Escenario base de la biodiversidad en Costa Rica - Año 2030/ <i>Baseline scenario for biodiversity in Costa Rica - Year 2030</i>	161
9.6.	Escenario base de la biodiversidad por provincias - Año 2030/ <i>Baseline scenario for biodiversity by provinces - Year 2030</i>	163
9.7.	Escenario base de la biodiversidad por áreas protegidas - Año 2030/ <i>Baseline scenario for biodiversity by protected areas - Year 2030</i>	164
9.8.	Escenario ALIDES de la biodiversidad en Costa Rica - Año 2030/ <i>ALIDES scenario for biodiversity in Costa Rica - Year 2030</i>	166
9.9.	Escenario ALIDES de la biodiversidad por provincias - Año 2030/ <i>ALIDES scenario for biodiversity by province - Year 2030</i>	168
9.10.	Escenario ALIDES de la biodiversidad por áreas protegidas - Año 2030/ <i>ALIDES scenario for biodiversity by protected area - Year 2030</i>	168

9.11. Escenario liberación comercial de la biodiversidad en Costa Rica- Año 2030/ <i>Trade liberalization scenario for biodiversity in Costa Rica - Year 2030</i>	170
9.12. Escenario liberación comercial de la biodiversidad por provincias - Año 2030/ <i>Trade liberalization scenario for biodiversity by province - Year 2030</i>	172
9.13. Escenario liberación comercial de la biodiversidad por áreas protegidas - Año 2030/ <i>Trade liberalization scenario for biodiversity by protected areas - Year 2030</i>	172
10. RESULTADOS PANAMÁ/PANAMA RESULTS	
10.1. Estado actual de la biodiversidad en Panamá - Año 2008/ <i>Current state of biodiversity in Panama - Year 2008</i>	175
10.2. Estado actual de la biodiversidad por provincias - Año 2008/ <i>Current state of biodiversity by provinces - Year 2008</i>	177
10.3. Estado actual de la biodiversidad por áreas protegidas - Año 2008/ <i>Current state of biodiversity by protected areas - Year 2008</i>	178
10.4. Modelación a futuro de los usos de suelo/ <i>Modelling future land uses</i>	180
10.5. Escenario base de la biodiversidad en Panamá - Año 2030/ <i>Baseline scenario for biodiversity in Panama - Year 2030</i>	181
10.6. Escenario base de la biodiversidad por provincias - Año 2030/ <i>Baseline scenario for biodiversity by provinces - Year 2030</i>	183
10.7. Escenario base de la biodiversidad por áreas protegidas - Año 2030/ <i>Baseline scenario for biodiversity by protected areas - Year 2030</i>	184
10.8. Escenario ALIDES de la biodiversidad en panamá - Año 2030/ <i>ALIDES scenario for biodiversity in Panama - Year 2030</i>	186
10.9. Escenario ALIDES de la biodiversidad por provincias - Año 2030/ <i>ALIDES scenario for biodiversity by province - Year 2030</i>	188
10.10. Escenario ALIDES de la biodiversidad por áreas protegidas - Año 2030/ <i>ALIDES scenario for biodiversity by protected areas - Year 2030</i>	189
10.11. Escenario liberación comercial de la biodiversidad en Panamá- Año 2030/ <i>Trade liberalization scenario for biodiversity in Panama - Year 2030</i>	191
10.12. Escenario liberación comercial de la biodiversidad por provincias - Año 2030/ <i>Trade liberalization scenario for biodiversity by province - Year 2030</i>	193
10.13. Escenario liberación comercial de la biodiversidad por áreas protegidas - Año 2030/ <i>Trade liberalization scenario for biodiversity by protected areas - Year 2030</i>	194
11. COMENTARIOS Y RECOMENDACIONES/COMMENTS AND RECOMMENDATIONS	196
12. BIBLIOGRAFÍA/BIBLIOGRAPHY	198
13. ANEXOS/ANNEXES	
I. Valores de MSA para las categorías de variables incluidas en la metodología GLOBIO3/ <i>MSA values for variable categories included in the GLOBIO3 methodology</i>	201
II. Reclasificaciones y asignación de valores de MSA para las clases originales de los mapas de uso de suelo de los países/ <i>Reclassifications and msa value allocation for original classes in the countries land-use-maps</i>	204
III. Resultados del análisis de regresión/ <i>Regression analysis results</i>	209
IV. Mapa de ecosistemas de Centroamérica/ <i>Map of ecosystems in Central America</i>	211
V. Mapa de carreteras y caminos de Centroamérica/ <i>Central America road map</i>	212
VI. Diferencias de MSA e impactos por presiones entre escenarios/ <i>MSA and pressure impact differences between scenarios</i>	213
VII. Distribución de las clases de usos de suelo y diferencias entre escenarios/ <i>Distribution of land use classes, and differences between scenarios</i>	215



PRESENTACIÓN/PRESENTATION

Reporte Técnico del Estado Actual y Futuro de la Biodiversidad en Centroamérica basado en la modelación de presiones / *Technical Report on the Current and Future State of Biodiversity in Central America based on the modeling of drivers for loss*

El Sistema de Integración Centroamericana (SICA), con su órgano la Comisión Centroamericana de Ambiente y Desarrollo (CCAD), coordina esfuerzos interinstitucionales e intergubernamentales para proveer de información científica actualizada sobre el estado y tendencias de la pérdida de la biodiversidad, a los países y a la sociedad civil para la toma de decisiones.

Bajo estas iniciativas se expone este reporte como el fruto de esfuerzos realizados por muchas personas e instituciones que trabajan, apoyan y se preocupan por la conservación de la diversidad biológica en la región Centroamericana. Se presenta, esperando que sea una guía para el conocimiento del estado actual regional, con escenarios a 20 años; a fin de incidir en las intervenciones de estrategias y acciones que se consideren para futuras inversiones en el abordaje de las causas principales de impactos negativos, para contribuir a mejorar la gestión de la biodiversidad. El trabajo realizado corresponde a actividades dentro del periodo de junio del 2008 a diciembre del 2010.

Este documento se materializa como uno de los productos del proyecto **Desarrollo de Capacidades para Evaluar los Impactos de las Opciones Políticas en la toma de Decisiones sobre la Biodiversidad en Centroamérica**, que a su vez forma parte de la implementación del **Programa Estratégico de Monitoreo y Evaluación de la Biodiversidad (PROMEBIO) de Centro América** (Belice, Costa Rica, El Salvador, Guatemala, Honduras, Nicaragua y Panamá), con el acompañamiento de los puntos focales de los Comités Técnicos de la CCAD de Biodiversidad (BIO), Sistemas de Información Ambiental (SIAM), como los entes representantes de gobierno a nivel de toma de decisiones que participaron activamente en este proyecto y la asistencia del área de Patrimonio Natural y Ecosistemas Prioritarios, mediante la coordinación de Alba Margarita Salazar Viscarra.

The Central American Integration System (SICA), through the Central American Commission on Environment and Development (CCAD), coordinates inter-institutional and inter-governmental efforts to provide updated scientific information on the state and trends of biodiversity loss to the countries and civil society for decision making.

Under these initiatives, this report is presented as a product of the efforts undertaken by several individuals and institutions who work, support and care for the conservation of biological diversity in the Central American Region. It is delivered with the hope to serve as a guide for the understanding of the current state of biodiversity and projected future scenarios for 20 years, in order to influence strategic interventions and actions with future investments on how we approach the main causes of negative impacts and to contribute to improve the management of biodiversity. The work undertaken includes the activities executed in the period between June 2008 and December 2010.

This document has been produced as one of the outcomes of the project **Development of Capacities to Evaluate the Impacts of Political Options on Decision Making on Biodiversity in Central America**, which at the same time is part of the implementation of the **Regional Strategic Biodiversity Monitoring and Evaluation Program (PROMEBIO)** for Central America (Belize, Costa Rica, El Salvador, Guatemala, Honduras, Nicaragua, and Panama), with the accompanying of the focal points of the Technical Committees on Biodiversity and Information System (CTBIO and CTSIAM) from CCAD, active participants in this project as the representatives of their government for decision making, and the assistance from the Natural Heritage and Priority Ecosystems area through the coordination of Alba Margarita Salazar Viscarra.



Se hace una descripción del proceso y actividades realizadas que resultan en los informes de país y el informe regional del estado de la biodiversidad y sus tendencias al 2030. Además de modelar la tendencia de línea base, se introdujeron dos escenarios de importancia regional, la Alianza para el Desarrollo Sostenible (ALIDES) y el Tratado de Libre Comercio entre Centroamérica y Estados Unidos de América (TLC), reportes que son presentados en este documento. Es importante destacar que se presenta información detallada de las áreas protegidas de los siete países; como apoyo al cumplimiento de los compromisos con la Convención de Diversidad Biológica (CBD).

Dr. Roberto Rodríguez Rojas
 Coordinador, a. i.
 Secretaría Ejecutiva de la CCAD
 Dirección General de Medio Ambiente del SICA

A brief description of the process and the activities implemented that resulted in the country and regional reports of current state of biodiversity and trends for 2030 is presented. In addition to modeling the base line tendencies, two scenarios of regional importance were introduced: the Alliance for Sustainable Development (ALIDES) and the Free Trade Agreement between Central America and the United States (TLC), which are presented in this document. It is important to highlight that detailed information about the protected areas from the seven countries in presented, supporting the fulfillment of commitments to the Convention on Biological Diversity (CBD).

Dr. Roberto Rodríguez Rojas
 Coordinator, a. i.
 CCAD Executive Secretariat
 SICA General Directorate on Environment

ACERCA DE ESTE REPORTE / ABOUT THIS REPORT

El proceso y las actividades, descritas a continuación, fueron realizadas entre junio de 2008 y diciembre del 2010 y describen el marco de referencia, el proceso, los componentes y sus actividades.

Marco de referencia

El proyecto se apoya en un memorando de entendimiento suscrito entre la Comisión Centroamericana de Ambiente y Desarrollo (CCAD) del Sistema de Integración Centroamericana (SICA) y el Servicio Holandés de Cooperación al Desarrollo (SNV), firmado el 20 de octubre de 2005 para desarrollar una Modelación de las Presiones de la Biodiversidad en Centroamérica (GLOBIO 3). Esto como respuesta al mandato de la Convención de Diversidad Biológica de las Naciones Unidas (CDB) en apoyar a los países en el desarrollo de propuestas basadas en escenarios regionales dentro del marco de trabajo de la CDB, coordinando estos esfuerzos con instituciones internacionales y regionales.

El proyecto se desarrolló con los esfuerzos coordinados de varias instituciones: The Netherlands Environmental Assessment Agency (PBL), quien ha contribuido financiera y técnicamente con capacitación sobre el modelo GLOBIO-CLUE; la CDB y el Programa de Bienes Regionales del BID, quienes apoyan financieramente a los países para tener acceso a la información necesaria para cumplir con los convenios internacionales firmados por los países; la CCAD y sus países miembros, que son los beneficiarios directos y la Escuela Agrícola Panamericana también conocida como la Universidad Zamorano, como ejecutor directo del proyecto. La ejecución se inició en junio 2008 en su primera fase, en 2009 su segunda fase y 2010 en su tercera fase.

Durante 2008 y 2009 las actividades del proyecto se enfocaron a crear capacidad en el uso de la herramienta de modelaje GLOBIO (Global Biodiversity Model) y CLUE (Conversion of Land Use and its Effects) y el diseño de los escenarios. GLOBIO y CLUE son programas de computación que aplican el marco metodológico PER

The process and activities described in this report were executed between June 2008 and December 2010. They describe the reference framework, the process, its components and its activities.

Reference framework

This project is based on a memorandum of understanding between the Central American Commission on Environment and Development (CCAD) from the Central American Integration System (SICA) and the Netherlands Development Organization (SNV), signed in October 2005, to develop a Modelling of the Drivers of Biodiversity Loss in Central America (GLOBIO3). This was a response to the mandate of the United Nation Convention on Biological Diversity (CBD) to support developing countries in the creation of proposals based on regional scenarios within the CBD working framework, coordinating these efforts with international and regional institutions.

The project was developed with the coordinated efforts of several institutions: The Netherlands Environmental Assessment Agency (PBL), which has contributed financially and technically with the capacity building component on the GLOBIO-CLUE model; the CBD and the Regional Goods Program from the IADB, which provide financial support to countries in order to have access to the necessary information to comply with the signed international agreements; CCAD and its member countries which are the direct beneficiaries; and the Panamerican Agricultural School, also known as Zamorano University, as responsible for the implementation of the project. The project commenced its first phase on June 2008, its second phase on 2009 and its third phase in 2010.

Between 2008 and 2009 the project activities were focused on capacity building for the use of the GLOBIO (Global Biodiversity Model) and the CLUE (Conversion of Land Use and its Effects) modeling tools and scenario development. GLOBIO and CLUE are methodologies and programs that apply the Pressure-State-Response (PSR) framework and the natural capital or remaining



(Presión, Estado, Respuesta) y el índice de capital natural o remanente de biodiversidad, conocido como Abundancia Media de Especies (AME en español y MSA en inglés). El AME o MSA es determinado por el modelo en base al cálculo del impacto que ejercen las presiones sobre la biodiversidad. En este caso se consideran como presiones: el uso de suelo, infraestructura carretera, fragmentación, cambio climático y deposición de Nitrógeno, y sus valores oscilan entre 100%= biodiversidad original y 0%=pérdida total de biodiversidad original, y sus valores intermedios representa el porcentaje remanente.

El uso de estos modelos nos permite tener una visión macro del estado actual y futuro de la biodiversidad en corto tiempo y a bajo costo. Esto en comparación a los resultados de monitoreo y evaluación de campo que siendo complementarios, importantes y necesarios, toman largos períodos de tiempo y son muy costosos. Además, este programa de modelaje permite ingresar variables (escenarios) para conocer su impacto o presión sobre la biodiversidad. Lo anterior permite tomar decisiones o planificar en tiempo real las medidas a tomar para evitar impactos negativos o por lo menos reducirlos.

Las actividades se han desarrollado bajo una estrategia de participación e integración, incorporando desde su inicio a los países de la región, a instituciones académicas, ONG y socios estratégicos que trabajan en el tema de biodiversidad. Todos han tenido una participación activa en los resultados aquí presentados.

Proceso

En la implementación del proyecto se trabajó en tres componentes simultánea y complementariamente: 1) Creación de capacidad en los países para utilizar la herramienta de modelación GLOBIO3 y CLUE, 2) La producción del reporte del estado actual y futuro de la biodiversidad en Centroamérica y 3) Promoción de la herramienta y difusión de los resultados entre actores interesados.

biodiversity index know as Mean Species Abundance (MSA). The MSA is calculated by the model based on the impacts that driver of loss affect biodiversity. In this case, the drivers considered are: land use, infrastructure, fragmentation, climate change and nitrogen deposition and their values range from 100%= original biodiversity to 0%= lost of all biodiversity with intermediate values that represent the remaining percentage of biodiversity.

The use of models allows us to have a macro vision of the current and future state of biodiversity in a short time and at low cost. This compared to the results of field monitoring and evaluation which, being complementary, important and necessary, takes long periods of time and are very costly. In addition, this modeling program enables the inclusion of variables (scenarios) to evaluate their possible future impact or pressure on biodiversity. This facilitates decision making and real time planning to avoid or at least reduce any negative impacts.

The activities have been developed under a participatory strategy, by incorporating from the its begging the countries from the region, academic institutions, NGOs and strategic partners that work on the topic of biodiversity. All these institutions have had an active participation in the results here presented.

Process

The project implementation was managed in three simultaneous and complementary components: 1) Capacity building in the countries to apply GLOBIO3 and CLUE modeling tools, 2) Generation of the report on the current and future state of biodiversity in Central America, and 3) Promotion of the modeling tool and diffusion of results among interested stakeholders.



1. Creación de capacidad en los países

Se realizaron las siguientes actividades:

Taller de modeladores ya existentes en la región: con el objetivo de fortalecer la capacidad de modeladores de la región, el Ing. Wilbert van Rooij, experto de la PBL, convocó a especialistas que han estado involucrados en iniciativas similares y que hayan recibido capacitaciones anteriores en esta herramienta. El objetivo del taller fue actualizar el conocimiento e involucrar a dichos modeladores en la capacitación de nuevos modeladores en los países de la región.

Participaron en el taller Margarita Vides de Guatemala, Melanie Kolb de México, Carlos Poveda y Ditmara Cerrato de Nicaragua, y Alexandra Manueles de Honduras. El taller tuvo una duración de una semana y se llevó a cabo en la Universidad Zamorano en Honduras.

Primer Taller de modeladores de los gobiernos dirigido a técnicos en biodiversidad y sistemas de información geográficos. En este taller se involucró los modeladores capacitados en el taller anterior con los aspirantes a modeladores designados por los gobiernos, participando dos representantes por país. Se recomendó enviar a este taller un técnico del área de biodiversidad y uno del área de sistemas de información con el objetivo de tener las dos visiones de la información generada.

1. Capacity building in the countries

The following activities where undertaken:

Workshop with already trained modelers in the region. Wilbert van Rooij, PBL expert, gathered specialists who had been involved in similar initiatives in the region and that had received previous trainings on modeling tool functioning. The objective of the workshop was to strengthen and update modelers' knowledge and capacities and to involve them in the training of new modelers in the region.

Margarita Vides from Guatemala, Melanie Kolb from Mexico, Carlos Poveda and Ditmara Cerrato from Nicaragua, and Alexandra Manueles from Honduras participated in the workshop. The workshop lasted one week and was hosted in the Zamorano University in Honduras.

First modeling workshop oriented to biodiversity and geographic information system technicians from the governments. This workshop involved the modelers trained in the previous workshop with new modelers designated by government authorities, two from each country. It was recommended to include in this workshop one technician from the area of biodiversity and one from the area of geographic information systems with the objective of having the two visions of the generated information.



Primer Taller de modeladores de los gobiernos / *First modelers workshop for government representatives.*



En este taller también se invitó a técnicos de ONG y de la institución ejecutora para crear capacidad institucional y en el futuro darle seguimiento a los capacitados. Se formaron como modeladoras: Denisse McLean, Alexandra Manueles y Ramón Hernández, asistentes de investigación de Zamorano. El taller desarrollado tuvo una duración de dos semanas en la Universidad Zamorano en Honduras.

Segundo Taller avanzado de modeladores de los gobiernos, técnicos en biodiversidad y sistemas de información geográfica. En este taller concurrieron los mismos participantes del taller anterior. La metodología práctica exigió participación activa de los representantes de los países, aportando información relevante de sus países para la modelación. Así las prácticas dieron los primeros frutos en cuanto a mapas de presiones sobre la pérdida de biodiversidad y un primer acercamiento a mapas del remanente de biodiversidad en el estado actual. El taller tuvo una duración de dos semanas en la Universidad Zamorano en Honduras.

In addition, technicians from NGOs and lead institutions were invited to generate the institutional capacities to provide follow up to participants. Denisse McLean, Alexandra Manueles y Ramón Hernández, research assistants from Zamorano, were trained as modelers. The workshop lasted two weeks and was hosted by Zamorano University.

Second advanced workshop for government biodiversity and geographic information system technicians. In this workshop the same participants from previous workshop were involved. The practical methodology demanded the active participation of country representatives providing relevant information from their countries for the modeling. Thus, the practices developed during the workshop resulted in the first maps of the drivers for biodiversity loss and a first approach for mapping the remaining biodiversity in its current state. This workshop lasted two weeks and was hosted by the Zamorano University as well.



Segundo Taller avanzado de modeladores de los gobiernos/
Second modelers workshop for government representatives.

Producción de un manual sobre el uso de la metodología, adaptando al español las versiones originales en inglés de Wilbert van Rooij y P.H. Verburg, adecuándolo a la realidad regional, con un formato propio para capacitaciones de grupos o auto aprendizaje. El manual se puede encontrar en www.promebio.irbioccad.org. Este manual fue validado durante los talleres de capacitación y por consulta realizada a otros modeladores.

Programa de seguimiento a los países, con visitas de la modeladora Denisse McLean para dar a conocer los resultados de la modelación a grupos focales identificados por los oficiales de los países. Estos talleres se efectuaron

Developing of a modeling manual adapted to Spanish from original versions by Wilbert van Rooij y P.H. Verburg and to the regional environment in an appropriate format for group training or self learning. The manual can be found at www.promebio.irbioccad.org. This manual was validated during the training workshop and by consulting with other modelers.

Follow up program to the countries with visits from modeler Denisse McLean to share modeling results with focal groups identified by country officials. These workshops took place in each of the seven regional



en cada uno de los siete países de la región, organizados por los oficiales participantes de los países y los puntos focales de biodiversidad y sistemas de información.

A estos talleres asistieron profesionales de los gobiernos, instituciones colaboradoras, ONG, administradores de áreas protegidas y programas de conservación de biodiversidad a diferentes niveles de mando. Sus objetivos fueron: primero, dar a conocer la herramienta y presentar los resultados regionales y de país sobre el estado actual y la modelación a futuro con los escenarios predeterminados; segundo, realizar un mini-taller de seguimiento a los capacitados en los talleres en Honduras.

countries and were organized by the officials from the countries and the focal points in biodiversity and information systems.

Professionals from various government departments, collaborating institutions, NGOs and protected area and conservation program administrators at different levels participated in these workshops. The objectives were to present the modeling tool and the regional and national modeling results of the current and future state of biodiversity under the predefined scenarios, and to carry out a small workshop with the technicians that were trained in Honduras.



Reunión de los puntos focales de los Comités Técnicos de Biodiversidad y Sistemas de Información Ambiental e invitados de instituciones colaboradoras en Belice en agosto 2010 / *Meeting of government representatives before by Technical Committees for Biodiversity and Environmental Information Systems and invited collaborators institutions in Belize, August 2010.*

2. Producción del reporte

Se realizaron las siguientes actividades:

Taller de expertos para la consulta sobre los escenarios de impacto sobre la biodiversidad en Centroamérica (Honduras). Con la participación de socios invitados como el BCIE, PBL, Universidad Zamorano, The Nature Conservancy (TNC), Conservación Internacional (CI) y Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (UICN), se definieron los siguientes tres escenarios a modelar con proyección al 2030: proyección de las tendencias actuales sobre la biodiversidad,

2. Report generation

The following activities were undertaken:

Expert workshop on scenario building about impacts on biodiversity in Central America (Honduras). With the participation of invited partners as BCIE; PBL, Zamorano, The Nature Conservancy (TNC), Conservation International (CI) y and the International Union for Conservation of Nature (IUCN) the following three scenarios were defined to be modeled as a projection for 2030: projection of the current trends on biodiversity, scenario on the Alliance for Sustainable Development



escenario de la Alianza para el Desarrollo Sostenible (ALIDES) y apertura comercial con Norteamérica (TLC).

(ALIDES) and implementation of the Free Trade Agreement with North America (TLC).



Taller de expertos para la consulta sobre los escenarios /
Experts workshop for the consultation on biodiversity scenarios.

Diseño de escenarios y estimación de índice de AME, a cargo de expertos regionales, especialistas en aspectos sociales, agrícolas, políticos y de biodiversidad. Para apoyar la definición y diseño de los escenarios y los indicadores de AME o MSA para los usos de suelo de la región, estos expertos trabajaron en consulta con los oficiales de los gobiernos e instituciones involucrados en los temas respectivos. Expertos participantes: Antonio Belli, Regina Belli y Mijail Pérez, de Nicaragua, Lenin Corrales y Carlos Brenes de Costa Rica, Tonnie Tekelenburg de PBL, Holanda, Jorge Iván Restrepo, coordinador del Instituto Regional de Biodiversidad (IRBIO) y Arie Sanders, Director de la Carrera de Desarrollo Socioeconómico y Ambiente de la Universidad Zamorano.

Scenario design and MSA estimations done by regional experts with experience on social, agricultural political and biodiversity aspects. To support the definition and design of scenarios and the MSA index for the land use of the region, these experts worked with government officials and institutions related to the appropriate subjects. The participant experts were: Antonio Belli, Regina Belli and Mijail Perez from Nicaragua, Lenin Corrales and Carlos Brenes from Costa Rica, Tonnie Tekelenburg from PBL, The Netherlands, Jorge Ivan Restrepo, Regional Biodiversity Institute (IRBIO) coordinator, and Arie Sanders, Director of the Socioeconomic Development and Environment Department from Zamorano University.

Taller de expertos con socios de ONG e instituciones (Costa Rica) para presentar y examinar los escenarios propuestos por los especialistas para la modelación, con el objetivo de obtener retroalimentación de los participantes. Con el apoyo de UICN por medio del oficial de la misma, Alberto Salas. Se organizó este taller con participación de expertos de socios como TNC, UICN, RUTA e IICA.

Scenario workshop with NGO and institutional partners (Costa Rica) to present and review the scenarios proposed by the experts for the modeling in order to receive feedback from participants. With support from the IUCN through officer Alberto Salas. This workshop was organized with the participation of expert partners such as TNC, IUCN, RUTA and IICA.

La modelación del estado actual y de los escenarios al 2030 y producción del reporte por país estuvo a cargo de las modeladoras: Margarita Vides, responsable para Guatemala y El Salvador; Melanie Kolb, responsable de Belice; Ditmara Cerrato, responsable de Costa Rica y Panamá; Denisse McLean, responsable de Honduras y Nicaragua. Denisse fue responsable de agregar el

Modelling of current state and 2030 scenarios and country report generation was in charge of modelers Margarita Vides, for Guatemala and El Salvador; Melanie Kolb, for Belize; Ditmara Cerrato, for Costa Rica and Panama, and Denisse McLean for Honduras and Nicaragua. Denisse also was also responsible for the data



informe regional y dar seguimiento a los técnicos capacitados en los países.

El reporte fue sometido a consulta y retroalimentación ante la CCAD, los Comités de Biodiversidad y Sistemas de Información Ambiental, expertos especialistas en el tema. El reporte presenta una visión regional y seguidamente un reporte por país.

3. Promoción y difusión

En 2010 las actividades se focalizaron en la producción del reporte y la difusión de sus resultados utilizando varios medios de comunicación, a los tomadores de decisiones y la comunidad nacional e internacional. Se elaboró el reporte técnico de modelaje de la biodiversidad para Centroamérica, en inglés y español, el cual se encuentra publicado en los sitios web del PROMEBIO, www.promebio.irbioccad.org y de la CCAD. Una copia digital fue entregada a oficiales de la CBD, oficiales de la PBL de Holanda y a representantes de los países.

También, se hizo una serie de presentaciones sobre la herramienta y sus resultados en diferentes reuniones, siendo de relevancia la COP10 en Nagoya, Japón, reuniones de los comités técnicos de la CCAD y el Congreso de Áreas Protegidas en Mérida, México (marzo 2010), entre otras. Se elaboró un documento corto informativo en forma de panfleto, de cuatro hojas en español e inglés, sobre la modelación como herramienta de toma de decisiones políticas para la conservación de la biodiversidad, de la cual se ha hecho una amplia difusión.

Esperamos que este documento sirva para orientar a los gobiernos y la sociedad civil regional e internacional sobre la disponibilidad y utilidad de esta herramienta. La información aquí presentada puede ser de gran utilidad para tomar decisiones nacionales y regionales a favor de la conservación y uso sostenible de la biodiversidad.

Agradecemos a todos y todas las profesionales e instituciones que de una u otra forma aportaron a la realización de este proyecto.

Suyapa Triminio Meyer, M.Sc.

Coordinadora del PROMEBIO, enero 2011

integration into the regional report and to provide follow up to trained technicians in the countries.

The report was submitted to consultation and feedback from CCAD, Biodiversity and Environmental Information System Committees and subject experts. The report presents a regional vision followed by a report on each country.

3. Promotion and diffusion

In 2010 the activities were focused on the elaboration of the report and the diffusion of results through various communication media to decision makers and to the national and international community. The technical report on biodiversity modeling for Central America was generated in English and Spanish, and it is available at the PROMEBIO and CCAD website, www.promebio.irbioccad.org. A digital copy was delivered to CBD, PBL officers and country representatives.

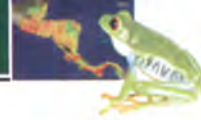
A series of presentations of project results and modeling tool was done at various meetings, being of relevance the COP10 in Nagoya, Japan (October 2010), technical committee meetings from CCAD, and the Protected Area Congress in Merida, Mexico (March 2010), among others. A brief informative paper on modeling as a political decision making tool for biodiversity conservation was done in a four-page booklet format, both in English and Spanish, which has been widely distributed.

We hope that this document will help to orient governments and regional and international civil society on the availability and usefulness of this tool. The information here presented can be of great value for national and regional decision makers in favor of the conservation and sustainable use of biodiversity.

We would like to thank each and every professional and institution who on one way or another contributed to the execution of this project.

Suyapa Triminio Meyer, M.Sc.

PROMEBIO Coordinator, January 2011



MODELACIÓN DE LAS PRESIONES SOBRE LA PÉRDIDA DE BIODIVERSIDAD/ MODELING OF DRIVERS FOR BIODIVERSITY LOSS

Global Biodiversity Model (GLOBIO) y Conversion of Land Use and its Effects (CLUE) son programas de computación que aplican el marco metodológico Presión, Estado, Respuesta (PER) y el índice de capital natural o remanente de biodiversidad, conocido como Abundancia Media de Especies (AME en español y MSA en inglés). El AME o MSA es determinado por el modelo en base al cálculo del impacto que ejercen las presiones sobre la biodiversidad. En este caso se consideran como presiones: el uso de suelo, infraestructura carretera, fragmentación, cambio climático y deposición de Nitrógeno, y sus valores oscilan entre 100%=biodiversidad original y 0%=pérdida total de biodiversidad original, y sus valores intermedios representa el porcentaje remanente.

Los resultados de la modelación de la presiones sobre la biodiversidad expresados como porcentaje de remanente de biodiversidad para Centroamérica al 2008, presentan en promedio una pérdida de biodiversidad en la región del 52%, lo que significa que posee un 48% de la biodiversidad original remanente. Esta pérdida está asociada en un 34% al uso del suelo, 9% a infraestructura de carreteras, 6% a fragmentación de ecosistemas naturales y 2.6% al cambio climático. En cuanto a las áreas protegidas la pérdida de biodiversidad es más evidente en la zona central y del pacífico de Centroamérica, donde se ven afectadas por el impacto humano y cambio climático. Las áreas protegidas de Centroamérica retienen en promedio el 73% de la biodiversidad original.

Si examinamos los resultados al 2030, considerando que las presiones sobre la biodiversidad mantienen las mismas tendencias de los últimos años, el remanente de biodiversidad se ve reducido de un 48% a un 42%, esa pérdida de 6 puntos porcentuales está asociada al impacto negativo del cambio de uso de suelo de 34% a 42% y el cambio climático de 2.6% a 4.2%. En cuanto a las áreas protegidas, éstas experimentan una pérdida en su remanente de biodiversidad de 73% a 66% para el 2030.

Global Biodiversity Model (GLOBIO) and Conversion of Land Use and its Effects (CLUE) are methodologies and programs that apply the Pressure-State-Response (PSR) framework and the natural capital or remaining biodiversity index know as Mean Species Abundance (MSA). The MSA is calculated by the model based on the impacts that driver of loss affect biodiversity. In this case, the drivers considered are: land use, infrastructure, fragmentation, climate change and nitrogen deposition and their values range from 100%= original biodiversity to =0% lost all biodiversity with intermediate values that represent the remaining percentage of biodiversity.

The results of the modeling of drivers for biodiversity loss presented as a percentage of remaining biodiversity for Central American in 2008 show an average loss of biodiversity in the region of 52%, which means that there is only 48% remaining of the original biodiversity. This loss is associated as 34% to land use, 9% to road infrastructure, 6% to natural ecosystem fragmentation and 2.6% to climate change. In protected areas, biodiversity loss is more evident in the Central and Pacific zones, which are affected by human impact and climate change. Protected areas in Central America preserve on average a 73% of their original biodiversity.

If we examine the results to 2030, considering that the drivers on biodiversity loss maintain their same trends that the last years, the remaining of the original biodiversity falls from 48% to 42%, that loss represent 6 percentile points and it is associated with a negative impact for the change on land use from 34% to 42% and climate change from 2.6% to 4.2%. Regarding to protected areas, these experiment a loss on remaining biodiversity from 73% to 66% for the year 2030.

REPORTE TÉCNICO REGIONAL / REGIONAL TECHNICAL REPORT:

ANÁLISIS DEL ESTADO ACTUAL Y FUTURO DE LA BIODIVERSIDAD EN CENTRO AMÉRICA ANALYSIS OF THE CURRENT AND FUTURE STATUS OF BIODIVERSITY IN CENTRAL AMERICA

RESUMEN

Los resultados que se presentan en este documento manifiestan el trabajo colaborativo y participativo de muchas instituciones, organizaciones regionales, agentes oficiales de gobiernos centroamericanos, la cooperación internacional, científicos y expertos en temas de modelación, biodiversidad, temas sociales, económicos y políticos que aportaron sus conocimientos para presentar la primera experiencia en modelación de la biodiversidad en la región.

La modelación del estado actual y futuro de la biodiversidad de Centro América está basada en la metodología GLOBIO3 (Global Biodiversity Model), desarrollada por la Agencia de Evaluación Ambiental Holandesa (PBL), en colaboración con el Programa Ambiental de las Naciones Unidas (UNEP). Esta metodología está basada en las relaciones de causa-efecto identificadas entre los factores de presión derivados de la actividad humana y las alteraciones en la biodiversidad. Las cinco presiones que se evalúan en la metodología son las siguientes: usos de suelos, infraestructura, fragmentación de áreas naturales, cambio climático y deposición de Nitrógeno. Estas presiones han sido identificadas como determinantes en la alteración de la biodiversidad y para ellas se han cuantificado las relaciones de causa y efecto de la influencia que ejercen. La combinación de estos factores de presión permite generar un modelo espacial del estado de la biodiversidad, expresado en términos del indicador conocido como Abundancia Media de Especies (MSA, por sus siglas en inglés). El MSA describe la biodiversidad de un área como la abundancia de especies remanente de la abundancia original que existió en el área, cuándo ésta se encontraba en estado primario no intervenido. En este estudio se desarrolló un modelo del estado actual de la biodiversidad con los mapas de uso de suelo más recientes (2000-2008), disponibles de los siete países (Belice, Guatemala, El Salvador, Honduras, Nicaragua, Costa Rica y Panamá) y se construyeron tres escenarios con proyecciones socioeconómicas al año 2030: Línea

SUMMARY

The results presented in this document have been produced with the cooperation and participation of many institutions, regional organizations, officers of different Central American governments, international cooperation, scientists and experts on subject matters such as modeling, biodiversity, and social, economic and political topics, all of whom contributed with their knowledge to render the first experience in biodiversity modeling in the region.

Modeling the current and future status of Central American biodiversity is based on the GLOBIO3 methodology (Global Biodiversity Model) developed by the Netherlands Environmental Assessment Agency (PBL) in cooperation with the United Nations Environmental Program (UNEP). This methodology is founded on the cause-effect relations identified among the pressure factors resulting from human activity, and the alterations in biodiversity. The five pressures evaluated in the methodology are: land use, infrastructure, fragmentation of natural areas, climate change and nitrogen deposition. These pressures have been identified as critical in the alteration of biodiversity, and the cause and effect relations they generate have been quantified. The combination of these pressure factors makes it possible to produce a spatial model of the biodiversity status expressed in terms of the indicator known as Mean Species Abundance (MSA). MSA describes biodiversity of an area as the remaining original abundance of species in an area, when it was in its primary non-intervened condition. In this study, a model of the Current State of biodiversity was created with the most recent land use maps (2000-2008) available in the seven countries (Belize, Guatemala, El Salvador, Honduras, Nicaragua, Costa Rica and Panama), and three scenarios were built with socioeconomic projections to year 2030: Baseline (current trend projection), ALIDES (implementation of the Central American Alliance for Sustainable Development) and Trade Liberalization (implementation of Free Trade Agreements).



Base (proyección de las tendencias actuales), ALIDES (implementación de la Alianza Centroamericana para el Desarrollo Sostenible) y Liberación Comercial (implementación de los Tratados de Libre Comercio).

El presente trabajo de modelación y sus resultados constituyen un primer ejercicio metodológico para la región centroamericana. No se trata de un análisis definitivo. El objetivo del ejercicio fue realizar una aproximación preliminar al estado y tendencias de la biodiversidad en términos de la Abundancia Media de Especies, a partir de la información disponible en los países al momento de aplicar los modelos (2009) y según las fuentes consultadas. Los resultados proveerán una herramienta valiosa a los países para el apoyo en su gestión ambiental y en la toma de decisiones en la elaboración de políticas ambientales. Se espera que las naciones de esta región den seguimiento a los modelos, mejorando los resultados con información más actualizada y evaluando nuevos escenarios y opciones de política según las necesidades, posibilidades e intereses emergentes.

The present modeling work and its results represent a first methodological exercise for the Central American region. It should not be considered a final analysis. The objective of the exercise was a preliminary approach to the biodiversity status and trends in terms of the Mean Species Abundance, based on the information available in the countries at the time of the application of models (2009), and according to the sources consulted. The results will provide the countries with a valuable tool to support their environmental management and decision making to create environmental policies. It is expected that the countries will follow up the models, improving the results with updated information, and assessing new scenarios and options for policies, according to the emerging needs, possibilities and interests.

Palabras claves: GLOBIO, CLUE, MSA, abundancia media de especies, modelación por presiones.

Key words: GLOBIO, CLUE, MSA, mean species abundance, modeling by pressures

1. INTRODUCCIÓN / INTRODUCTION

El ser humano, a través de sus diversas formas de intervención, genera una serie de presiones que, directa e indirectamente, afectan la diversidad biológica de la Tierra. Por un lado, se modifica la composición interna de los paisajes, los ecosistemas naturales son intervenidos y transformados en sistemas productivos, industriales o habitacionales y los remanentes de área natural son fragmentados y aislados unos de otros. Por otro lado, existe una explotación directa de los recursos provenientes de los sistemas naturales, como lo son la extracción de recursos de flora y fauna, minerales, recursos hídricos, producción controlada, entre otros. Adicionalmente, la intervención humana provoca perturbaciones no naturales sobre los ecosistemas, tales como incendios, introducción de especies exóticas y conflictos humanos (Tekelenburg, 2004).

Las relaciones de causa-efecto existentes entre las actividades humanas y la biodiversidad han tratado de ser abordadas y cuantificadas a través del desarrollo de modelos espaciales. Una de estas aplicaciones es la metodología GLOBIO3, desarrollada por la Agencia de Evaluación Ambiental Holandesa (PBL), en colaboración con la División de Evaluación y Alerta Temprana (DEWA), el Centro GRID-Arendal y el Centro de Monitoreo para la Conservación (WCMC) del Programa Ambiental de las Naciones Unidas (UNEP).

Se ha desarrollado una aplicación global de la metodología GLOBIO3, conocida como Modelo Global de Biodiversidad. Tal modelo fue elaborado con el objetivo de atraer la atención de los tomadores de decisiones hacia el tema de la conservación de biodiversidad como prioridad en las agendas ambientales internacionales, en particular con respecto al alcance de los objetivos determinados en la Convención de Diversidad Biológica, de reducir significativamente el ritmo de pérdida de la diversidad biológica bajo diferentes escenarios de desarrollo socioeconómico (Ten Brink, B. *et al*, 2006). Los resultados de este estudio fueron presentados en el reporte Global Biodiversity Outlook 2 del Secretariado de la Convención (CBD) en 2006.

Sin embargo, la resolución de esta modelación y los supuestos globales adoptados resultan insuficientes para ser utilizados para apoyar la toma de decisiones a nivel de país. Por este motivo, el PBL apoyó la iniciativa de

Human beings generate a series of pressures through various forms of intervention that directly or indirectly affect the Earth's biological diversity. On one hand, internal composition of landscapes is modified, natural ecosystems are intervened and transformed into productive, industrial or housing systems, and the remaining natural areas are fragmented and isolated from each other. On the other hand, there is a direct exploitation of resources extracted from natural systems: flora and fauna, minerals, water, and controlled production, among others. Additionally, human intervention creates non-natural disturbances over ecosystems, such as fires, introduction of exotic species and human conflicts (Tekelenburg, 2004).

There has been an attempt to address and quantify the existing cause-effect relations between human activities and biodiversity by building spatial models. One of these applications is the GLOBIO3 methodology, developed by the Netherlands Environmental Assessment Agency (PBL) in cooperation with the Division of Early Warning and Assessment (DEWA), the GRID-Arendal Center, and the World Conservation Monitor Centre (WCMC) of the United Nations Environmental Program (UNEP).

A global application of the GLOBIO3 methodology, known as Global Biodiversity Model, was developed with the purpose of catching the attention of decision makers towards the topic of biodiversity conservation as a priority in international environmental agendas, particularly with respect to the scope of the objectives that have been determined in the Convention on Biological Diversity, in order to significantly reduce the rhythm of biological diversity loss under different socioeconomic development scenarios (Ten Brink, B. *et al*, 2006). The results of this study were presented in the Global Biodiversity Outlook 2 from the Convention Secretariat (CBD) in 2006.

However, the resolution of this modeling and the global assumptions adopted are insufficient to support decision making at a country level. For this reason, PBL supported the initiative of implementing the GLOBIO3 methodology in the Central American region at an individual country level. The present study constitutes a regional assessment of the biodiversity status in Central America, based on national evaluations. These studies



implementar en la región centroamericana la metodología GLOBIO3 a nivel individual de país. El presente estudio constituye una evaluación regional del estado de la biodiversidad en Centroamérica construida a partir de evaluaciones nacionales. Estos estudios se construyeron con información más detallada que la información del modelo global, utilizando en ello una resolución más fina. De esta manera, las entidades ambientales podrán utilizar los resultados en sus países como una herramienta más acertada y confiable para apoyar la toma de decisiones y la elaboración de políticas.

La metodología GLOBIO3 ha sido desarrollada para evaluar los cambios inducidos en la biodiversidad de ecosistemas terrestres por presiones antropogénicas, tanto en el escenario actual como en escenarios futuros construidos a partir de proyecciones socioeconómicas. La metodología se basa en las relaciones directas de causa-efecto que existen entre las presiones derivadas de las actividades humanas y el medio ambiente y la biodiversidad (Alkemade, et al, 2009). La cuantificación de estas relaciones fue realizada a partir de una extensa revisión rigurosa de la literatura científica que se ha desarrollado sobre el tema de degradación de la biodiversidad. Las cinco presiones identificadas a partir de esta revisión e incluidas en la metodología son: uso de suelo, infraestructura de carreteras, fragmentación de áreas naturales, cambio climático y deposición de Nitrógeno atmosférico.

El indicador que utiliza la metodología GLOBIO3 para medir la biodiversidad es la Abundancia Media de Especies (MSA o Mean Species Abundance). Según Alkemade *et al* (2009) el MSA describe la biodiversidad de un área o región como la abundancia de especies remanente de la abundancia original que existió cuando el área se encontraba en estado primario no intervenido. Los valores del MSA oscilan entre 0 y 1. Un MSA de 1 significa que la biodiversidad remanente del área es de 100%, en otras palabras, el área conserva la totalidad de su biodiversidad original, como sucedería en las áreas que albergan bosques primarios. En otro extremo, un MSA de 0 significa que la biodiversidad remanente del área es de 0%, es decir, que el área ha perdido completamente su biodiversidad original, como puede suceder en algunas zonas urbanizadas.

were built with more detailed information than that of the global model, using a more specific resolution. In this way, environmental entities will be able to use the results in their countries as a more accurate and reliable tool to support decision making and creation of policies.

The GLOBIO3 methodology has been developed to evaluate changes induced on biodiversity of land ecosystems due to anthropogenic pressures, both in the current scenario and in future scenarios, built on socioeconomic projections. The methodology is based on direct cause-effect relationships that exist between the pressures derived from human activities, the environment, and biodiversity (Alkemade, *et al*, 2009). Quantification of these relationships was made through an extensive and rigorous review of the scientific literature that has been produced on the matter of biodiversity degradation. The five pressures identified from this review, included in the methodology are: land use, road infrastructure, fragmentation of natural areas, climate change, and deposition of atmospheric nitrogen.

The indicator used by the GLOBIO3 methodology to measure biodiversity is the Mean Species Abundance (MSA). According to Alkemade *et al* (2009) MSA describes the biodiversity of an area or region as the remaining abundance of the species that originally existed when the area was in its primary non-intervened state. MSA values range between 0 and 1. An MSA of 1 means that the area's remaining biodiversity is 100%; in other words, that the area conserves the totality of its original biodiversity, as it would be the case of areas hosting primary forests. On the other extreme, an MSA of 0 means that the area's remaining biodiversity in terms of MSA is 0%, which means that the area has completely lost its original biodiversity, as it may be the case of some urbanized zones.

MSA is similar to other biodiversity indicators, like the Biodiversity Integrity Index (BII), but it has a difference: since the MSA is compared to the original abundance of species in the area, MSA values vary depending on the level of intervention in the area and not on its relative richness. That is to say, a non-intervened tropical primary forest with thousands of species (high richness) receives an MSA value of 1, just as a non-intervened boreal primary

1 No abarca ecosistemas marinos ni lacustres, por lo que la biodiversidad acuática no es evaluada. PBL actualmente está trabajando en una aplicación para este tipo de ecosistemas.
Does not include marine or lacustral ecosystems, and therefore aquatic biodiversity is not high. PBL is currently working on an application for these type of ecosystems.



El MSA se asemeja a otros índices de biodiversidad, tal como el Índice de Integridad de Biodiversidad (IIE), pero con una particularidad: como el MSA se compara con la abundancia original de especies del área, los valores de MSA varían en función del grado de intervención del área, no así de su riqueza relativa. Es decir, un bosque primario no intervenido tropical con miles de especies (alta riqueza) recibe el mismo valor de MSA de 1 que un bosque primario boreal no intervenido, que en su estado original puede tener sólo unos cientos de especies (menor riqueza).

Para modelar el estado futuro de la biodiversidad se necesita estimar los valores de las presiones antropogénicas en el futuro; es decir, el cambio en las presiones en comparación con el estado actual. Esto incluye cambios en el uso de suelo, en la infraestructura, en la fragmentación de áreas naturales y en el estado del cambio climático. De estos factores, el más complejo de estimar es el cambio en el uso de suelo. La compleja dinámica de los sistemas de uso de suelo determina que, aunque se estimen las demandas y variaciones entre las clases de usos de suelo de un área, se necesita un mecanismo para ubicar los cambios esperados en las áreas donde es más probable que ocurran. Por lo tanto, se ha recurrido a la utilización del modelo denominado Conversión del Uso del Suelo y sus Efectos (CLUE-S, Conversion of Land Use and its Effects). El modelo CLUE-S (Veldkamp y Fresco, 1996; Verburg *et al*, 1999) permite simular de manera espacialmente explícita los cambios en el uso de suelos que ocurrirían en distintos escenarios socioeconómicos utilizando los principios de modelación dinámica de la competencia entre usos de suelo.

En este estudio se evaluó el estado actual de la biodiversidad y tres escenarios de desarrollo socioeconómico a futuro. Para cada país se evaluó el estado actual de la biodiversidad según en el año del mapa de uso de suelo más actualizado disponible. Se modeló el año 2000 para Nicaragua, Costa Rica y Belice, 2002 para Honduras y El Salvador, 2005 para Guatemala y 2008 para Panamá. Luego, se seleccionó el año 2030 para los escenarios a futuro, para estandarizar las proyecciones de toda Centroamérica a un mismo momento con cierto grado de certidumbre. Los tres escenarios socioeconómicos evaluados fueron: (1) un escenario de Línea Base que contempla la proyección de las políticas y el patrón de expansión que ha tenido lugar hasta el momento, caracterizado por la disminución del bosque primario y la expansión de los sistemas agrícolas; (2) un

forest would do, though it may just have a few hundreds of species (less richness) in its original state.

In order to model the future status of biodiversity it is necessary to estimate the values of anthropogenic pressures in the future; that is, the change in pressures compared to the Current State. This includes changes in land use, changes in infrastructure, in fragmentation of natural areas, and in the climate change condition. The most complex factor to estimate among these is land use change. The complex dynamics of land use systems determine that even if demands and variations among the types of land use in an area are estimated, there is a need for a mechanism to locate the changes expected in the areas where they are more likely to occur. Therefore, the Conversion of Land Use and its Effects (CLUE-S) model has been used. The CLUE-S model (Veldkamp and Fresco, 1996; Verburg *et al*, 1999) allows a spatially explicit simulation of the changes in land use that will occur in different socioeconomic scenarios, using the dynamic modeling principles of competition among land uses.

In this study, the Current State of biodiversity and three future socioeconomic development scenarios were evaluated. The Current State of biodiversity was assessed for each country based on the most recent land use map available. Year 2000 was modeled for Nicaragua, Costa Rica, and Belize; 2002 for Honduras and El Salvador; 2005 for Guatemala; and 2008 for Panama. Then, year 2030 was selected for the future scenarios, to standardize the projections for the entire Central American region at the same moment with some extent of certainty. The three socioeconomic scenarios assessed were: (1) A Baseline scenario, which contemplates the projection of policies and the expansion pattern that have taken place up to the moment, characterized by the decrease of primary forest and the expansion of agricultural systems, (2) a scenario of implementation of the Central American Alliance for Sustainable Development (ALIDES), characterized by the transformation of the areas liable to the implementation of Clean Development Mechanisms in integrated productive systems, and (3) a Trade Liberalization scenario characterized by the implementation of the free trade agreements adopted by the countries in the region. These scenarios were built by a team of experts in socioeconomic topics through the review and integration of data from different reliable sources. Based on the data collected, the team of experts estimated the area increase or decrease trends for the different land uses in the country in all three scenarios. Then, the trends were



escenario de implementación de la Alianza para el Desarrollo Sostenible de Centro América (ALIDES), caracterizado por la transformación de las áreas susceptibles a la implementación de los Mecanismos de Desarrollo Limpio en sistemas productivos integrados; y, (3) un escenario de Liberación Comercial caracterizado por la implementación de los acuerdos de libre comercio adoptados por los países de la región. Estos escenarios fueron construidos por un equipo de expertos en temas socioeconómicos, a través de la revisión e integración de datos de diversas fuentes confiables. A partir de los datos extraídos, el equipo de expertos estimó las tendencias de aumento o disminución de área que tendrían los distintos usos de suelo del país en los tres escenarios. Luego, las tendencias fueron integradas al modelo CLUE-S por un equipo de modeladores para estimar la distribución espacial de los cambios de uso de suelo. Con las nuevas distribuciones de usos de suelo se calcularon los impactos a futuro que tendría la presión de uso de suelo y las presiones asociadas de infraestructura, fragmentación de áreas naturales y cambio climático.

El presente trabajo de modelación y sus resultados, constituyen un primer ejercicio metodológico. No se trata de un análisis exhaustivo definitivo, ni pretende alcanzar un nivel científico de precisión. Para muchos factores incluidos se ha generado información más actualizada y/o validada, que no fue integrada en los modelos. Por lo tanto, los resultados no se consideran validados ni oficializados por los países. Sin embargo, el objetivo del ejercicio fue realizar una aproximación preliminar al estado y tendencias de la biodiversidad en términos de la Abundancia Media de Especies, a partir de la información disponible al momento de aplicar los modelos, según las fuentes consultadas y ponerla a disposición de los países.

Los resultados proveerán a los países de la región de una herramienta valiosa para el apoyo en su gestión ambiental y en la toma de decisiones en la elaboración de políticas ambientales. Los modelos se utilizarán como un instrumento para estimular la discusión e integrar el tema de biodiversidad en otros sectores de política, como un elemento transversal, a través de la consideración, planificación y evaluación conjunta de alternativas de política. Se espera que los países den seguimiento a los modelos, mejorando los resultados con información más actualizada y evaluando nuevos escenarios y opciones de política según las necesidades, posibilidades e intereses emergentes en cada país o en la región en general.

integrated to the CLUE-S model by a team of modeling experts, in order to estimate the spatial distribution of changes in land use. With the new distributions of land use, it was possible to estimate the future impacts that the pressure of land use would have, and the pressures associated to infrastructure, fragmentation of natural areas, and climate change.

The present modeling work and its results are a first methodological exercise. This is not an exhaustive, final analysis, nor is it intended to reach a level of scientific precision. For many of the factors included, updated and/or validated information, which was not integrated in the models, has been generated. That is why the results are not considered validated or made official by the countries. However, the objective of the exercise was a preliminary approach to the status and trends of biodiversity in terms of Mean Species Abundance, based on the information available at the moment of application of models according to the sources consulted; and to make them available to the countries.

The results will provide the nations in the region with a valuable tool to back up environmental management, and decision making to create environmental policies. The models will be used as an instrument to stimulate discussion and to integrate the topic of biodiversity to other policy sectors as a transversal element, through joint consideration, planning, and assessment of policy alternatives. It is expected that the countries will follow up on the models, improving the results with updated information, and assessing new scenarios and policy options according to the needs, possibilities, and emerging interests in each country or in the region in general.

2. METODOLOGÍA / METHODOLOGY

En este estudio se utilizó el marco metodológico de modelación de biodiversidad GLOBIO3, en combinación con el modelo de cambios de uso de suelo CLUE-S, para estimar el estado actual de la biodiversidad y el estado futuro, según los tres escenarios socioeconómicos considerados.

El análisis realizado bajo la metodología GLOBIO3 es espacialmente explícito. Se trabajó en formato *raster*, pues el producto final consiste en una combinación de las distintas capas de impactos a la biodiversidad, a través de un modelo matemático que permite obtener el indicador correspondiente para cada unidad de área. La información fue procesada con el sistema de manejo de información geográfica ArcGIS 9.3, aunque bien podría utilizarse otro sistema que permita procesar rasters, tales como Idrisi, gvSIG, Grass, etc. La resolución utilizada fue de 1000*1000 metros. Los datos espaciales requeridos por el modelo fueron recopilados y trabajados por país, con el objetivo de integrar la mayor cantidad de información actualizada y específica disponible. Los datos de otras variables para las que los países no contaban con levantamientos fueron derivados del modelo IMAGE (Integrated Model to Assess the Global Environment) o de otros modelos globales.

En esta sección se explicarán las variables incluidas en cada fase de la modelación y los supuestos tomados en cuenta, de tal manera que, en cada país, los encargados de dar seguimiento a los resultados comprendan las consideraciones realizadas y puedan actualizarlas, modificarlas y mejorarlas según sus propios requerimientos.

2.1. METODOLOGÍA GLOBIO 3

Esta metodología calcula el impacto total de los factores antropogénicos de presión sobre la biodiversidad en términos de la Abundancia Media de Especies o MSA. Las presiones consideradas son: el uso de suelos, infraestructura de carreteras, fragmentación de áreas naturales, cambio climático y deposición de Nitrógeno. El impacto total de las presiones en el MSA se calcula multiplicando los impactos individuales de las presiones.

A partir de la revisión de literatura, se han identificado para cada una de las presiones las variables

In this study, the GLOBIO3 biodiversity modeling methodological framework was used, along with the CLUE-S model of land use change, in order to estimate the current and future status of biodiversity according to the three socioeconomic scenarios considered.

The analysis carried out under the GLOBIO3 methodology is spatially explicit. The work was done under the *raster* format, since the final product consists on a combination of different layers of impact on biodiversity through a mathematical model, which makes it possible to obtain the indicator that corresponds to each area unit. The information was processed with the ArcGIS 9.3 geographical information management system, although it would be feasible to use a different system to allow processing rasters, such as Idrisi, gvSIG, Grass, etc. The resolution used was of 1000*1000 meters. The spatial data required by the model were compiled and worked by country, as to integrate the greatest amount of updated and specific information available. Data from other variables for which the countries did not have surveys were derived from the IMAGE model (Integrated Model to Assess the Global Environment) or from other global models.

This section will explain the variables included in each phase of the modeling, and the assumptions taken into account, for the people in charge of following up results in the countries to understand the considerations made, so that they can update, modify and improve them according to their own requirements.

2.1. GLOBIO3 METHODOLOGY

This methodology calculates the total impact of anthropogenic pressure factors on biodiversity in terms of the Mean Species Abundance or MSA. The pressures considered are: land use, road infrastructure, fragmentation of natural areas, climate change, and Nitrogen deposition. The total impact of pressures on the MSA is calculated by multiplying the individual impacts of pressures.

Based on the literature review, the variables that determine the influence for each one of the pressures have been identified, and specific MSA values have been



que determinan su influencia y los valores de MSA específicos para las categorías de las variables o construido las ecuaciones de regresión que vinculan el valor de la variable con su impacto en el MSA. Estos valores fueron determinados por el consorcio GLOBIO para el reporte Global Biodiversity Outlook 2 de la CBD y se encuentran descritos en Alkemade *et al* (2009) y Van Rooij (2008).

Para las presiones de Uso de Suelo, Infraestructura y Fragmentación, se calcularon valores de MSA por categorías o rango de valores de las siguientes variables determinantes:

- Usos de Suelo- La influencia del uso de suelo en la biodiversidad está determinada por la intensidad del uso. A mayor intensidad de uso, mayor impacto al MSA. Por lo tanto, se estimaron valores específicos de MSA para una serie de categorías de uso de suelo estandarizadas según la intensidad que implican.
- Infraestructura- La influencia de la infraestructura de carreteras en la biodiversidad de un área está determinada por el tipo de ecosistema al que pertenece, la distancia del área a la carretera y la densidad poblacional que sostiene. El impacto al MSA será mayor a medida que aumente la fragilidad del tipo de ecosistema, la distancia a las carreteras y la densidad poblacional. Se estimaron valores de MSA para las posibles combinaciones de estas tres variables en un área.
- Fragmentación- La influencia de la fragmentación en la biodiversidad está determinada por el tamaño de los parches de área natural aislados. A menor tamaño del parche natural aislado, menor capacidad del mismo para sostener biodiversidad. Se han estimado valores de MSA específicos para los distintos tamaños de área aislada posible.

El impacto al MSA por Infraestructura y Fragmentación sólo es considerado para las áreas naturales, pues en las áreas no naturales (agrícolas, pastizales cultivados y zonas urbanas) la degradación causada por estas presiones ya se refleja en el impacto por uso de suelo. A las áreas no naturales se les asigna un valor de impacto por Fragmentación igual a 1, lo que equivale a impacto nulo.

determined for the variable categories; or regression equations which bind the value of the variable with their impact in the MSA have been built. These values were determined by the GLOBIO consortium for the Global Biodiversity Outlook 2 report from the CBD, and they are described in Alkemade *et al* (2009) and Van Rooij (2008).

MSA values were calculated for the pressures of Land Use, Infrastructure, and Fragmentation, by categories, or by the value range of the determinant variables:

- Land Use- The influence of land use on biodiversity is determined by the use intensity. The greater the use intensity is, the greater the impact it has on the MSA. Hence, specific MSA values were estimated for a series of standardized categories of land use according to the intensity involved.
- Infrastructure- The influence of road infrastructure on the biodiversity of an area is determined by the type of ecosystem it belongs to, the distance from the area to the road, and the population density it holds. Impact on the MSA will be greater as the fragility of the type of ecosystem, the distance to the roads, and the population density, increase. MSA values were estimated for the possible combinations of these three variables in an area.
- Fragmentation- The influence of fragmentation on biodiversity is determined by the size of isolated natural area patches. The smaller the size of the isolated natural patch is, the less capability it has to sustain biodiversity. Specific MSA values have been estimated for different sizes of possible isolated areas.

Impact on the MSA due to Infrastructure and Fragmentation is only considered for natural areas, since degradation caused by these pressures in non-natural areas (agricultural areas, cultivated pasture areas and urban zones) is already reflected in the impact caused by land use. Non-natural areas are assigned an impact value of 1 due to Fragmentation, which is equal to nil impact.



Para las presiones faltantes de Cambio Climático y Deposición de Nitrógeno se han estimado ecuaciones de regresión, las cuales relacionan las variables que determinan la influencia de la presión con el MSA mismo:

- Cambio Climático- Su influencia en la biodiversidad de un área está determinada por el tipo de ecosistema o bioma perteneciente a dicha área y por el incremento global medio de temperatura esperado para el año de la simulación. Se calcula según la siguiente fórmula:

$$\text{MSA} = 1 - \text{Pendiente} * \Delta t$$

En la metodología se ha especificado el valor de la pendiente según el ecosistema y del modelo IMAGE se han derivado los cambios de temperatura esperados en distintos años. En tal modelo, el cambio esperado de temperatura se relaciona con una variación en la extensión de los ecosistemas y esta variación se utiliza como una variable aproximada al MSA. A mayor aumento esperado y más fragilidad en el ecosistema, mayor es la reducción en extensión y, por tanto, mayor el impacto en el MSA.

- Deposición de Nitrógeno- Su influencia en la biodiversidad de un área está determinada por el nivel de excedente de Nitrógeno y el tipo de ecosistema del área, según las siguientes fórmulas:

$$\text{MSAN} = 0.8 - 0.14 \ln(\text{Excedente}) \text{ para bosques y}$$

$$\text{MSAN} = 0.8 - 0.08 \ln(\text{Excedente}) \text{ para pastizales}$$

El excedente de Nitrógeno es igual a la deposición de Nitrógeno que excede la carga crítica máxima tolerable por un ecosistema. A menor nivel de carga crítica máxima tolerable, y a mayor fragilidad del ecosistema, mayor será el efecto de la deposición de Nitrógeno en la biodiversidad.

El factor de deposición de Nitrógeno no es tomado en cuenta en la región centroamericana debido a que, según la información disponible derivada de modelos globales que simulan la deposición esperada de Nitrógeno, la misma no es significativa en los países.

For the rest of pressures, Climate Change and Nitrogen Deposition, some regression equations have been used in the GLOBIO methodology to relate the variables that determine the influence of the pressure on the MSA:

- Climate Change- Its influence on the biodiversity of an area is determined by the type of ecosystem or biome to which the area belongs, and by the mean global temperature increase expected for the simulation year. It is calculated with the following formula:

$$\text{MSA} = 1 - \text{Slope} * \Delta t$$

The value of the slope has been specified in the methodology according to the ecosystem, and the expected temperature changes in different years has been obtained from the IMAGE model, where the expected temperature change is related to a variation in the extension of ecosystems, and this variation is used as a variable approximated to the MSA. The greater the expected increase and the greater the fragility in the ecosystem, the greater the extension reduction; and hence, the greater impact on the MSA.

- Nitrogen Deposition- Its influence on the biodiversity of an area is determined by the level of Nitrogen excess and the type of ecosystem in the area, based on these formulas:

$$\text{MSAN} = 0.8 - 0.14 \ln(\text{Excess}) \text{ for forests, and}$$

$$\text{MSAN} = 0.8 - 0.08 \ln(\text{Excess}) \text{ for pastures}$$

Nitrogen excess is equal to the Nitrogen deposition that exceeds the maximum tolerable critical load for an ecosystem. The smaller the level of maximum tolerable critical load, and the greater the fragility of the ecosystem, the greater effect Nitrogen deposition will have on biodiversity.

The Nitrogen deposition factor is not taken into account in the Central American region because according to the available information derived from global models that simulate the expected Nitrogen deposition, it is not significant in the countries.



El Anexo I muestra los valores de MSA descritos en Alkemade *et al.* para cada una de las presiones. La metodología aplicada en este estudio consistió en obtener de los datos espaciales de los países las variables requeridas en cada uno de los impactos, clasificar estas variables en las categorías de impacto y asignar a las categorías sus respectivos valores de MSA.

Para la presión de **Uso de Suelo** se utilizaron como insumo los mapas nacionales de uso de suelo más recientes disponibles de cada país. Los detalles se muestran en el siguiente cuadro:

Cuadro 1. Mapas de uso de suelos utilizados por país.

Chart 1. Land use maps used by country.

Guatemala	Año 2005. Fuente: Ministerio de Agricultura y Ganadería, MAGA, Guatemala. <i>Year 2005. Source: Ministry of Agriculture and Livestock (MAGA), Guatemala.</i>
Belice/Belize	Mapa base construido a partir de tres fuentes: Mapoteca de la Comisión Centroamericana de Ambiente y Desarrollo (CCAD, CCAD 2008), Plan Ecorregional de las Selvas Maya, Zoque y Olmeca (TNC 2006) y Cobertura Global 2000 (GLC 2000). <i>Base map built from three sources: Map Library of the Central American Commission for Environment and Development (CCAD, CCAD 2008); Maya, Zoque and Olmeca Forests Eco-regional Plan (TNC 2006); and Global Land Cover 2000 (GLC 2000).</i>
Honduras	Año 2002. Fuente: Proyecto de Mitigación de Desastres Naturales, Honduras. <i>Year 2002. Source: Natural Disaster Mitigation Project, Honduras.</i>
El Salvador	Año 2002. Fuente: Instituto Geográfico Nacional, IGN. El Salvador. <i>Year 2002. Source: National Geographic Institute, IGN. El Salvador.</i>
Nicaragua	Año 2000. Facilitado por el Sistema de Información Ambiental, Nicaragua. <i>Year 2000. Provided by the Environmental Information System, Nicaragua.</i>
Costa Rica	Año 2000. Fuente: Ministerio de Ambiente, Energía y Minas - Sistema Nacional de Áreas de Conservación - Gerencia de Planificación, Costa Rica. <i>Year 2000. Source: Ministry of Environment, Energy and Mines - Conservation Areas National System - Planning Management Office, Costa Rica.</i>

Los mapas de uso de suelo fueron convertidos a formato *raster* en una resolución de 1000*1000. Seguidamente, cada una de las clases de uso de suelo contenidas en los mapas fueron reclasificadas en las de uso de suelo descritas por Alkemade *et al.* y se les asignó su respectivo valor de MSA. Se realizó un estudio con la participación de expertos locales en biodiversidad, quienes determinaron la validez de los valores de MSA asignados a las clases estandarizadas para los distintos países de Centroamérica. En los casos donde los valores asignados no eran válidos, se reconsideró el valor que se debía asignar a una clase, dependiendo de sus características particulares. Con valores revisados y validados se elaboró el mapa de impacto a la biodiversidad en términos de MSA por la presión de Uso de Suelo. Los cuadros del Anexo II muestran la

Annex I shows the MSA values described in Alkemade *et al.* for each one of the pressures. The methodology applied in this study consisted in obtaining the variables required in each one of the impacts from the countries' spatial data, then classifying these variables in the impact categories, and assigning the categories with their respective MSA values.

For **Land Use** pressure, the most recent national land use maps available in each country were used as input, as detailed in the following chart:

The land use maps were converted to *raster* format at a 1000*1000 resolution. After this, each one of the different types of land use contained in the maps were reclassified into the land use types described by Alkemade *et al.*, and they were assigned with their respective MSA values. A study was carried out with the participation of local biodiversity experts, who determined the validity of the MSA values assigned to the standardized types for the different countries in Central America. In the cases where the values assigned were not valid, the value assigned to a type was reconsidered based on its particular characteristics. A map of biodiversity impact in terms of MSA due to Land Use was made using revised and validated values. The charts in Annex II show the