



Solutions for environment and development
Soluciones para el ambiente y desarrollo

CENTRO AGRONÓMICO TROPICAL
DE INVESTIGACIÓN Y ENSEÑANZA

ESCUELA DE POSGRADO

**LINEAMIENTOS TÉCNICOS PARA LA PLANIFICACIÓN DE
LA ADAPTACION AL CAMBIO CLIMÁTICO EN ÁREAS
FUNCIONALES PARA LA CONSERVACIÓN DE LA
BIODIVERSIDAD**

por

Catalina Piedrahíta López

Tesis sometida a consideración de la Escuela de Posgrado
como requisito para optar por el grado de

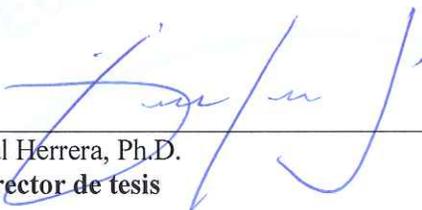
Magister Scientiae en Manejo y Conservación de Bosques Tropicales y
Biodiversidad

Turrialba, Costa Rica, 2013

Esta tesis ha sido aceptada en su presente forma por la División de Educación y el Programa de Posgrado del CATIE y aprobada por el Comité Consejero del estudiante, como requisito parcial para optar por el grado de

**MAGISTER SCIENTIAE EN MANEJO Y CONSERVACIÓN
DE BOSQUES TROPICALES Y BIODIVERSIDAD**

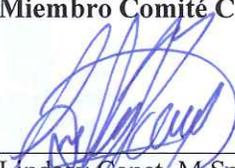
FIRMANTES:


Bernal Herrera, Ph.D.
Codirector de tesis


Pablo Imbach, Ph.D.
Codirector de tesis


Olivier Chassot, Ph.D.
Miembro Comité Consejero


Ángela Díaz, M.Sc.
Miembro Comité Consejero


Lindsay Canet, M.Sc.
Miembro Comité Consejero


Thomas Dormody, Ph.D. / Francisco Jiménez, Dr. Sc.
Decano / Vicedecano de la Escuela de Posgrado


Catalina Piedrahíta López
Candidata

ORGANIZACIÓN Y ESTRUCTURA DEL DOCUMENTO

La investigación plasmada en este documento se encuentra dividida en 4 secciones:

- i. Introducción general: contiene información básica de los conceptos y temas desarrollados en el estudio, antecedentes, justificación, importancia y objetivos de la investigación.
- ii. Primer artículo científico: se enfoca en el análisis de vulnerabilidad del corredor biológico Pájaro Campana
- iii. Segundo artículo científico: es una propuesta con los lineamientos básicos para el diseño de planes de adaptación al cambio climático en áreas funcionales para la conservación.
- iv. Tercer artículo: describe las estrategias del plan de adaptación al cambio climático en el Corredor Biológico Pájaro Campana
- v. Información complementaria del estudio que no se presentó en los dos artículos científicos mencionados.

Cada una de las secciones cuenta con la literatura citada para facilitar la consulta y revisión. La numeración de las páginas, las notas de pie de página, las figuras y los cuadros siguió un orden consecutivo desde el inicio hasta el final de todo el documento para evitar confusiones, facilitar su consulta y evitar número repetidos. Dentro del documento se encuentra una lista de unidades, abreviaturas y siglas, estas dos últimas están detalladas con su nombre completo solo la primera vez que aparecen dentro del documento, posteriormente se utilizaran las abreviaciones respectivas

DEDICATORIA

*A todas aquellas personas que contribuyeron
con el desarrollo de este trabajo aportando su conocimiento, experiencia y apoyo
incondicional.*

AGRADECIMIENTOS

A Colfuturo por brindarme el apoyo financiero para realizar mis estudios de maestría.

A Bernal Herrera, por su apoyo y seguimiento en todo el proceso de desarrollo de este estudio.

A Pablo Imbach, por sus aportes en la elaboración de este proyecto.

Ángela Díaz, por su dedicación y colaboración, además de compartir diferentes experiencias y conocimientos conmigo.

A Lindsay Canet por el tiempo dedicado para resolver dudas

A Juan Carlos Zamora, por sus aportes y apoyo en la obtención de los mapas.

A Christian Brenes por su contribución en el procesamiento de mapas y su paciencia para explicar cada uno de los detalles.

Al CCT por su apoyo y contribución para desarrollo de esta tesis.

A los miembros del Corredor Biológico Pájaro Campana por abrirme sus puertas y permitirme realizar mi trabajo en el corredor y sus valiosos aportes e insumos para este trabajo de tesis

A todas aquellas personas que de una u otra manera hicieron parte de este proceso.

CONTENIDO

ORGANIZACIÓN Y ESTRUCTURA DEL DOCUMENTO.....	III
DEDICATORIA	IV
AGRADECIMIENTOS.....	V
CONTENIDO.....	VI
LISTA DE CUADROS.....	VIII
LISTA DE FIGURAS	IX
LISTA DE ACRÓNIMOS, ABREVIATURAS Y UNIDADES.....	X
RESUMEN Y PALABRAS CLAVES	XI
SUMMARY AND KEY WORDS.....	XII
1. INTRODUCCIÓN	1
2. OBJETIVOS DEL ESTUDIO	3
2.1.1. Objetivo general.....	3
2.1.2. Objetivos específicos.....	3
2.1.3. Preguntas de Investigación.....	3
3. MARCO CONCEPTUAL	4
3.1. Conceptos generales sobre el cambio climático	4
3.2. Concepto de vulnerabilidad al cambio climático y sus componentes	6
3.3. Efectos del cambio climático sobre la biodiversidad	8
3.4. Áreas funcionales para la conservación y su relación con el cambio climático.....	9
3.5. Corredores biológicos como mecanismo para enfrentar el cambio climático.	11
3.6. Estrategias de Adaptación para la biodiversidad.	12
3.7. Enfoque de territorial y los recursos naturales.....	13
3.8. Marco de Capitales de la Comunidad.....	14
4. PRINCIPALES RESULTADOS Y CONCLUSIONES	16
Literatura Citada	17
5. ARTICULOS DE INVESTIGACIÓN.....	23
Artículo 1. Evaluación de vulnerabilidad ante el cambio climático en el contexto territorial del Corredor Biológico Pájaro Campana, Costa Rica.....	23
Artículo 2. Lineamientos metodológicos para la elaboración de planes de adaptación al cambio climático en áreas funcionales para la conservación de la biodiversidad.....	51
Artículo 3. Estrategias de adaptación al cambio climático en el Corredor Biológico Pájaro Campana, Costa Rica: insumos para la construcción de un plan de adaptación.....	72
6. CAPITULOS COMPLEMENTARIOS	96
6.1. Mapas de los criterios de evaluación para la vulnerabilidad al cambio climático en el Corredor Biológico Pájaro Campana.....	96
6.2 Determinación de pesos para los indicadores de capacidad adaptativa.....	110
6.3 Capitales o recursos del Corredor Biológico.....	111

6.4 Análisis de las implicaciones de los resultados de la tesis para el desarrollo e insumos para la formación de políticas.....	133
6.5 Comparación entre los componentes de los Estándares Abiertos y componentes de la metodología propuesta.....	137
Anexo 1. Listas de asistencia a talleres	138
Anexo 2. Especies de fauna y flora consideradas dentro del análisis de impacto potencial .	143

LISTA DE CUADROS

Cuadro 1. Recomendaciones de estrategias de adaptación al cambio climático para la biodiversidad.....	13
Cuadro 2. Rangos para las diferentes variables utilizadas en la evaluación de impacto potencial y su respectiva calificación.....	28
Cuadro 3. Indicadores de la capacidad adaptativa y pesos relativos a cada uno de ellos..	30
Cuadro 4. Calificación de las amenazas no climáticas y valores según su impacto.....	32
Cuadro 5. Capitales de la comunidad por sectores dentro del Corredor Biológico Pájaro Campana.	40
Cuadro 6. Elementos priorizados, estrategias, acciones y posibles actores para el plan de adaptación del Corredor Biológico Pájaro Campana.....	83
Cuadro 7. Clasificación de los actores propuestos para la ejecución de acciones del plan de adaptación.	87
Cuadro 8. Análisis de fortalezas, debilidades, oportunidades y amenazas de los capitales del Corredor Biológico Pájaro Campana.....	134
Cuadro 9. Comparación entre los componentes de los Estándares Abiertos y componentes de la Metodología propuesta.....	137

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Marco conceptual de las familias de escenarios de cambio climático del IPCC.	5
Figura 2. Componentes de la definición del IPCC (2007) de vulnerabilidad al cambio climático.	6
Figura 3. Ubicación del Corredor Biológico Pájaro Campana, Costa Rica	26
Figura 4. Cambios en el índice de área foliar bajo dos escenarios de emisiones.	33
Figura 5. Distribución potencial actual y futura de especies en porcentaje según la presencia de especies.	34
Figura 6. Estado de la fragmentación dentro del Corredor Biológico Pájaro Campana, Costa Rica	35
Figura 7. a) Impacto potencial del área de estudio según el escenario de emisiones B1. b) Impacto potencial del área de estudio según el escenario de emisiones A2.	36
Figura 8. Capacidad adaptativa del área de estudio.....	37
Figura 9. a) Vulnerabilidad del área de estudio según el escenario de emisiones B1, b) Vulnerabilidad del área de estudio según el escenario de emisiones A2.....	38
Figura 10. Impacto de las amenazas no climáticas en el área de estudio.....	39
Figura 11. Propuesta metodológica para el diseño de planes de adaptación al cambio climático para la biodiversidad.	63
Figura 12. Ubicación del Corredor Biológico Pájaro Campana.	75
Figura 13. Proceso metodológico para la obtención de estrategias de adaptación.	77
Figura 14. Análisis de componentes principales para las variable estrategia de adaptación (triángulos) y actores potenciales (círculos) propuestos para el plan de adaptación del Corredor Biológico Pájaro Campana.....	88
Figura 15. Cambios en la vegetación según el índice de área foliar, bajo el escenario B1, del Corredor Biológico Pájaro Campana	97
Figura 16. Cambios en la vegetación según el índice de área foliar, bajo el escenario A2, del Corredor Biológico Pájaro Campana.....	98
Figura 17. Presencia actual de especies en estado vulnerable, crítico y de importancia para Costa Rica en el Corredor Biológico Pájaro Campana.....	99
Figura 18. Presencia futura de especies en estado vulnerable, crítico y de importancia para Costa Rica en el Corredor Biológico Pájaro Campana.....	100
Figura 19. Estado de la fragmentación del Corredor Biológico Pájaro Campana	101
Figura 20. Impacto potencial al cambio climático bajo el escenario B1.....	102
Figura 21. Impacto potencial al cambio climático bajo el escenario A2.....	103
Figura 22. Dimensión Gestión para la capacidad adaptativa del Corredor Biológico Pájaro Campana.	104
Figura 23. Dimensión Social para la capacidad adaptativa del Corredor Biológico Pájaro Campana.	105
Figura 24. Capacidad adaptativa del Corredor Biológico Pájaro Campana	106
Figura 25. Vulnerabilidad al cambio climático bajo el escenario B1 para el Corredor Biológico Pájaro Campana	107
Figura 26. Vulnerabilidad al cambio climático bajo el escenario A2 para el Corredor Biológico Pájaro Campana	108
Figura 27. Amenazas no climáticas presentes dentro del Corredor Biológico Pájaro Campana.	109

LISTA DE ACRÓNIMOS, ABREVIATURAS Y UNIDADES

ACAT	Área de conservación Arenal-Tempisque
ACOPAC	Área de conservación Pacífico Central
ACM	Asociación conservacionista de Monte Verde
ACEPESA	Asociación centroamericana para la salud y el ambiente
ADETSAS	Asociación de desarrollo territorial sostenible de las cuencas Aranjuez-Sardinal
ADI	Asociación de desarrollo integral
ASADAS	Asociación Administradora de los Sistemas de Acueductos y Alcantarillados Comunal
CATIE	Centro Agronómico de Investigación y Enseñanza
CB	Corredor Biológico
CBPC	Corredor Biológico Pájaro Campana
CCSS	Caja Costarricense del seguro social
CCT	Centro Científico tropical
CEAM	Comisión de educación ambiental
CINDEA	Centros Integrados de educación para jóvenes y adultos
CLE	Comisión local de emergencias
CNFL	Compañía Nacional de Fuerza y Luz
CNP	Consejo Nacional de Producción
CONARE	Consejo Nacional de Rectores
ENCC	Estrategia Nacional de Cambio Climático
FCC	Fundación conservacionista de Costa Rica
FONAFIFO	Fondo Nacional de Financiamiento Forestal
GEI	Gases de efecto invernadero
GCM	Global Circulation Models
ICT	Instituto Costarricense de Turismo
IDA	Instituto de Desarrollo Agrario
IMAS	Instituto Mixto de Ayuda Social
INA	Instituto Nacional de Aprendizaje
INCOPECA	Instituto costarricense de pesca y agricultura
LAI	Leaf area index (índice de área de hoja)
MAG	Ministerio de Agricultura y Ganadería
MAPSS	Mapped Atmosphere Plant Soil System
MEP	Ministerio de Educación Pública
PPD	Programa de pequeñas donaciones
PSA	Pago por Servicios Ambientales
SINAC	Sistema Nacional de Áreas de Conservación
UGA	Universidad de Georgia
UMCA	Universidad Metropolitana Castro Carazo
UNED	Universidad Nacional de Educación a Distancia
UNA	Universidad Nacional de Costa Rica

RESUMEN Y PALABRAS CLAVES

En las dos últimas décadas el calentamiento global ha causado modificaciones en las dinámicas y elementos de los sistemas naturales y el clima. A nivel internacional se ha llegado a acuerdos con el fin de promover la adaptación al cambio climático. Sin embargo, este propósito se ha encaminado a nivel de país y son plasmadas en las comunicaciones nacionales de cambio climático presentadas ante la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre Cambio Climático (CMNUCC). No obstante, a nivel local son pocos los estudios realizados y estos han estado más enfocados a la parte social que al sector de biodiversidad. Por su parte, Costa Rica ha establecido la Estrategia Nacional de Cambio Climático (ENCC) donde en el componente de adaptación se definen diferentes sectores a trabajar, entre ellos la biodiversidad. Ante este panorama se realizó una propuesta de lineamientos metodológicos para el diseño de planes de adaptación de la biodiversidad ante el cambio climático en áreas funcionales para la conservación y su aplicación en un caso de estudio en el Corredor Biológico Pájaro Campana (CBPC), Costa Rica. Los lineamientos base son ocho: 1) Identificar unidad de análisis y actores claves 2) Análisis del territorio 3) Análisis de vulnerabilidad 4) Visión del territorio 5) Identificación de elementos críticos 6) Identificación de actores potenciales 7) Definición de líneas estratégicas de acción 8) Monitoreo. La selección del área de estudio se realizó considerando las características del CBPC que involucra la presencia de tres estratos altitudinales y tres ecosistemas bien diferenciados: bosque nuboso, bosque seco y bosque de manglar. El análisis del territorio se realizó a partir de criterios de: impacto del cambio climático en la estructura del ecosistema, fragmentación y capacidad adaptativa, así como la evaluación de los capitales de la comunidad y amenazas no climáticas. La evaluación de la vulnerabilidad se efectuó tomando como referencia la ecuación de vulnerabilidad propuesta por el IPCC. La visión de territorio, identificación de elementos críticos y definición de líneas estratégicas de acción fueron definidas de manera participativa con miembros de la comunidad y actores claves del CBPC tomando como base el análisis de vulnerabilidad realizado previamente. Los resultados muestran que existen zonas del corredor más vulnerables que otras; a nivel de capitales de la comunidad, se identifican cuatro sectores según sus características. Por otro lado, las amenazas ajenas al cambio climático son inversas a los impactos del cambio climático. A nivel de estrategias de adaptación se definieron nueve estrategias las cuales están dirigidas al manejo y conservación de los recursos naturales; educación ambiental e integración de comunidades; mejoras en los sistemas productivos y usos del suelo; y por último gestión del corredor biológico.

Palabras Clave: *Vulnerabilidad, Impacto Potencial, Amenazas no Climáticas, Capitales de la comunidad, estrategias de adaptación*

SUMMARY AND KEY WORDS

In the past two decades global warming has modified the dynamics and elements of both the natural systems and the climate. At international level there have been some agreements to promote the climate change adaptation. However, this purpose has been achieved at national level with the development of the national communications of climate change submitted to the United Nations Framework Convention on Climate Change (UNFCCC). Nevertheless, at local level the few studies which have been advanced are more focused in aspects regarding social adaptation rather than biodiversity adaptation. Costa Rica has established de National Strategy of Climate Change where one of the areas to work on in regard to adaptation, is biodiversity. In the light of this scenario we developed a methodological proposal in order to design biodiversity adaptation plans to climate change in functional areas of conservation and its implementation in a case study conducted in the Pájaro Campana Biological Corridor (PCBC) in Costa Rica. The methodological proposal consists of seven steps: 1) Identification of the unit of analysis and key actors 2) Analysis of the territory 3) Vulnerability Assessment 4) Territory Vision 5) Identification of critical elements 6) Identification of potential actors 7) Definition of strategic lines of action 8) Monitoring. To choose the area of study we took into account the characteristics of the PCBC that involved three altitudinal strata and therefore three marked ecosystems: cloudy forest, dry forest and mangrove forest. The analysis of the territory was made based on criteria of climate change impact on ecosystems structure, fragmentation criteria and adaptive capacity criteria, as well as community capitals evaluation and other threats not related to climate change. The vulnerability assessment was made with reference to the vulnerability equation of the IPCC. The territory vision, identification of critical elements and definition of strategic lines for action were defined with the participation of members of the community and key actors of the PCBC, based on the vulnerability analyses previously executed. The results show that some zones are more vulnerable than others. At the level of community capitals, four zones were identified according to their characteristics. On the other hand, threats which were not related climate change are reversed to the impacts of climate change. In regard to the adaptation strategies, the nine strategies we defined are mainly focused on the management and conservation of the natural resources; environmental education and community integration; productive systems and land use improvements; and management of the biological corridor.

Key Words: *Vulnerability, Potential Impact, Non-Climatic threats, Community Capitals, Adaptation Strategies.*

1. INTRODUCCIÓN

La acción humana ha alterado el funcionamiento natural del planeta y ha contribuido al calentamiento del mismo. Se reconoce que el calentamiento del sistema climático es inequívoco y las evidencias en los cambios y frecuencias de intensidad de la variabilidad climática y eventos extremos son preocupantes (IPCC 2013). Esto causa diferentes efectos que afectan los sectores naturales, sociales y económicos. Ante este panorama es necesario implementar medidas para la reducción de emisiones de gases de efecto invernadero, y la adaptación de poblaciones humanas y biodiversidad (Duarte *et al.* 2006).

Existen diferentes enfoques para la adaptación al cambio climático basados en comunidades humanas y en ecosistemas. La adaptación basada en comunidades humanas tiene como objetivo desarrollar la capacidad de adaptación mediante la promoción de estrategias de vida resilientes al cambio climático; reducción de los riesgos a desastres naturales; fortalecimiento del acceso a información sobre clima y gestión del riesgo, y empoderamiento a nivel local (Ayers *et al.* 2012). Mientras que el enfoque basado en ecosistemas tiene como objetivo establecer un círculo virtuoso entre las acciones que soporten la sustentabilidad de las comunidades humanas, las acciones de conservación de la biodiversidad y el mantenimiento de los servicios ecosistémicos. Además, este enfoque involucra el manejo sustentable, la conservación y restauración de ecosistema para mantener e incrementar la resiliencia, y reducir la vulnerabilidad de ecosistemas y comunidades humanas ante el cambio climático (Andrade *et al.* 2011, March *et al.* 2011).

Desde la última década Costa Rica realiza esfuerzos políticos para la adaptación y mitigación al cambio climático. En el 2009 estableció la Estrategia Nacional de Cambio Climático (ENCC), donde uno de los componentes se centra en la adaptación de la biodiversidad (MINAET 2009). Este componente presenta una estrecha vinculación con la adaptación de las áreas funcionales de conservación para la biodiversidad, caracterizadas por mantener las especies, comunidades y/o sistemas de interés focal, y los procesos ecológicos que los sustentan dentro de sus rangos naturales de variabilidad (Poiani 2001). Algunas áreas geográficas que se consideran áreas funcionales de conservación para la biodiversidad son: (1) áreas de conservación, (2) áreas protegidas y (3) corredores biológicos.

Estas áreas buscan mantener los objetos de conservación, las comunidades y especies, y los sistemas ecológicos (Bennet 1998, Dudley 2008). Además, son consideradas estrategias para la adaptación al cambio climático (Dudley y Stolton 2003, Heller y Zavaleta 2009, Lemieux *et al.* 2010) al ser áreas de protección ante fenómenos naturales, propiciar conectividad ecológica, proveer servicios ecosistémicos, mantener la resiliencia de la biodiversidad y los ecosistemas, y suplir necesidades humanas fundamentales (Dudley *et al.* 2010).

Por otro lado, es importante poner en perspectiva los estudios de biodiversidad y cambio climático que se han hecho a nivel mundial. Existen investigaciones que evidencian que el calentamiento global es una de las principales amenazas para la biodiversidad (Sala *et al.* 2000, MEA 2005) y que la distribución de especies y sus requerimientos ecológicos se podrían ver afectados por la variabilidad climática (Hughes 2000, Pearson y Dawson 2003). También

se han realizado varios estudios que proponen estrategias de adaptación para la biodiversidad ante el cambio climático (Heller y Zavaleta 2009, Mawdesely 2009).

En cuanto a procesos de adaptación de biodiversidad, los estudios a nivel local son pocos y en su mayoría se desarrollan a nivel regional, de país (Natural Resource Management Ministerial Council 2004, Mitchell *et al* 2007, Galatowitsch *et al.* 2009), de ecosistema o de especies específicas (Yañez-Arancibia 1998, Gilman *et al.* 2008, Fish y Drews 2009, Aubry *et al.* 2011, Elisson y Zouh 2012, BIOMARC-USAID 2013). No obstante, es importante reconocer que los impactos del cambio climático son específicos según las características biofísicas y sociales de cada lugar (The Heinz Centre 2007) y las estrategias de adaptación deben ser definidas para cada territorio y dirigidas hacia las zonas más vulnerables (Hannah *et al.* 2002).

Diversos estudios realizados a nivel local se han enfocado a la adaptación de las comunidades (Aguilar 2007, Marshall 2009, Alvarado 2011) mediante la implementación de herramientas como CRiSTAL y CARE (Dazé *et al* 2009, IISD 2013). Igualmente, existen herramientas que involucran temas de vulnerabilidad al cambio climático y procesos de adaptación para la biodiversidad: (1) guía para desarrollar estrategias de adaptación para la conservación de la biodiversidad, ecosistemas y servicios ecosistémicos propuesta por The Nature Conservancy (TNC 2009, March *et al.* 2010); (2) guía metodológica para los programas de adaptación al cambio climático en áreas naturales protegidas de México (CONANP *et al.* 2011); y (3) MARISCO (Manejo Adaptativo de Riesgo y Vulnerabilidad en sitios de Conservación) que busca integrar la perspectiva de riesgo y vulnerabilidad en el manejo de proyectos y sitios de conservación (Ibisch y Nowicki 2011, Ibisch *et al.* 2012).

Estas herramientas consideran que es importante la participación de diferentes sectores y actores claves dentro del proceso de planificación, vinculados para la formación de un grupo de trabajo dedicado a la parte operativa del proyecto, seguimiento del proceso y evaluación de resultados. Sin embargo, no se tiene en cuenta a las comunidades para establecer la situación actual del territorio. El conocimiento y experiencias de los pobladores de la comunidad es fundamental para un mayor entendimiento de las dinámicas y procesos que se llevan a cabo dentro del territorio; que combinado con la información científica facilite la toma de decisiones en la planificación de la adaptación al cambio climático (Dazé *et al.* 2009). El uso del enfoque de capitales de la comunidad (Flora y Flora 2013) es un mecanismo que puede implementarse de manera participativa con miembros de la comunidad, y que además facilita la obtención de información de los recursos propios del territorio para obtener un diagnóstico (Bautista-Solís y Gutiérrez-Montes 2012).

En la actualidad se considera que la adaptación al cambio climático es una prioridad en los proyectos de conservación y que debe ser parte de los procesos de planificación, de forma que los planes de conservación de biodiversidad contribuyan a aumentar la efectividad y eficiencia en la reducción de los impactos del cambio climático (CMP 2013). La existencia de una guía que permita direccionar las estrategias de adaptación puede complementar las herramientas existentes de planificación para que el cambio climático sea un elemento fundamental en los procesos de planificación. En este contexto, este estudio busca diseñar unos lineamientos guía para la obtención de estrategias de adaptación a una escala local, que involucre procesos científicos y sociales para la identificación de zonas vulnerables para

la biodiversidad. Esta guía podrá ser un insumo para todos los involucrados en procesos de conservación de los recursos naturales, el cambio climático y sus estrategias de adaptación.

2. OBJETIVOS DEL ESTUDIO

2.1.1. Objetivo general

Diseñar y validar una propuesta de lineamientos metodológicos para el diseño de planes de adaptación al cambio climático en áreas funcionales para la conservación.

2.1.2. Objetivos específicos

- Diseñar una propuesta de lineamientos metodológicos para la adaptación al cambio climático en áreas funcionales para la conservación.
- Determinar la vulnerabilidad de la biodiversidad al cambio climático en el área de estudio.
- Validar los lineamientos metodológicos para el caso de estudio: Corredor Biológico Pájaro Campana

2.1.3. Preguntas de Investigación

Objetivo 1:

- ¿Bajo qué principios se construyen los planes de adaptación y cuáles son los criterios y parámetros para diseñar estrategias?
- ¿Cómo integrar la metodología de los capitales dentro del diseño de los planes de adaptación al cambio climático?

Objetivo 2:

- ¿Cuál es el impacto potencial del área funcional de conservación?
- ¿Cuál es la capacidad de adaptación del área funcional de conservación?

Objetivo 3:

- ¿Es posible ajustar los lineamientos metodológicos a partir de las lecciones aprendidas durante la validación?
- ¿Qué factores facilitan la aplicación de los lineamientos metodológicos?

3. MARCO CONCEPTUAL

3.1. Conceptos generales sobre el cambio climático

El clima se entiende como “el conjunto de estados y cambios de las condiciones atmosféricas observadas en un área determinada durante un período de al menos 30 años” (Cifuentes 2010). Dentro del sistema del clima existen algunos componentes principales que incluyen la atmósfera, hidrósfera, geósfera, crósfera, litósfera biósfera que determinan el clima medio que puede variar por causas naturales bien sea internos o externos al sistema (Karl y Trenberth 2005, US Committee for the global Atmospheric Research Program 1975).

Los cambios en el clima entonces están dados por variaciones naturales tales como: los movimientos planetarios, radiación solar y erupciones volcánicas, mientras que la influencia humana está relacionada más que todo con el aumento de las concentraciones de los gases de efecto invernadero (GEI) disueltos en la atmósfera (Cifuentes 2010). A pesar que a lo largo de los años se generan cambios en el clima de forma natural, desde la revolución industrial el dióxido de carbono en la atmósfera ha aumentado un 31% a causa de la combustión de energías fósiles y por la deforestación (Karl y Trenberth 2005) y las emisiones mundiales de GEI han aumentado un 70% desde la era preindustrial, además la mayor parte del aumento de la temperatura se debe al incremento de los GEI antropogénos (IPCC 2007).

Debido a esto, el clima superficial del planeta se ha calentado en los últimos 100 años, generando cambios en la precipitación, los eventos climáticos extremos han sido más frecuentes o más severos (Hulme 2005), ha aumentado el nivel del mar, se ha disminuido la extensión de nieve y de hielo, ha aumentado la actividad ciclónica (IPCC 2007) y según proyecciones del IEEE 2000 las emisiones mundiales de GEI aumentarán entre un 25% y 90% (CO₂-eq) entre el 2000 y 2030 (IPCC 2007).

De esta manera, el cambio climático puede ser interpretado desde dos puntos de vista. El primero, se refiere a la modificación de los valores promedio del clima y/o en la variabilidad de sus propiedades, que se mantiene por largos períodos de tiempo y que puede ser generado por procesos naturales o por la actividad humana (IPCC 2007). La segunda, considera que el cambio climático se debe exclusivamente a la actividad humana, bien sea directa o indirectamente, la cual altera la composición de la atmósfera mundial, contribuyendo a la variabilidad natural del clima (CMNUCC 1992). Sin embargo, también debe reconocerse que al cambio climático está asociado al efecto invernadero que es un proceso natural dentro del planeta tierra que regula la temperatura de manera que se mantenga dentro de un rango adecuado para la vida (Karl y Trenberth 2005).

3.1.1. Escenarios de clima futuro

Los efectos futuros del cambio climático presentan niveles de incertidumbre y una manera de considerar dicha incertidumbre es a partir de los escenarios de clima futuro, los cuales son una representación lógica de un posible clima futuro (Cifuentes 2010), que se estiman según la cantidad emitida de los GEI causadas por actividades antropogénicas (Santoso *et al.* 2008) y sirven para evaluar los posibles efectos de impacto de cambio climático sobre los sistemas naturales y sociales (Cifuentes 2010). Existen 40 escenarios diferentes agrupados en cuatro familias: A1, A2, B1 y B2 (IPCC 2000, IPCC-TGICA 2007) en las cuales se tienen en cuenta factores: demográficos, sociales, económicos, tecnológicos y ambientales además de las emisiones de los GEI. Las dos primeras familias involucran más que todo características económicas, mientras que las dos últimas tienen en cuenta más los factores ambientales (Figura 1). Los escenarios tienen en cuenta la relación de la sociedad con el cambio climático y de esta forma contemplan la opción que estas tienen para tratar de solucionar los problemas globales o la elección de permanecer aisladas (Cifuentes 2010). Igualmente, evidencian dos tendencias, una explica el carácter espacial de las soluciones globales mientras que la otra está en función de las soluciones regionales.

Debido a que las emisiones de los GEI presentan diferentes grados de incertidumbre pues son influenciados por diversos factores y supuestos, los escenarios contemplan diferentes rangos de estos factores para analizar las consecuencias del cambio climático.

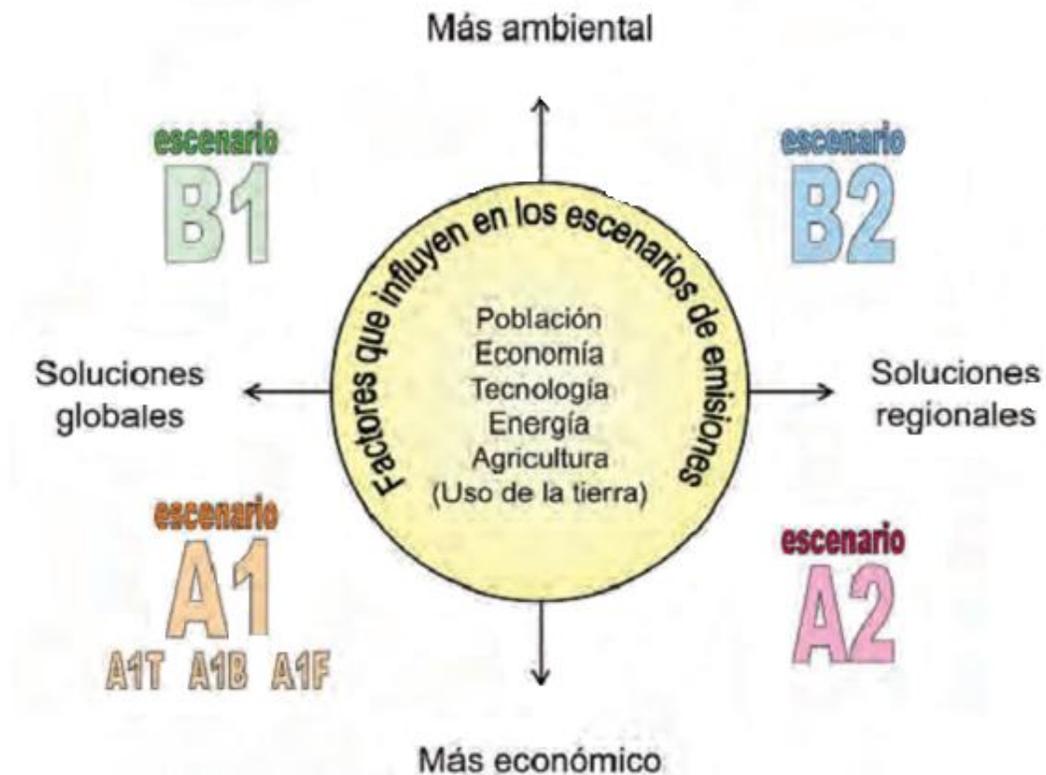


Figura 1. Marco conceptual de las familias de escenarios de cambio climático del IPCC.

3.2. Concepto de vulnerabilidad al cambio climático y sus componentes

Según el IPCC (2007) la vulnerabilidad se define como “el grado en que un sistema es susceptible e incapaz de afrontar los efectos adversos del cambio climático, incluyendo la variabilidad climática y los extremos”. La vulnerabilidad está en función del carácter, magnitud y tasa de variación climática a la que está expuesto un sistema, su sensibilidad y su capacidad de adaptación.

La vulnerabilidad, puede ser entendida desde la parte biofísica, la cual está relacionada a los impactos finales de una situación de peligro y se refleja como la cantidad de daños experimentados por un sistema después de verse involucrado ante un peligro (Brooks 2003) y está en función de la frecuencia y severidad del peligro. Por otro lado, la vulnerabilidad social puede ser entendida como una propiedad inherente del sistema derivado de sus características internas. Esta vulnerabilidad está determinada por factores como: la pobreza y la inequidad, ingresos, marginalización, disponibilidad de alimentos, calidad de vivienda y se debe diferenciar entre la vulnerabilidad individual y la vulnerabilidad colectiva (Adger y Kelly 1999). Sin embargo, existen algunos estudios que indican que estos dos factores son independientes mientras que otros indican que la vulnerabilidad social debe ser vista como un determinante de la vulnerabilidad biofísica (Füssel 2007).

La vulnerabilidad puede ser descrita a partir de tres elementos: exposición, sensibilidad y capacidad de adaptación (Figura 2). Es necesario comprender cada uno de estos elementos para que se facilite la evaluación de la naturaleza y magnitud de las amenazas del cambio climático, se detecten las principales fuentes de vulnerabilidad y se identifiquen acciones para reducir o hacer frente a las amenazas en cada elemento. A continuación se describen cada uno de los elementos de vulnerabilidad.

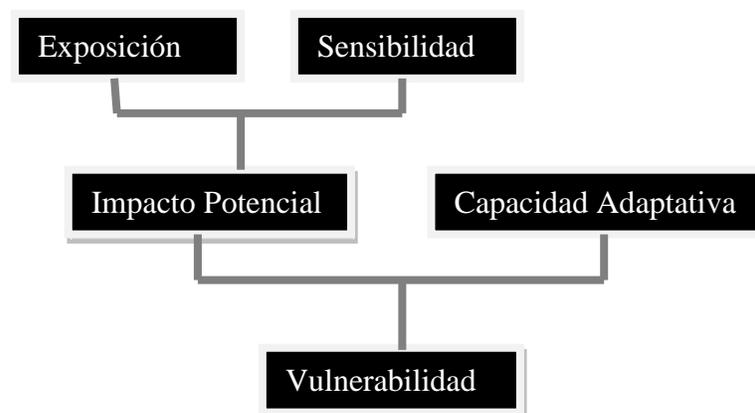


Figura 2. Componentes de la definición del IPCC (2007) de vulnerabilidad al cambio climático.

Exposición climática: representa los eventos climáticos importantes y los patrones que afectan el sistema incluyendo los cambios vinculados al sistema que pueden inducir efectos climáticos. Según IPCC (2007), la exposición es la extensión a la cual una región, recurso o comunidad experimenta cambios en el clima. La exposición está caracterizada por su magnitud, frecuencia, duración y extensión de un evento del clima o patrón (Marshall *et al.* 2009).

Sensibilidad: Se refiere al grado en que un sistema es afectado o sensible al cambio climático bien sea positiva o negativamente, y los efectos pueden ser directos o indirectos (IPCC 2007). En los sistemas ecológicos se describe en términos de la tolerancia fisiológica al cambio y/o variabilidad en las condiciones físicas o químicas, comportamientos ecológicos y diversidad genética (Williams *et al.* 2008); en el sistema social, involucra la economía, política, cultura y factores institucionales (Marshall *et al.* 2009).

Capacidad adaptativa: describe la habilidad para responder a los desafíos a través de la planificación, aprendizaje, manejo de riesgos e impactos, capacidades científicas y técnicas, elaborando investigaciones efectivas (Gutiérrez y Espinoza 2010). También puede ser entendida como la habilidad que tiene un sistema para modificar o cambiar sus características o comportamientos para enfrentar factores externos y expandir su rango de tolerancia bajo condiciones existentes de variabilidad climática o condiciones de clima futuras (Brooks 2003, Lim y Spanger-Siegfried 2005). Según el IPCC (2007) es el conjunto de capacidades, recursos e instituciones de un país o región que permitirían implementar medidas de adaptación eficaces (en el tiempo requerido).

En los ecosistemas está relacionada con factores intrínsecos como la diversidad genética, diversidad biológica y la heterogeneidad entre los paisajes, la plasticidad fenotípica, las tasas evolutivas, rasgos de historia de vida, la habilidad de dispersión y la habilidad de colonización (Williams *et al.* 2008, Marshall *et al.* 2009, Dawson *et al.* 2011) así como de factores extrínsecos como el tipo, magnitud y naturaleza del cambio climático. En los sistemas sociales puede ser una característica consciente o involuntaria que involucra además instituciones o redes que buscan reforzar el conocimiento y la experiencia de forma tal que se pueda contribuir a la resolución de problemas. Cabe resaltar que la capacidad adaptativa influencia la vulnerabilidad de las regiones y comunidades a los efectos del cambio climático y los peligros que este involucra (Marshall *et al.* 2009).

Es importante entender que la adaptación no se da instantáneamente, es un proceso dentro del sistema que implica tiempo para alcanzar su capacidad adaptativa y como efecto directo de la capacidad de adaptación se tiene la reducción de la vulnerabilidad ante riesgos que ocurran en el futuro o cambios que se generan de manera lenta en largos periodos de tiempo al cual el sistema se puede adaptar reactivamente (Brooks 2003).

3.3.Efectos del cambio climático sobre la biodiversidad

De forma general, los efectos del cambio climático sobre la biodiversidad están relacionados al incremento de las superficies acuáticas y mayor transpiración en la vegetación lo que lleva al aumento de la humedad relativa del sistema (Bergkamp *et al.* 2003), esto genera cambios en las características de las especies y más específicamente los efectos más significativos para la biodiversidad son:

- Hábitats óptimos para muchas especies se desplazaran a mayores elevaciones o mayores latitudes (Hopkins *et al.* 2007).
- Cambios en la distribución de especies y reducción del rango geográfico, diferentes estudios demuestran este comportamiento, en Japón se encontró un desplazamiento de insectos dispersores hacia áreas más favorables, existen evidencias de desplazamiento de mariposas (Kapelle *et al.* 1999, Dudley y Stolton 2003, Parmesan 2005).
- Cambios en los tamaños de poblaciones de especies y extinción, en la medida en que las temperaturas varíen y que los hábitats para las especies se desplacen, en los lugares donde ya no es posible tener tierras a mayores elevaciones o donde los cambios están ocurriendo demasiado rápido para que las especies se adapten se producirán pérdidas locales o extinción global de especies (Hopkings *et al.* 2007).
- Cambios en la composición de las comunidades vegetales y animales y de ecosistemas, los cambios climáticos afectarán distribución, fenología (ciclo de vida), fisiología, uso del hábitat y tasas de extinción de especies individuales (Kapelle *et al.* 1999, Natural Resource Management Ministerial Council 2004, Hopkings *et al.* 2007).
- Disminución de la diversidad genética debido a la selección direccional y la rápida migración (Bellard *et al.* 2012).
- Cambios en el calendario del ciclo de vida de las especies y de los horarios de los eventos de temporada, esto influye en la sincronía entre las especies disponibilidad de alimentos y otros recursos de los que dependen las especie (Natural Resource Management Ministerial Council 2004, Hopkings *et al.* 2007).
- Cambios en las dinámicas de población y supervivencia (Natural Resource Management Ministerial Council 2004).
- Aumento del riesgo de extinción para especies vulnerables, las especies con rangos climáticos limitados tienen limitantes en la habilidad de dispersión y tienen requerimientos de hábitats específicos, así mismo las poblaciones pequeñas o con baja diversidad genética son más vulnerables a la extinción (Natural Resource Management Ministerial Council 2004).

- Aumento de oportunidades para el rango de expansión de especies invasoras, especies nativas que se encuentren bajo estrés por cambio climático serán más susceptibles a la invasión y otras perturbaciones (Natural Resource Management Ministerial Council 2004).

A nivel de Costa Rica, la reducción de la precipitación y el aumento de la temperatura traerán consigo una disminución de las zonas de vida montanas y premontanas, y muy húmedas y pluviales para el año 2020 puesto que habrá un aumento de zonas muy secas y una disminución de zonas muy húmedas (Jiménez *et al.* 2010). Según Cifuentes (2010), los bosques muy húmedos tropicales y secos serían los más afectados, y las especies de fauna y flora en el piso basal o tropical serían las más vulnerables. Por otro lado, los cambios en la distribución de especies, en la zona de Monteverde se han registrado modificaciones en las alturas en las que se encuentran algunas especies de aves (Pounds 1999, Pounds *et al.* 2005) y a manera general en el bosque tropical de Costa Rica la elevación de algunos pájaros ha aumentado conforme aumenta la temperatura (Cifuentes 2010). En relación a especies específicas, las poblaciones de anfibios se podrán ver afectadas en los bosques nubosos debido a una baja en la precipitación, en Costa Rica específicamente en el sector de Monteverde, la extinción del sapo dorado (*Bufo periglenes*) se atribuye a la proliferación de un hongo cutáneo que se prolifera por el aumento de temperatura (Pounds *et al.* 2006)

3.4. Áreas funcionales para la conservación y su relación con el cambio climático

Las áreas protegidas se definen como: “un espacio geográfico claramente definido, reconocido, dedicado y gestionado, mediante medios legales u otros tipos de medios eficaces para conseguir la conservación a largo plazo de la naturaleza y de sus servicios ecosistémicos y sus valores culturales asociados” (Dudley 2008), han sido consideradas como áreas de importancia para la conservación y su efectividad ha sido positiva como respuesta a la deforestación y a los efectos del cambio climático (Finegan *et al.* 2007). Por lo cual, durante el Convenio sobre Diversidad Biológica (CDB) se señala que es importante considerar las áreas protegidas no como una unidad sino como una red de áreas protegidas, es el Artículo 8 donde se menciona que “ se establecerá una sistema de áreas protegidas o áreas donde haya que tomar medidas especiales para conservar la diversidad biológica” (CDB 1992), esto contribuirá a cumplir con los objetivos de conservación, por lo cual se comienza a pensar en la creación de redes interconectadas que se puedan tratar como áreas funcionales de conservación (Poiani 2001).

Según Poiani (2001) un área de conservación funcional es aquella área en donde se mantiene a las especies, comunidades y/o sistemas de interés focal y a los procesos ecológicos que los sustentan dentro de sus rangos naturales de variabilidad. Más específicamente se refiere a la cantidad de fluctuación esperada en los patrones de diversidad y procesos ecológicos bajo influencia mínima o nula de actividad humana.

Cuando se refiere a un área funcional se está hablando de la habilidad de un área de conservación para mantener objetos de conservación saludables y viables a largo plazo, donde es necesario incluir la habilidad que tiene para responder a los cambios ambientales bien sea naturales o de origen humano. Las áreas funcionales pueden tener presencia de actividad humana, y requerir de manejo y restauración ecológica para mantener su funcionalidad. También es importante conocer que el tamaño y configuración de las áreas funcionales estarán determinados por los objetos de conservación y los procesos ecológicos que los sustentan (Poiani y Richter 2001). Es importante reconocer que las áreas funcionales contribuyen a proporcionar más hábitat, mayor diversidad de hábitat y mayores poblaciones de especies conocidas y desconocidas, además con estas se mejora la eficiencia y efectividad. También, por contener diferentes gradientes ambientales y mayor inclusión de ecosistemas es una opción que provee mayor protección ante los cambios globales.

Poiani *et al.* (2000) también definen tres tipos de áreas de conservación funcionales y la diferencia entre las tres radica en los elementos de la biodiversidad que se desean conservar, así existen sitios funcionales, paisajes funcionales y redes funcionales. A continuación se presenta una descripción de cada uno de ellos;

Sitio funcional: pretende conservar un número pequeño de sistemas ecológicos, comunidades o especies en una o dos escalas por debajo de la escala regional, los objetos de conservación son relativamente pocos y por lo general comparten procesos ecológicos similares. Los sitios funcionales pueden ser grandes o pequeños dependiendo de la escala de los objetos de conservación y sus procesos ecológicos.

Paisaje Funcional: pretende conservar un gran número de sistemas ecológicos, comunidades y especies en todas las escalas por debajo de la escala regional. También los objetos de conservación por lo general representan a muchos sistemas ecológicos, comunidades y especies conocidas, por lo que abarca tanto el gradiente terrestre como acuático y algunas veces el marino. Por lo general, los paisajes funcionales existen dentro de un contexto de usos de suelo múltiples, con la presencia de poblaciones humanas y diversos propietarios de tierras.

Red Funcional: Es un conjunto integral de sitios y paisajes funcionales diseñado para conservar especies regionales con o sin biodiversidad a escala más fina. La distribución de los sitios y paisajes funcionales que lo componen puede ser de forma contigua o a lo largo de una o más regiones. Las redes funcionales contribuyen a las especies cuyo rango de distribución abarca múltiples ecorregiones.

3.5. Corredores biológicos como mecanismo para enfrentar el cambio climático.

Los corredores biológicos se definen como un espacio delimitado que genera conectividad entre paisajes, que garantiza el flujo de especies entre los diferentes parches del paisaje, ya sean naturales o modificados, contribuyendo a la conservación de la biodiversidad y la de los procesos ecológicos y evolutivos de las especies, a la reconversión productiva y a la valoración de los bienes y servicios de la biodiversidad (Rojas y Chavarría 2005, Chassot y Morera 2007). Tienen como finalidad permitir la dispersión de plantas y animales de un parche o fragmento a otro, facilitando la movilidad, migraciones estacionales y diarias entre hábitats, flujo de genes y colonización de otros sitios (Beier y Noss 1998, Bennett 1998)

Los corredores biológicos se han diferenciado según su origen, indicando la composición y calidad probables de los hábitats para la vida silvestre (Bennett 1998):

- Corredores de hábitats naturales: cursos de agua y vegetación ribereña asociada a los mismos.
- Corredores de hábitats remanentes: franjas de bosques no taladas dentro de los claros, zonas boscosas naturales a lo largo de orillas de caminos o hábitats naturales conservados como enlace entre los recursos naturales.
- Corredores de hábitats regenerados: nuevos crecimientos de franjas de vegetación que antes se clareó o perturbó.
- Corredores de hábitats plantados: plantaciones forestales, cercas vivas, protecciones contra el viento, anillos verdes urbanos.
- Corredores de hábitats perturbados: vías férreas, carreteras, líneas de transmisión y otras características que proceden de la perturbación permanente dentro de una franja lineal.

Los corredores biológicos contribuyen a la conformación de áreas funcionales de conservación por ser espacios que generan conexión, protección de ecosistemas además de apoyar los procesos ecológicos dentro de los rangos naturales de variabilidad y restaurar los aspectos funcionales del paisaje (SINAC-MINAE 2007); además son un mecanismo que busca unir los objetivos de conservación con la implementación de alternativas sostenibles donde lo que se quiere es llegar a un equilibrio entre las necesidades de las comunidades y el mantenimiento de la funcionalidad de los ecosistemas y el potencial de los recursos naturales (Bennett 1998).

En la actualidad los corredores biológicos también son considerados como unidades de gestión de la biodiversidad, las cuales buscan el manejo integrado de los usos del suelo, el agua y otros recursos del sistema de manera que estos sean más sostenibles en el tiempo, además de fomentar la conservación del territorio (Canet-Desanti *et al.* 2012), y por lo tanto son considerados como herramientas de conservación (Bennet y Mulongoy 2006), puesto que

buscan mejorar las características del paisaje de manera que se contribuya a incrementar las probabilidades de persistencia de las especies (Herrera y Finegan 2008).

En cuanto a la relación que tiene los corredores biológicos con el cambio climático, en varios estudios se ha mencionado que son una estrategia de adaptación para la biodiversidad (Heller y Zavaleta 2009), pues las especies de animales y plantas se ven beneficiadas por los enlaces que los corredores generan ampliando el ámbito geográfico para encontrar condiciones climáticas favorables (Bennett 1998). Por lo anterior, un manejo adecuado de los corredores y la matriz que lo rodea es fundamental para los objetivos de conservación de la biodiversidad en un mundo donde la variabilidad climática es innegable, no solo se deben tener los corredores como estrategia de adaptación también se debe planificar su gestión y manejo de manera que tengan la capacidad de responder ante el cambio climático.

3.6. Estrategias de Adaptación para la biodiversidad.

Las estrategias de adaptación pueden enfocarse a través de los ecosistemas y los servicios que esto proveen; promoviendo el uso sostenible, la restauración y la conservación de los mismos, lo que contribuye a reducir la vulnerabilidad de los ecosistemas y comunidades, e incrementar la resiliencia (Andrade *et al.* 2010).

Heller y Zavaleta (2008), establecen tres vías diferentes para la adaptación: ordenación del territorio, gestión a escala de sitio y modificación de los planes de conservación existentes. La adaptación al cambio climático requiere de la implementación de un amplio rango de medidas, tanto a corto plazo como a largo plazo así como acciones precavidas como determinísticas, considerando que estas se deben realizar anticipándose a los efectos del cambio climático (Hannah *et al.* 2002, Da Fonseca *et al.* 2005) . Por su parte, Mawdesley *et al.* (2009), agrupa las estrategias de adaptación en cuatro categorías: protección y manejo de agua y tierras, manejo directo de especies, monitoreo y planificación, y legislación y política.

Es importante recalcar que no todas las estrategias de adaptación requieren de una alta precisión y certeza en las predicciones de cambio climático y pueden llevarse a cabo como medidas precautorias. Dentro de este tipo de medidas se encuentra la restauración, aumentar el monitoreo de las especies y aumentar la inversión de dinero en proyectos de conservación, mientras que las acciones dirigidas a especies específicas si requieren de modelos que involucren el cambio climático (Heller y Zavaleta 2008, Mawdesley *et al.* 2009).

A continuación se presenta un cuadro con algunas de las recomendaciones de estrategias de adaptación de la biodiversidad ante el cambio climático.

Cuadro 1. Recomendaciones de estrategias de adaptación al cambio climático para la biodiversidad

1	Aumentar la conectividad, mejorar la matriz de forma que aumente la permeabilidad del paisaje y el movimiento de especies
2	Integrar los impactos previstos por el cambio climático en los procesos de planificación
3	Mitigar otras amenazas
4	Estudiar las respuestas de las especies al cambio climático (cambios fisiológicos, de comportamiento, demográficos) y mejorar la distribución de especies en el futuro
5	Incrementar el número y extensión de reservas y mejorar el manejo y restauración de las áreas protegidas existentes para facilitar su resiliencia
6	Manejar las escalas unidas al modelaje y escalas espaciales experimentales para una mejor capacidad predictiva
7	Incrementar, mantener y evaluar programas básicos de monitoreo de vida silvestre y ecosistemas
8	Crear y manejar zonas de amortiguamiento cerca de reservas
9	Proteger corredores biológicos, refugios y escalos y pasos de conectividad
10	Crear redes de reservas ecológicas de reservas grandes con reservas pequeñas
11	Mejorar la representación y replicación entre redes de áreas protegidas
11	Adoptar la perspectiva de mediano y largo plazo en la planeación, modelación y manejo
13	Manejar y restaurar funciones ecosistémicos en lugar de enfocarse en componentes específicos (ensamblaje de especies)
14	Ampliar la diversidad genética y de especies en la restauración y la silvicultura
15	Realizar evaluación de impacto regional
16	Liderar procesos de gestión ante el cambio climático en las altas esferas políticas y de poder
17	Crear una cultura apropiada de adaptación
18	Anticipar sorpresas y efectos de umbral (grandes extinciones e invasiones), mejorar la capacidad de predecir los efectos del cambio climático
19	Los planes de acción deben ser efectivos con límite de tiempo y medibles
20	Mejorar y aumentar la capacidad de evaluar los costos ambientales, económicos y sociales y beneficios de tomar una acción
21	Asegurar una respuesta temprana para hacerle frente a las especies invasoras
22	Asegurarse que la vida silvestre y las necesidades de la biodiversidad se consideran parte de un proceso social de adaptación más amplio
23	Realizar un manejo integrado de cuencas
24	Construir capacidad en los administradores, planeadores, y tomadores de decisión sobre los efectos del cambio climático
(Fuentes: National Task Group on the Management of Climate Change 2003, Mawdsley <i>et al.</i> 2006, Hopkins <i>et al.</i> 2007, Heller y Zavaleta 2009).	

3.7. Enfoque de territorial y los recursos naturales.

Las estrategias de adaptación deben enmarcarse dentro del enfoque territorial, el cual involucra varios aspectos: económicos, sociales, espaciales, entre otros. Los fenómenos económicos y sociales son un mecanismo para explicar el desarrollo positivo o negativo de las regiones rurales a través de la comprensión de su configuración espacial. Este componente

espacial es fundamental para comprender el dinamismo de las regiones y la relación que existe entre estas y los actores y las instituciones que están presentes en el territorio. Así, el enfoque territorial permite explicar el papel de los entornos en que están insertas las comunidades y del espacio social como factor de desarrollo. El enfoque territorial es entonces una manera de tratar los fenómenos, procesos, situaciones y contextos que ocurren en un determinado espacio (por atributos físicos, naturales, políticos u otros) donde se producen y se transforman (Schneider y Peyré 2006).

Los recursos naturales se han considerado como un elemento que proporciona cohesión territorial, la oferta de bienes y servicios ecosistémicos ha sido el fundamento de las actividades productivas a partir de las cuales se ha dado el proceso de apropiación poblacional del territorio. Así, existe una función articuladora y de correspondencia entre los ecosistemas que albergan la oferta natural y los sistemas humanos que condicionan su uso. Es así como la adopción de un enfoque territorial tiene importantes implicaciones en la definición de políticas públicas de desarrollo rural y de manejo de los recursos naturales. También se debe tener en cuenta para la definición de acciones de manejo las diferentes funciones que cumplen los sistemas de recursos naturales (económicas, sociales, culturales) y el impacto que los sistemas sociales y económicos tienen sobre los sistemas naturales. Igualmente se debe rescatar la importancia del manejo ambiental y de los recursos naturales como elemento esencial en las estrategias de reducción de pobreza y considerar la heterogeneidad en cuanto a la condición del ambiente (Sepúlveda *et al.* 2003)

3.8. Marco de Capitales de la Comunidad

El marco de los capitales de la comunidad (MCC) es un enfoque metodológico para realizar un análisis holístico de los bienes o recursos de las comunidades y las personas para establecer sus estrategias de vida, este se realiza desde una perspectiva de los sistemas de identificación de activos en cada capital, los tipos de capital invertido, las interacciones entre los capitales y los impactos a través de los capitales (Emery y Flora 2006, Bautista-Solis y Gutiérrez-Montes 2012).

Los capitales son los activos o recursos con los que cuentan las personas y que se invierten para generar nuevos recursos; para Emery y Flora (2006) existen siete tipos de capitales:

- i. Natural: aquellos activos que se encuentran en un lugar determinado que proveen bienestar a las personas, y está representado por los ecosistemas y sus recursos por lo cual debe ser conservado y aprovechado de manera sustentable (Challenger 2001). Dentro de estos recursos se incluye el aire, agua, suelos, biodiversidad, flora, fauna, clima, el aislamiento geográfico, los recursos naturales, los servicios ecosistémicos y la belleza natural (Emery y Flora 2006, Bautista-Solis y Gutiérrez-Montes 2012).

- ii. Cultural: este es el capital que refleja la forma de conocer el mundo y la manera de comportarse de los individuos y los grupos sociales, así como las tradiciones y la lengua. Dentro de este capital se encuentra la cosmovisión, conocimiento local, idioma, lenguaje, prácticas de usos de recursos, maneras de ser, costumbres, celebraciones y legado (Emery y Flora 2006, Bautista-Solis y Gutiérrez-Montes 2012).
- iii. Humano: se refiere las habilidades y destrezas que tiene las personas, la familia o una comunidad y que le facilitan desarrollar una determinada estrategia de vida¹, además de facilitarse el acceso a recursos externos y cuerpos de conocimiento que contribuyan a aumentar el entendimiento. Algunos ejemplos de este capital son la educación, habilidades, salud, autoestima, liderazgo, fuerza de trabajo, migración. (Emery y Flora 2006, Bautista-Solis y Gutiérrez-Montes 2012).
- iv. Social: Este capital refleja las conexiones entre las personas y las organizaciones. Está relacionado con el establecimiento de vínculos o redes de apoyo, pertenecía a grupos organizados y relaciones de confianza con el fin de tener cohesión comunitaria. Dentro de este capital se encuentra el capital emprendedor social que se relaciona con el desarrollo económico comunitario. A este capital pertenecen las organizaciones locales, expresión de apoyo recíproco, acción colectiva, sentido de pertenecía e identidad y trabajo conjunto (Emery y Flora 2006, Bautista-Solis y Gutiérrez-Montes 2012).
- v. Político: refleja el acceso al poder, las organizaciones, la conexión a los recursos y agentes de poder, así como la capacidad de un individuo o grupo de participar en la movilización de recursos o toma de decisiones que contribuyan al bienestar de su comunidad. Algunos ejemplos de esta capital son: participación en toma de decisiones, relación con autoridades, gestión de recursos, organización de las bases, voz en la definición de agendas y espacios de poder (Emery y Flora 2006, Bautista-Solis y Gutiérrez-Montes 2012).
- vi. Financiero: Se refiere a los recursos financieros disponibles para invertir en la comunidad o que emplean las personas para desarrollar un medio de vida², para financiar el desarrollo de las empresas, para apoyar el emprendimiento cívico y social y la acumulación de riqueza para el futuro desarrollo de la comunidad. Se incluyen en esta capital las actividades productivas, ahorros, créditos, impuestos, exención de impuestos, donaciones, remesas (Emery y Flora 2006, Bautista-Solis y Gutiérrez-Montes 2012).

¹ Estrategia de vida: conjunto de acciones que realiza una familia o unidad equivalente para satisfacer sus necesidades humanas fundamentales (Imbach 2012)

² Medios de Vida: actividades que las personas realizan para satisfacer sus necesidades (Imbach 2012)

- vii. Construido: incluye la infraestructura básica para apoyar la producción de bienes o para mejorar la calidad de vida de las personas; las viviendas, caminos, centros de salud, centros educativos, electricidad, centros recreativos, campos deportivos y comunicaciones son algunos ejemplos de este capital.

Esto enfoque plantea entonces que debe existir un balance entre los capitales, que el aumento de uno contribuye al aumento del otro, así como la reducción en uno también implica la reducción de otro (Emery y Flora 2006).

4. PRINCIPALES RESULTADOS Y CONCLUSIONES

- Se definieron ocho lineamientos básicos para la adaptación de áreas funcionales para la conservación de la biodiversidad. 1) Identificar unidad de análisis y actores claves, 2) Análisis del territorio, 3) Análisis de vulnerabilidad, 4) Visión del territorio, 5) Identificación de elementos críticos, 6) Identificación de actores potenciales, 7) Definición de líneas estratégicas de acción, 8) Monitoreo.
- Para el caso de estudio evaluado la zona más vulnerable al cambio climático es la parte media del corredor, seguida de la parte baja y por último la parte alta. Los capitales de la comunidad evidencian dos tendencias en cuanto al manejo de los recursos naturales. La parte alta del corredor presenta enfoques de conservación y manejo de los recursos mientras que la zona media y baja no. Las amenazas no climáticas tienen mayores implicaciones en la parte baja del corredor y menores en la parte alta del corredor.
- Para el caso de estudio se definieron 9 estrategias de adaptación dirigidas al manejo y conservación de los recursos naturales; educación ambiental e integración de comunidades; mejoras en los sistemas productivos y usos del suelo; y por último gestión del corredor biológico.
- Considerar la relación del sistema humano-medioambiente permite contextualizar el análisis de vulnerabilidad en el territorio.
- El aporte técnico/científico (análisis de vulnerabilidad) sobre la amenaza combinado con el conocimiento local sobre el manejo permite aterrizar al territorio las estrategias de adaptación.
- El impacto potencial del cambio climático en la biodiversidad es complejo y es difícil integrar dentro del componente de impacto todos los rangos de la biodiversidad (desde genes hasta biomas) lo que implica ajustarse a la información disponible de forma que sean proxy para entender el impacto potencial.

- Este estudio contribuye a generar información en el análisis de vulnerabilidad para la biodiversidad a escala local. Así mismo, es un primer paso en estudios de vulnerabilidad a nivel de corredores biológicos en Costa Rica y se convierte en un modelo a seguir y que motive el desarrollo de estos estudios en otras áreas funcionales de conservación de biodiversidad del país.
- Los planes de adaptación a la biodiversidad son específicos de cada territorio y no se pueden tomar como una generalidad. Las condiciones y características biofísicas, económicas y sociales determinar el tipo de estrategias a establecer.

Literatura Citada

- Adger, WN y Kelly, PM. 1999. Social vulnerability to climate change and the architecture of entitlements. *Mitigation and Adaptation Strategies for global change* 4: 253-266
- Aguilar, MY. 2007. Vulnerabilidad y adaptación al cambio climático de los pobladores rurales de la planicie costera central de El Salvador. GEF-PNUD. 190 p.
- Alvarado, AP. 2011. Aplicación de la herramienta Cristal en la región mesoamericana. UICN, 20 p.
- Andrade-Perez, A; Herrera-Fernández, B; Cazzola_Catti, R. 2010. Building resilience to climate change: Ecosystem based adaptation and lessons from the field. Gland, Switzerland: UICN. 164 p.
- Andrade A; Córdoba, R; Dave, R; Giro, P; Herrera- F, B; Munroe, R; Oglethorpe, J; Pramova, E; Watson, J; Vergara, W. 2011. Principios y lineamientos para la integración del Enfoque Basado en Ecosistemas en el Diseño de Proyectos y Políticas de Adaptación: Un documento para discusión. CEM/UICN, CATIE. Kenya.
- Aubry, C; Devine, W; Shoal, R; Bower, A; Miller, J; Maggiulli, N. 2011. Climate change and forest biodiversity: A vulnerability assessment and action plan for national forest in Western Washington. United States Department of agriculture, Forest Service, Pacific Northwest Region, United States 310 p.
- Ayers, J; Anderson, S; Pradhan, S; Rossing T: 2012. Participatory Monitoring, Evaluation, Reflection and Learning for community-bases Adaptation: PMERL MANUAL, a manual for local practitioners. CARE International, International Institute for Environment and Development (IIED). 89 p.
- Bautista-Solis, P y Gutiérrez-Montes, I (eds). 2012. Capitales de la comunidad y la conservación de los recursos naturales: El caso del Corredor Biológico Tenorio-Miravalles. 1ª ed. Turrialba, CR. CATIE.135 p. (Serie técnica. Boletín Técnico/CATIE; No. 49)
- Beier, P y Noss, F. 1998. Do Habitat corridors Provide Connectivity? *Society for Conservation Biology* 12(6): 1241-1252
- Bellard, C; Bertelsmeier, C; Leadley, P; Thuiller, W; Courchamp, F. 2012. Impacts of climate change on the future biodiversity. *Ecology Letters* 2012
- Bennett, AF. 1998. Linkages in the landscape: the role of corridors and connectivity in wildlife conservation. Cambridge. IUCN Forest Conservation Programme. 254 p.

- _____y Molungoy, K.J. 2006. Review of experiences with ecological networks, corridors and buffer zones. Montreal, CA, Secretariat of the Convention on Biological Diversity. Technical Series N°. 23. 100 p.
- Bergkamp, G; Orlando, B; Burton, I. 2003. Change: Adaptation of Water Management to Climate Change. , Gland, Switzerland, IUCN. 53 p.
- BIOMARC-USAID. 2013. Vulnerabilidad y escenarios bioclimáticos de los sistemas marino-costeros a nivel del Caribe centroamericano. San José, Costa Rica. 80 p.
- Brooks, N. 2003. Vulnerability, risk and adaptation: A conceptual framework. Tyndall Centre for Climate Change Research and Centre for social and economic research on the global environment (CSERGE) School of Environmental Sciences, University of East Anglia. Norwich. (Tyndall Centre Working Paper; No. 38) 18 p.
- Canet-Desanti, L; Herrera, B; Finegan, B. 2012. Efectividad de manejo en corredores biológicos: el caso de Costa Rica. Revista Parques N° 2
- CDB (Convenio sobre la Diversidad Biológica). 1992. 30 p
- Challenger, A. 2001. Estrategias para la conservación de ecosistemas. Gaceta Ecológica 61:22-29
- Chassot, O y Morera, C. 2007. Corredores Biológicos: acercamiento conceptual y experiencias en América. San José, Costa Rica: Centro Científico Tropical/Universidad Nacional de Costa Rica, 2007, 128p.
- Cifuentes, M. 2010. ABC del cambio climático en Mesoamérica. 1ª ed. Turrialba, C.R. CATIE. 71 p. (Serie técnica. Informe Técnico / CATIE; No. 383)
- CMNUCC (Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático). 1992. Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático. Nueva York, EEUU, Naciones Unidas. 26 p.
- CONANP (Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas); Fondo Mexicano para la conservación de la naturaleza A.C; The Nature Conservancy. 2011. Guía para la elaboración de programas de adaptación al cambio climático en áreas protegidas. México. 59 p.
- Da Fonseca, G.A.B; Sechrest, W; Oglethorpe, J; 2005. Managing the matrix. In: Lovejoy, T.E; Hannah, L. (Eds.), Climate Change and Biodiversity. Yale University Press, New Haven, pp. 346– 358
- Dazé, A; Ambrose, K; Ehrhart, C. 2009. Manual para el análisis de capacidad y vulnerabilidad climática. CARE. Peru, IV+43 p.
- Dawson, TP; Jackson, ST; House, JI; Prentice IC, Mace, GM. 2011. Beyond predictions: Biodiversity Conservation in a Changing Climate. Science 332: 53 – 58
- Duarte, C; Alonso, S; Benito, G; Dachs, J; Montes, C; Pardo, M; Rios, A; Simó, R; & Valladares, F. 2006. Cambio global. Impacto de la actividad humana sobre el sistema Tierra. Madrid, ES, Consejo Superior de Investigaciones Científicas. 166 p.
- Dudley, N y Stolton, S. 2003. Ecological and socio-economic benefits of protected areas dealing with climate change. In Hansen, LJ; Biringer, JL; Holfman, JR eds. Buying time: A user's manual for building resistance and resilience to climate change in natural systems. WWF. p. 217- 234
- _____ (eds.). 2008. Guidelines for applying protected area management categories. Gland, Switzerland: IUCN.x + 86 p.
- _____; Stolton, S; Belokurov, A; Krueger, L; Lopoukhine, N; MacKinno, K; Sandwith, T; Sekhran, N. (eds). 2010. Natural solutions: Protected areas helping people cope with climate

- change; UICN-WCPA, TNC, UNDP, WCS, The World Bank and WWF, Gland, Switzerland, 128 p.
- Ellison, J y Zouth, I. 2012. Vulnerability to climate change of mangroves: Assessment from Cameroon, Central Africa. *Biology* 1:617-638
- Emery, M y Flora, C. 2006. Spiraling-Up: Mapping Community Transformation with Community Capitals Framework. *Community Development* 37(1):19-35.
- Finegan, B; Céspedes, M; Sesnie, SE. 2007. El monitoreo ecológico como componente integral del manejo de áreas protegidas y corredores biológicos en los trópicos: conceptos y práctica. SINAC, 87 p.
- Fish, MR y Drews, C. 2009. Adaptación al cambio climático: opciones para las Tortugas marinas. Informe de WWF, San José, 20 p.
- Flora C y Flora J. 2013. *Rural communities: Legacy + Change*. Fourth Edition, Westview Press
- Füssel, HM. 2007. Vulnerability: A general applicable conceptual framework for climate change research. *Global Environment Change* 17: 155-167
- Galatowitsch, S; Frelich, L; Phillips-Mao, L. 2009. Regional climate change adaptation strategies for biodiversity conservation in a midcontinental region of North America. *Biological Conservation* 142: 2012-2022
- Gilman, EL; Ellison, J; Duke, NC; Field, C. 2008. Threat to mangroves from climate change and adaptation options. *Aquatic Botany* 89(2): 237-250
- Gutierrez, ME y Espinosa, T. 2010 Vulnerabilidad y adaptación al cambio climático. Diagnóstico inicial, avances, vacíos y potenciales líneas de acción en Mesoamérica. Banco Interamericano de Desarrollo. Washington, Estados Unidos. 84 p.
- Hannah, L; Midgley, GF; Lovejoy, T; Bond, WJ; Bush, M; Lovett, JC, Scott, D; Woodward, FI. 2002. Conservation of Biodiversity in a changing climate. *Conservation Biology* 16(1): 264-268
- Heller, N y Zavaleta, ES. 2009. Biodiversity management in the face of climate change: A review of 22 years of recommendations. *Biological Conservation* 142: 14-32
- Herrera, B. y Finegan, B. 2008. La planificación sistemática como instrumento para la conservación de la biodiversidad: Experiencias recientes y desafíos en Costa Rica. *Recursos Naturales y Ambiente* No 54: 04-13.
- Hopkings, JJ; Allison, HM; Walmsley, CA; Gaywood, M; Thurgate, G. 2007. *Conserving biodiversity in a changing climate: guidance on building capacity to adapt*. London, DEFRA, 28 p.
- Hulme, PE. 2005. Adapting to climate change: is there scope for ecological management in the face of a global threat? *Journal of Applied Ecology* 47: 784-794
- Hughes, L. 2000. Biological consequences of global warming: is the signal already apparent? *Trends in Ecology and Evolution* 15: 56– 61.
- Ibisch, P y Nowicki, C: 2011. Análisis de la vulnerabilidad y estrategias para la adaptación al cambio climático en la Reserva Comunal El Sira-Perú. Ficha Metodológica 2/FIMe01-ElSira-GIZ. 20 p.
- _____; Reichle, S; Geiger, L; Hobson, P. 2012. Hacia un plan integral de manejo del Parque Nacional Manuel Antonio para reducir la vulnerabilidad al cambio climático. Centre for Economics and ecosystem management.

- IISD (Instituto Internacional para el Desarrollo Sostenible). 2013. Manual del usuario de la herramienta CRiSTAL (Versión 5), Herramienta para la identificación comunitaria de riesgos, adaptación y medios de vida. Trad. HELVETAS Swiss Intercooperation. IISD, Peru. 56 p.
- Imbach, A. 2012. Estrategias de vida. Analizando las conexiones entre la satisfacción de las necesidades humanas fundamentales y los recursos de las comunidades rurales. Geolatina S.A Editores. Turrialba, Costa Rica. 55 p.
- IPCC (Intergovernmental Panel on Climate Change). Resumen para responsables de políticas. Escenarios de emisiones. 27 p.
- _____. 2002. Climate Change and Biodiversity. IPCC Technical Paper V. H, Gitay; A, Suárez; RT, Watson; DT, Dokken (Eds.). 93 p.
- _____. 2007. Cambio Climático 2007. Informe de Síntesis. Contribución de los grupos de trabajo I, II y III al Cuarto Informe de evaluación del Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el cambio climático. Edición a cargo de Pachauri RK; Eysinger A. OMM-PNUMA. IPCC Ginebra, Suiza, 104 p.
- _____. 2013.. Working Group I Contribution to the IPCC Fifth Assessment Report Climate Change 2013: The Physical Science Basis. Summary for Policymakers. 36 p.
- IPCC-TGICA. 2007. General guidelines on the use of scenario data for climate impact and adaptation assessment. Versión 2. Prepared by TR Carter on behalf. 71 p.
- Jimenez, M; Chain, A; Locatelli, B. 2010. Efectos del cambio climático en la distribución de zonas de vida en Centroamérica. Recursos Naturales y Ambiente 59-60: 32-40
- Kappelle, M; Van Vuuren, MMI; Baas, P. 1999. Effects of climate change on biodiversity: a review and identification of key research issues. Biodiversity and Conservation 8:1383-1397
- Karl, T; Trenberth, KE. 2005. What is climate change? *In* Lovejoy, TE; Hannah, L. (eds.) Climate change and biodiversity. Michigan, USA, Yale University Press. p. 15 – 28
- Lemieux, CJ; Beechey, TJ; Scott, DJ; Gray, PA. 2010. Protected Areas and Climate Change in Canada: Challenges and Opportunities for Adaptation. Canadian Council on Ecological Areas (CCEA) Occasional Paper No. 19. CCEA Secretariat, Ottawa, Ontario, Canada. xii + 170 pp.
- Lim, B y Spanger-Siegfried, E. (eds). 2005. Marco de políticas de adaptación al cambio climático: Desarrollo de estrategias, política y medidas. PNUD, New York, USA. 360 p.
- March, IJ; Cabral, H; Echeverría, Y. 2010. Una metodología para diseñar estrategias y planes de acción orientados a la adaptación al cambio climático para la conservación de biodiversidad, ecosistemas y servicios ecosistémicos. TNC. 9 p.
- _____; Cabral, H; Echeverría, Y; Bellot, M, Frausto, JM (eds). 2011. Adaptación al cambio climático en áreas protegidas del Caribe de México. Comisión Nacional de Áreas Protegidas, The Nature Conservancy, Fondo Mexicano para la conservación de la Naturaleza. México. Serie Estrategias de Adaptación al cambio climático en Áreas protegidas de México No 1, 109 p.
- Marshall, NA; Marshall, PA; Tamelander, J; Obura, D; Mallere-King, D; Cinner, JE. 2009. A framework for social adaptation to climate change; sustaining tropical coastal communities and industries. Gland, Switzerland, IUCN. v + 36 p.
- Mawdsley, JR; O'Malley, R; Ojima, DS. 2009. A review of climate-change adaptation strategies for wildlife management and biodiversity conservation. Conservation Biology 23 (5): 1080 - 1089
- MEA (Millennium Ecosystem Assessment). 2005. Ecosystems and Human Well-being: Biodiversity Synthesis. World Resources Institute, Washington, DC. 32 p.

- MINAET (Ministerio de Ambiente, Energía y Telecomunicaciones). 2009. Estrategia Nacional de Cambio Climático. Editorial Calderón y Alvarado S.A. San José, CR 109 p.
- Mitchell, RJ; Morecroft, MD; Acreman, M; Crick, HQP; Frost, M; Harley, M; Maclean, IMD; Mountford, O; Piper, J; Pontier, H; Rehfish, MM; Ross, LC; Smithers, RJ; Stott, A; Walmsley, C; Watts, O; Wilson, E. 2007. England Biodiversity Strategy: Towards adaptation to climate change. England, DEFRA 194 p.
- Natural Resource Management Ministerial Council. 2004. National Biodiversity and Climate Change Action Plan 2004-2007, Australia Government, Department of the Environment and Heritage, Canberra, ACT.
- Parmesan, C . 2005. Biotic Response: Range and abundance changes. In Lovejoy, TE; Hannah, L. (eds.) Climate change and biodiversity. Michigan, USA, Yale University Press. p. 325 – 328
- Pearson, R. y Dawson, TP. 2003. Predicting the impacts of climate change on the distribution of species: are bioclimate envelope models useful? *Global Ecology & Biogeography* 12: 361-371
- Pezoa, A. 2001. Estrategias de Conservación de la Diversidad Biológica. En. Squeo, FA; Arancio, G; Gutiérrez, JR. (Eds.) Libro Rojo de la Flora Nativa y de los Sitios Prioritarios para su Conservación: Región de Coquimbo. La Serena, Chile. Ediciones Universidad de La Serena. p 18: 273-280
- Poiani, K; Richter, B; Anderson, MG; Ritchter, HE. 2000. Biodiversity conservation at multiple scales: Functional sites, landscapes, and networks. *BioScience* 5(2): 133- 146
- _____ y Richter, B. Paisajes funcionales y la conservación de la biodiversidad. Documentos de trabajo para la ciencia de la conservación. The Nature Conservancy. 12 p.
- Pounds, JA., Fodgen, MPL., Campbell, JH. 1999. Biological response to climate change on tropical mountain. *Nature* 398: 611-615
- _____; Fodgen, MPL; Masters, KL. 2005. Response of natural communities to climate change in a highland tropical forest. In Lovejoy, TE; Hannah, L. (eds.) Climate change and biodiversity. Michigan, USA, Yale University Press. p. 15 – 28
- _____; Bustamante, MR; Coloma, LA; Consuegra, JA; Fogden, MPL; Foster, PN; La Marca, E; Masters, KL; Merino-Viteri, A; Puschendorf, R; Ron, S; Sánchez-Azofeifa, A; Still, CJ; Young, BE. 2006. Widespread amphibian extinctions from epidemic disease driven by global warming. *Nature*. 439(12 January): 161- 167
- Rojas, LA y Chavarría, MI. 2005. Corredores Biológicos de Costa Rica. MINAET (Ministerio del Ambiente y Energía). Costa Rica. 216 p.
- Sala, OH; Chapin, ESI; Armesto, JJ; Berlow, E; Bloonfield, J; Dirzo, R; Huber-Sanwald, E; Huenneke, LF; Jackson, RB; Kinzig, A; Leemans, R; Lodge, DM; Mooney, HA; Oesterheld, NL; Sykes, MT; Walker, BH; Walker, M; Wall, DH. 2000. Global biodiversity scenarios for the year 2100. *Science* 287: 1770-1773.
- Santoso, H; Idinoba, M; Imbach, P. 2008. Climate scenarios: What we need to know and how to generate them. CIFOR. Bogos, Indonesia. 27 p.
- Schneider, S y Peyré Tartaruga, IG. 2006. Territorio y enfoque territorial: de las referencias cognitivas a los aportes aplicados al análisis de los procesos sociales rurales. En: Manzanal, M; Neiman, G; Lattuada, M. Desarrollo rural, organizaciones, instituciones y territorio. Buenos Aires. Ed. Ciccus. 71-102 p.

- Sepúlveda, S; Rodríguez, A; Echeverri, R; Portilla, M. 2003. El enfoque territorial del desarrollo rural. Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura. San José, Costa Rica. 180 p.
- SINAC-MINAE (Sistema Nacional de Áreas de Conservación-Ministerio de Ambiente y Energía). 2007. GRUAS II: propuesta de ordenamiento territorial para la conservación de la biodiversidad de Costa Rica. Volumen 1: análisis de vacíos en la representatividad e integridad de la biodiversidad terrestre. San José, C.R. 100 pp.
- The Heinz Center. 2007. A Survey of Climate Change Adaptation Planning. The Heinz Center, Washington, D.C. 52 p.
- TNC (The Nature Conservancy). 2009. Conservation action planning guidelines for developing strategies in the face of climate change. TNC. 26 p.
- US Committee for the Global Atmospheric Research Program. 1975. Understanding Climate Change: A Program for Action. National Academy of Sciences. Washington D.C. p 13-16
- Williams, SE; Sholl, LP; Hoffman, AA; Langham, G. 2008. Towards an integrated framework for assessing the vulnerability of species to climate change. PLoS Biology **6**(12) e315: 2621 - 2626
- Yañes-Arancibia, A; Twilley, RR; Lara-Domínguez, AL. 1998. Los ecosistemas de manglar frente al cambio climático global. Madera y Bosque 4(2): 3-19

5. ARTICULOS DE INVESTIGACIÓN

Artículo 1. Evaluación de vulnerabilidad ante el cambio climático en el contexto territorial del Corredor Biológico Pájaro Campana, Costa Rica.

EVALUACION DE VULNERABILIDAD ANTE EL CAMBIO CLIMÁTICO EN EL CONTEXTO TERRITORIAL DEL CORREDOR BIOLÓGICO PÁJARO CAMPANA, COSTA RICA

Piedrahíta C, Herrera-F B, Imbach P, Díaz Á, Canet L, Chassot O

RESUMEN Y PALABRAS CLAVE

En este estudio se llevó a cabo una evaluación de la vulnerabilidad de la biodiversidad del Corredor Biológico Pájaro Campana (CBPC), el cual presenta tres estratos altitudinales, abarcando bosques de manglar en la zona baja, bosque seco en la parte media y bosque nuboso en la parte alta, a través de tres criterios: criterios de impacto del cambio climático en la estructura del ecosistema, criterios de fragmentación y criterios de capacidad adaptativa. Para estos criterios se cuantificó la incertidumbre proveniente de los escenarios futuros de cambio climático. Posteriormente esta evaluación se complementó con evaluación de los capitales de la comunidad y análisis de amenazas ajenas al cambio climático presentes en el CBPC. Se encontró que la zona más vulnerable al cambio climático es la parte media del corredor biológico, seguida de la parte baja y por último la parte alta; a nivel de capitales de la comunidad, el análisis permitió tener una mayor diferenciación del territorio donde se identifican cuatro sectores dentro del corredor que evidencian un mayor manejo de la biodiversidad en la zona alta de Monteverde y zona de la cuenca alta y media de Aranjuez comparado con la zona media y la zona baja; por otro lado, las amenazas ajenas al cambio climático tienen mayores implicaciones en la parte baja del corredor y menores en la parte alta del corredor. Esto indica que a lo largo del corredor biológico existen realidades diferentes debido a las diferencias de ecosistemas, de capacidad adaptativa y de capitales de la comunidad que hacen que cada zona responda de manera diferente ante las amenazas del cambio climático.

Palabras Clave: Cambio climático, impacto potencial, capacidad adaptativa, biodiversidad, amenazas no climáticas, capitales de la comunidad

ABSTRACT AND KEY WORDS

In this study we conducted a vulnerability assessment of the biodiversity from de Pájaro Campana Biological Corridor (PCBC), which presents three altitudinal strata and three marked ecosystems covering: mangrove forest in the lower zone, dry forest in the middle zone and cloudy forest in the upper zone, taking into account three different criteria: criteria of climate change impact on ecosystems structure, fragmentation criteria and adaptive capacity criteria. For these criteria, the uncertainty of future climate change scenarios was quantified. This assessment was subsequently complemented with an evaluation of the community capitals and with an analysis of the threats unrelated to climate change present in the biological corridor. We found that the most vulnerable zone to climate change is the middle zone of the corridor, followed by the lower zone and last the upper zone. The community capitals analysis allowed a further distinction of the territory, where four sectors in the biological corridor were identified; management of the biodiversity in the upper zone of Monteverde and the upper and middle zone of the Aranjuez basin is significantly greater. On the other hand, threats unrelated to climate change have more implications in the lower zone of the corridor and less in the upper zone. This indicates that along the corridor there are different realities because of the differences in the ecosystems, the adaptive capacity and the community capitals, which leads to each zone responding differently to the climate change effects and threats.

Key Words: Climate Change, potential impact, adaptive capacity, biodiversity, community capitals, non-climatic threats

INTRODUCCIÓN

El cambio climático afectará a la biodiversidad de diferentes maneras, siendo los principales efectos el desplazamiento de hábitats óptimos para las especies; los cambios en la distribución de especies y cambio del rango geográfico; cambios en los tamaños de las poblaciones de especies y extinción; cambios en la composición de comunidades vegetales y animales (Natural Resource Management Ministerial Council 2004, Parmesan 2006, Hopkins *et al.* 2007). Ante este panorama, el análisis de vulnerabilidad es una herramienta que involucra un proceso sistemático que permite identificar y cuantificar áreas vulnerables dentro de un sistema, según criterios de impacto potencial y capacidad adaptativa (IPCC 2007) y facilitar la toma de decisiones informada para enfrentar el cambio climático y sus efectos (O'Brien *et al.* 2004, Metzger *et al.* 2005, Füssel y Klein 2006, Parry *et al.* 2007, Glick *et al.* 2011). Sin embargo, al realizar análisis de vulnerabilidad en áreas funcionales para la conservación que involucran comunidades estos deben realizarse incluyendo diferentes componentes, no solo los ambientales sino los sociales (Salafsky y Wollenberg 2000) pues el entender las interacciones con el sistema social e implementar acciones participativas es una

manera de contribuir a aumentar la resiliencia de los ecosistemas y mejorar la capacidad adaptativa (Chapin *et al.* 2006, Resilience Alliance 2010).

Debido a que son preocupantes las evidencias de los cambios y frecuencias de intensidad de la variabilidad climática y de los eventos extremos (IPCC 2007), que el calentamiento global es una de las principales amenazas para la biodiversidad (Sala *et al.* 2000, Millennium Ecosystem Assessment 2005) y que la Estrategia Nacional de Cambio Climático de Costa Rica define dentro de sus objetivos las actividades encaminadas a conservar y proteger la biodiversidad por medio de iniciativas de mitigación y adaptación que contribuyan a mejorar la funcionalidad de los ecosistemas (MINAET 2009), se hace necesario estudios de vulnerabilidad al cambio climático a escala local con el fin de identificar zonas prioritarias de manejo y canalizar los esfuerzos y recursos en las zonas más vulnerables, que faciliten la toma de decisiones en el diseño de estrategias de adaptación al cambio climático. El objetivo de este estudio fue entonces hacer un análisis de territorio y evaluar la vulnerabilidad ante el cambio climático del Corredor Biológico Pájaro Campana en Costa Rica.

Dentro de este estudio se considera la definición de vulnerabilidad como el grado en que un sistema es susceptible e incapaz de afrontar los efectos adversos del cambio climático, incluyendo la variabilidad climática y los extremos (IPCC 2007). Esta se describe a partir de los siguientes elementos: (1) impacto potencial, todo aquel impacto producto de un cambio proyectado en el clima y que no considera la capacidad adaptativa (IPCC 2007), y (2) la capacidad adaptativa como la habilidad que tiene un sistema para modificar o cambiar sus características o comportamientos para enfrentar factores externos y expandir su rango de tolerancia bajo condiciones existentes de variabilidad climática o condiciones de clima futuras (Brooks 2003). Se considera además, la capacidad adaptativa del territorio como la capacidad de planificar y esta función de la gestión del corredor biológico, pues esto contribuye a mejorar la salud de la biodiversidad, a mitigar amenazas y mejorar la capacidad de conservación de las especies (Salafsky y Margoluis 1999, Granizo y Castro 2006).

METODOLOGÍA

Área de estudio

La evaluación de vulnerabilidad se realizó para el Corredor Biológico Pájaro Campana (CBPC) ubicado en la provincia de Puntarenas, cantón Central y la provincia de Guanacaste cantones Abangares y Tilarán. Se encuentra ubicado entre dos áreas de conservación: Área de conservación Arenal-Tempisque (ACAT) y Área de conservación Pacífico Central (ACOPAC). Se extiende desde la división continental por Monteverde, Santa Helena y Aranjuez hasta la zona costera del Golfo de Nicoya (Figura 3), incluyendo así áreas de bosque nuboso (1800 msnm), bosque seco en la parte intermedia, hasta bosques de manglar al nivel del mar. Cuenta con una población aproximada de 17 118 habitantes en una extensión de 66 416 hectáreas en las que están presentes las cuencas de los ríos Lagarto, Guacimal y Aranjuez. Presenta diversidad de hábitat y 11 zonas de vida por lo que los rangos de temperatura varían inversamente con la altitud oscilando entre 18 y 25°C. Este estudio se

enfoca en la parte terrestre del territorio excluyendo el sector marino costero del corredor, debido a que las características específicas de este último requieren de uso de criterios de evaluación de vulnerabilidad diferentes a los de los ecosistemas terrestres.

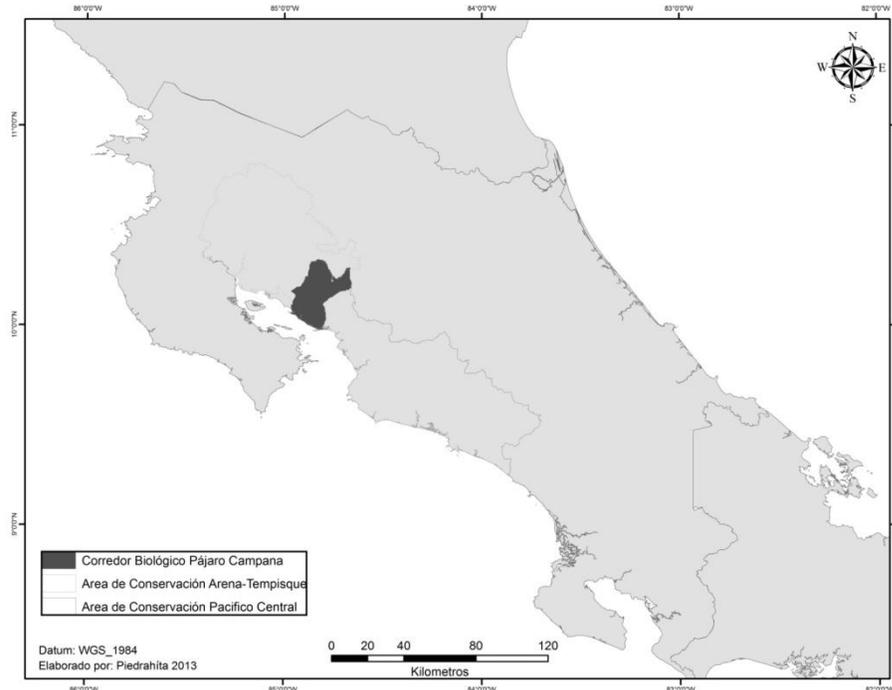


Figura 3. Ubicación del Corredor Biológico Pájaro Campana, Costa Rica

ANÁLISIS DE VULNERABILIDAD AL CAMBIO CLIMÁTICO

Se utilizó la ecuación propuesta por el IPCC en su cuarto informe (IPCC 2007), donde se determina la vulnerabilidad como:

$$Vulnerabilidad = Exposición + Sensibilidad - Capacidad Adaptativa$$

Considerando que la suma de la exposición más la sensibilidad genera un impacto potencial, en la evaluación final se determinó la vulnerabilidad como:

$$Vulnerabilidad = Impacto Potencial - Capacidad Adaptativa$$

Esto debido a que los datos usados para la evaluación de sensibilidad fueron obtenidos a partir de modelos que involucran variables que son consideradas en la exposición.

Los indicadores fueron estandarizados de acuerdo a lo propuesto por Malczewski (2000). Este procedimiento consiste en encontrar un valor medio, entre los valores máximos y mínimos, con el fin de que los indicadores puedan ser comparables. Lo cual permitió corregir posibles errores generados en los cálculos producto de diferentes escalas y medidas

con que originalmente se prepararon los datos. Así mismo, a los indicadores se les asignó pesos que permiten especificar la importancia de cada criterio en relación a otros. En las secciones Impacto Potencial y Capacidad Adaptativa se presenta una explicación de los criterios de asignación de estos pesos. Una vez estandarizados los datos y asignados los pesos a cada uno de ellos, se elaboró el mapa de vulnerabilidad. El cual tuvo como datos de entrada los mapas correspondientes a los criterios de impacto potencial (cambios en vegetación, distribución de especies, fragmentación) y capacidad adaptativa (dimensión gestión y dimensión social), haciendo uso de álgebra lineal de mapas.

Impacto potencial

La evaluación de sensibilidad se realizó a nivel de ecosistema y a nivel de especies, debido a que a nivel de ecosistemas es un análisis a escala gruesa, mientras que a nivel de especies es a escala fina. Esta diferenciación es importante puesto que los impactos de cambio climático pueden afectar desde la genética de las especies hasta los grandes ecosistemas (Kappelle *et al.* 1999, Bellard *et al.* 2012) por lo cual realizar los análisis de vulnerabilidad en diferentes escalas facilitará la comprensión de los efectos del cambio climático en los diferentes componentes de la biodiversidad.

A nivel de ecosistema se utilizaron datos de índice de área foliar, LAI por sus siglas en inglés (*Leaf area index*) provenientes del estudio de Imbach *et al.* (2012), donde se utilizó el modelo biogeográfico de mapeo del sistema atmósfera-planta-suelo (Mapped Atmosphere Plant Soil System (MAPSS) biogeography model) el cual estima este parámetro a escala de ecosistema, en función del clima (promedio mensual de temperatura, precipitación, velocidad del viento y presión de vapor) y suelos (profundidad, textura, pedregosidad). Este modelo fue calibrado para Centro América (Imbach *et al.* 2012) y se hizo una evaluación de la magnitud e incertidumbre de los cambios para escenarios futuros de CC de diferentes modelos generales de circulación (GCM's). Los resultados estiman la cantidad de simulaciones que predicen una disminución en LAI superior al 30% y se encuentran clasificadas en 5 rangos (Tabla 2). La proyección futura utilizada para la medición de la incertidumbre en los cambios, fue aquel obtenido a través del método Delta, para los escenarios de emisiones B1 (Bajo) y A2 (Alto) de manera que se puedan comparar estas dos tendencias.

Para obtener índices de fragmentación (área núcleo, tamaño de parches, distancia al parche más cercano) se usaron datos de conectividad obtenidos a partir del procesamiento con sistemas de información geográfica de la capa de uso del suelo para Costa Rica, generada por FONAFIFO para el año 2010. Para el número de parches se procesó la capa de uso de suelo con el fin de obtener el número de parches por hectárea y por último la densidad de parches se calculó a partir de estadística focal. Todas las capas generadas fueron clasificadas en 5 rangos utilizando intervalos iguales (Cuadro 2).

A nivel de especies se usaron datos provenientes del estudio de Imbach *et al.* (2013), donde se realizó la evaluación de la distribución probable desconocida de las especies, calculados con MAXENT (Máxima Entropía) (Phillips *et al.* 2006). De esta forma se tiene la

predicción del nicho potencial actual y futuro y por ende la posible distribución actual y futura de las especies ante el cambio climático. Este modelo está basado en un algoritmo matemático que requiere de variables ambientales (temperatura, precipitación) y variables edáficas y fisiográficas (elevación, pendiente, % de arcilla, % arena, profundidad máxima de suelo y profundidad promedio del suelo) y puntos de presencia de especies (Phillips y Dudík 2008). Para ello se utilizaron especies vulnerables, según la lista roja de la UICN; endémicas y de importancia nacional, de acuerdo al Reglamento a la Ley de Conservación de Vida Silvestre y Decreto N° 32405-MINAE, (flora=27, anfibios=25, reptiles=7, aves=41). Finalmente se establecieron rangos de presencia de biodiversidad dentro del corredor, según el porcentaje de presencia de las especies (Cuadro 2).

Cuadro 2. Rangos para las diferentes variables utilizadas en la evaluación de impacto potencial y su respectiva calificación, donde 1 es muy bajo, 2 es bajo, 3 media, 4 alto y 5 muy alto.

LAI (% de escenarios que simulan el cambio)	Valor del Rango	Tamaño del parche (Ha)	Valor del Rango
0 - 33%	1	1.02 - 21.61	1
33 - 50 %	2	21.61 - 75.74	2
50 - 66%	3	75.74 - 255.15	3
66 - 90%	4	255.15 - 858.04	4
90 - 100%	5	858.04 - 26515.16	5
Rangos de presencia de biodiversidad (Presencia de especies %)		Área Núcleo (m)	
0 - 20%	1	400 - 20000	1
20 - 40%	2	100 - 400	2
40 - 60%	3	50 - 100	3
60 - 80%	4	10 - 50	4
80 - 100%	5	0 - 10	5
Distancia al parche más cercano (m)		Número de parches	
22.0 - 79.77	1	1	1
79.77 - 141.63	2	1 - 2	2
141.63 - 243.25	3	2 - 3	3
243.25 - 469.92	4	3 - 4	4
496.92 - 1105.19	5	4 - 7	5
Densidad de Parches (Número de parches/Ha)			
0.84 - 1	1		
0.68 - 0.84	2		
0.52 - 0.68	3		
0.35 - 0.52	4		
0 - 0.35	5		

Finalmente, se aplicó la metodología suma ponderada (Malczewski 2000) para obtener una capa final de impacto potencial. En este caso se le asignó pesos iguales a los tres componentes de impacto potencial puesto que los tres están relacionados con cambios en el ecosistema y hábitat lo que implica impactos sobre la biodiversidad por la disponibilidad de hábitats para las especies y para los procesos de conectividad.

Capacidad adaptativa

La capacidad adaptativa se evaluó en función de la efectividad de manejo del corredor biológico, para lo cual se seleccionaron y ajustaron 8 indicadores (Tabla 3, columna A) propuestos en la Metodología para la evaluación y efectividad del manejo de corredores biológicos (Canet *et al.* 2011). La selección de indicadores se realizó basado en los siguientes criterios: 1) que contribuyan a las propiedades intrínsecas de la biodiversidad para reducir vulnerabilidad 2) que sean medibles y se puedan espacializar en diferentes zonas del área de estudio 3) que sean parte de los capitales de la comunidad y que tengan una relación directa con la biodiversidad y los recursos naturales 4) que evidencien el trabajo de la unidad de conservación en el manejo de los recursos naturales (Cuadro 3, columna C).

Cada indicador fue verificado a través de un mapeo de manera participativa (Segarra 2002, Chambers 2006) con actores claves del corredor biológico con el fin de delimitar las áreas en las que cada verificador está presente. Se asignó una valoración de 1 a 5 siendo 1 muy alta, 2 alta, 3 media, 4 baja y 5 muy baja gestión y participación para cada uno de los componentes, teniendo en cuenta la presencia de sectores, actividades o inversión de trabajo realizado comparado con el que se considera mejor trabajado dentro del territorio, esto según la percepción de los actores clave (Cuadro 3, columna B).

La información obtenida de este mapeo participativo se transformó a formato mapa, obteniendo para cada indicador diferentes capas que fueron superpuestas para obtener una única capa final, los datos finales de cada capa fueron estandarizados siguiendo la metodología de Malczewski (1999a) para que mantuvieran un rango de 1 a 5.

Finalmente, se aplicó la metodología suma ponderada (Malczewski 2000) la cual requiere de datos estandarizados y asignación de pesos para obtener una capa final de capacidad adaptativa. De esta forma se le asignó pesos a cada uno de los indicadores (Cuadro 3, columna d), tomando como referencia los elementos necesarios para la efectividad de manejo del ciclo de manejo para áreas protegidas propuesto por Hocking *et al.* (2000) (entradas necesarias para alcanzar visión y objetivos, y resultados de procesos de planificación) y siguiendo el método de ordenamiento jerárquico como criterio de ponderación el cual organiza los datos en orden de importancia usando la preferencia de los tomadores de decisión (Malczewski 1999b).

Para los indicadores de la dimensión de gestión, se le asigna un mayor peso a la existencia de un equipo coordinador y el financiamiento disponible para la ejecución del plan de trabajo y el plan operativo, tomando en cuenta que dentro del ciclo de manejo se consideran entradas necesarias para poder alcanzar la visión y objetivos del corredor biológico. Siguiendo con el proceso, una vez se cuenta con equipo y financiamiento para el manejo efectivo del corredor se debe contar con los planes de trabajo y los planes operativos, que como tal son el resultado de un proceso de planificación y que a su vez deben contener las actividades necesarias para cumplir con los objetivos del corredor. Por esto, tanto a la existencia de las actividades que fortalezcan el capital natural dentro del plan

de trabajo como la articulación con los planes de trabajo de las áreas protegidas cercanas se les ha otorgado el mismo valor pues están dos contribuirán al objetivo del corredor de promover la conservación de la biodiversidad y la restauración de la conectividad entre los ecosistemas, además estos dos indicadores consolidan el concepto de área funcional. Por último, se encuentra la representación intersectorial dentro del consejo local, puesto que a pesar que la existencia de diferentes sectores puede contribuir a contar con mayores perspectivas y participación y por ende contribuir a mejorar la gestión dentro del área funcional de conservación, no es un aspecto fundamental para su funcionamiento.

En cuanto a los indicadores de la dimensión social se les asignó a los tres indicadores el mismo peso pues los tres contribuyen de manera intrínseca a reducir la vulnerabilidad del área funcional e involucran el trabajo y participación de la comunidad. Según Hocking *et al.* (2000) dentro del ciclo de manejo de áreas protegidas se incluyen aspectos sociales para la adecuación de los procesos y sistemas de gestión en relación a los objetivos de gestión de un sitio específico. Esta adaptación involucra indicadores relacionados con el manejo de los recursos naturales, aspectos socio-económicos e impactos de la gestión sobre las comunidades locales.

Cuadro 3. Indicadores de la capacidad adaptativa y pesos relativos a cada uno de ellos. Los pesos fueron asignados para la aplicación de la metodología de suma ponderada (ver texto para más detalles)

Dimensión Gestión			
a) Indicador	b) Verificador	c) Justificación	d) Peso
Representación intersectorial en el consejo local para la toma de decisiones. (Turismo, organismos del estado, organismos no gubernamentales, educación, investigación)	Mapa: zonas en las que se ubican cada uno de estos sectores e inversión de trabajo realizado (recursos humanos, financieros, cantidad de actividades).	La participación activa de diferentes sectores en el consejo local, contribuirá a desarrollar acciones desde diferentes perspectivas contribuyendo a una mejor gestión de los recursos naturales.	0.23809524
Presencia de personas encargadas de coordinar las actividades dentro del área funcional de conservación.	Mapa: zonas en las que principalmente trabaja este grupo de personas e inversión de trabajo realizado.	La existencia de un grupo de personas encargado de coordinar las actividades del área funcional facilitará la ejecución de las mismas.	0.23809524
Financiamiento para las actividades propuestas en el plan de trabajo y plan operativo del área funcional de conservación.	Mapa: hacia qué zonas del corredor se están dirigiendo los fondos existentes.	Contar con un presupuesto para el desarrollo de las diferentes actividades dentro del área funcional de conservación asegurará la ejecución de las diferentes acciones propuestas en el plan de trabajo y el plan operativo y la sostenibilidad en el tiempo.	0.19047619
Actividades dirigidas a fortalecer el capital natural del área funcional de conservación presentes en el plan de trabajo.	Mapa: zonas en las que se ubican las actividades diferenciadas según el tipo de actividad valoradas según la cantidad de trabajo que se invierte en cada una de ellas.	El fortalecimiento del capital natural dentro del área funcional de conservación contribuirá al mantenimiento de la viabilidad de poblaciones y comunidades de fauna y flora.	0.19047619

Articulación de los planes de trabajo del área funcional de conservación con los planes de manejo de las áreas silvestres protegidas que están en conectividad	Mapa: zonas en las que existen actividades articuladas con los planes de manejo de las áreas silvestres protegidas.	Contar con acciones que se vinculen a las áreas silvestres protegidas que se encuentran cerca de las unidades funcionales de conservación promoverá la conectividad en una escala de espacio más amplia.	0.14285714
Dimensión Social			
a)	Indicador	b)	Verificador
c)	Razón fundamental	d)	Peso
Grupos y organizaciones locales y otras organizaciones no pertenecientes al consejo local que desarrollan actividades para fortalecer el capital natural	Mapa: zonas en las que se ubican estos grupos y organizaciones valoradas según la inversión de trabajo realizado por cada una de ellas (humana, financiera, cantidad de actividades)	La presencia de otros grupos u organizaciones bien sea locales o externas con objetivos afines a los del área funcional de conservación contribuirá a la ejecución de actividades encaminadas a contribuir a la conservación de la biodiversidad en un rango de espacio más amplio	0.33333333
Actividades educativas, recreativas y culturales relacionadas con la conservación de los recursos naturales y el cambio climático	Mapa: áreas en las que se desarrollan las actividades valoradas según la cantidad de trabajo realizado en este tipo de actividades (talleres, charlas, cursos)	Las actividades de educación contribuyen a la creación de conciencia en la comunidad en cuanto al manejo y conservación de los recursos naturales	0.33333333
La población residente dentro del área funcional propician y permiten el desplazamiento de la fauna silvestre por sus fincas	Mapa: áreas que facilitan el desplazamiento de especies diferenciadas por tipo de actividad y valoradas según la presencia de la actividad.	La existencia de conectividad dentro del área funcional de conservación contribuye a la migración de las especies.	0.33333333

Análisis del contexto del territorio

La evaluación de vulnerabilidad obtenida a partir de la ecuación del IPCC (2007 señalada arriba), se complementó con un análisis de los capitales de la comunidad y de los impactos por las amenazas no climáticas. La comprensión de estos elementos puede ayudar a evaluar la naturaleza y magnitud de los impactos del cambio climático, detectar las principales fuentes de vulnerabilidad e identificar acciones para reducir o hacer frente a las amenazas en cada elemento de una manera más integral.

Capitales de la comunidad

Se evaluaron los recursos del sistema del CBPC, a través del enfoque de los capitales de la comunidad (Emery y Flora 2006, Bautista-Solis y Gutiérrez-Montes 2012). Para ello, como primera medida se realizó observación participante por medio de recorridos en los diferentes sectores del corredor. Se diseñó un protocolo de entrevista semi-estructurada que luego se implementó como entrevista grupal en cuatro sectores del corredor: Zona alta de Monteverde, Cuenca alta y media del Río Aranjuez, zona media y zona baja. Los participantes en las entrevistas son habitantes de diferentes comunidades de la región. Finalmente, se

construyó una aproximación del estado actual de los capitales de la comunidad (humano, social, cultural, físico-construido, financiero-productivo, político y natural).

Esté análisis permite la comprensión de los componentes de la vulnerabilidad desde el conocimiento local y según la percepción de las personas de los efectos del cambio climático que identifican sobre los recursos naturales. También, se identifican los recursos con los que cuentan las comunidades para implementar acciones dirigidas a la reducción de la vulnerabilidad bien sea aportando a reducir el impacto potencial o aumentar la capacidad adaptativa ante los cambios.

Amenazas no climáticas

Existen diversas amenazas o factores de estrés adicionales al cambio climático que ejercen presión sobre las especies y que causan pérdida de biodiversidad. Estas amenazas deben estar presentes en la evaluación de la biodiversidad pues muchas veces son estos factores los que tienen mayor influencia en la pérdida de las especies y no el cambio climático (Füssel 2007, Williamson 2012). Si no se ejecutan acciones sobre estas amenazas para reducirlas o eliminarlas, las acciones para combatir el cambio climático no serán tan efectivas y la capacidad de adaptación de las especies será mayor en la medida en que estos factores de estrés sean eliminados (Hopkins *et al.* 2007).

Cada una de las amenazas no climáticas se mapeó de manera participativa (Chambers 2006, Segarra 2002) con actores clave del corredor e información secundaria, con el fin de delimitar las zonas en las que está presente la problemática. Se tomó como referencia las amenazas no climáticas identificadas en el plan estratégico del CB las cuales fueron evaluadas según severidad (impacto en el sitio concreto donde se da la amenaza) y alcance (impacto en la extensión de la amenaza) (Isola *et al.* 2006). La evaluación se realizó en una escala nominal de acuerdo a su importancia relativa (Cuadro 4).

Cuadro 4. Calificación de las amenazas no climáticas y valores según su impacto, donde 1 muy bajo, 2 bajo, 3 medio, 4 alto y 5 muy alto.

Amenaza Externa	Valor
Caza y pesca	2
Deforestación	2
Agricultura sin medidas de mitigación ambiental	5
Contaminación urbana (aguas residuales y desechos sólidos)	5
Falta de alternativas para el desarrollo socio-económico sostenible	5
Desarrollo urbano	1
Quemas	4
Minería de productos materiales para la construcción	1
Colonización no planificada y asentamientos precarios	1
Tráfico de especies	3
Introducción de especies exóticas	3
Erosión y pérdida de suelo	3
Problemas de tenencia de tierra	1

RESULTADOS

Impacto potencial

Los cambios en el índice de área foliar (LAI) de la familia del Escenario B1 muestra que para la zona alta y más montañosa más del 66% de los escenarios de cambio climático simulan al menos un 30% de cambios en LAI, mientras que en la zona media entre un 33 y 66% de los escenarios indican cambios para este sector, y por último en la región más baja menos de un 33% de los escenarios muestran una disminución en los valores de LAI. Mientras que para la familia de escenarios A2 en la zona media y alta del corredor biológico un 90% de los escenarios de cambio climático simulan al menos un 30% de cambios en LAI y en la zona baja entre 50 y 66% de los escenarios indican cambios para ese sector (Figura 4).

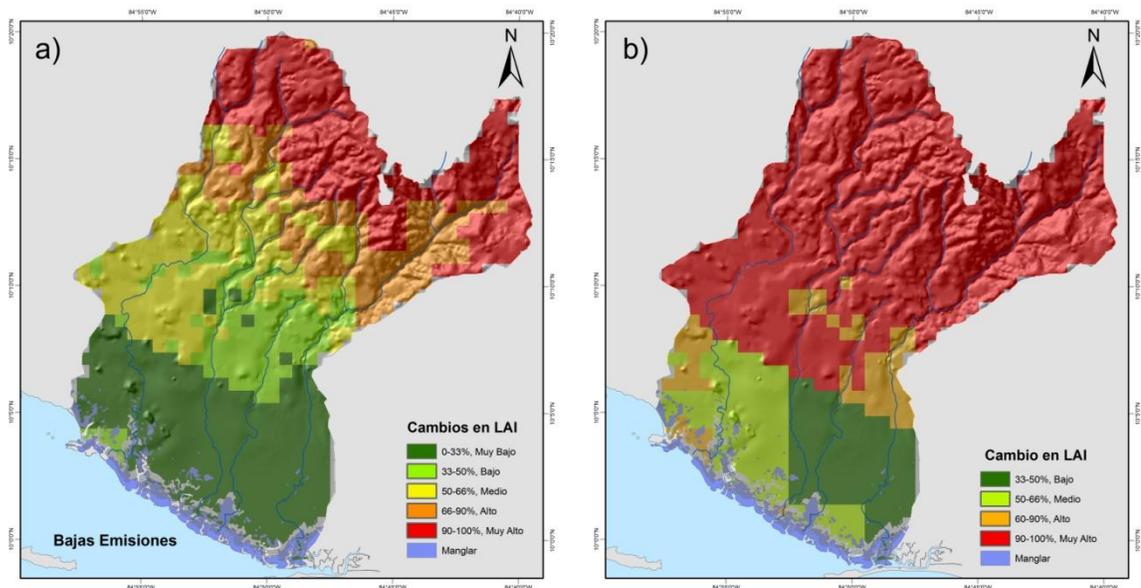


Figura 4. Cambios en el índice de área foliar bajo dos escenarios de emisiones. Los porcentajes representan el número de escenarios de cada familia que reflejan cambios en el índice de área foliar. a) Cambios en el Índice de Área Foliar del área de estudio para la familia de escenarios bajos (B1). b) Cambios en el Índice de Área Foliar del área de estudio para la familia de escenarios altos (A2).

En cuanto a la presencia de especies, es la zona alta donde actualmente se encuentra la mayor cantidad de especies, con más del 40% de las especies consideradas en el estudio, la zona baja cuenta con valores entre un 20 y 40% de las especies mientras que en la zona intermedia el rango se encuentra entre 0 y 40% en la presencia de especies. Bajo el escenario de cambio climático A1B, se observa que existirá un cambio en la distribución de las especies, puesto que la zona alta en un futuro tendrá presencia de más del 60% de las especies mientras que el resto del corredor contará con entre un 20 y 40% de las especies, evidenciando un desplazamiento de las especies de la zona más baja a la zona más alta; sin embargo se debe destacar que la zona baja mantiene el rango de 20 a 40% de las especies. De esta manera, hay zonas del corredor en las que va a aumentar la presencia de especies

(zona alta y media) mientras que en otras la presencia de especies va a disminuir (zona de transición entre la zona media y la zona alta) (Figura 5).

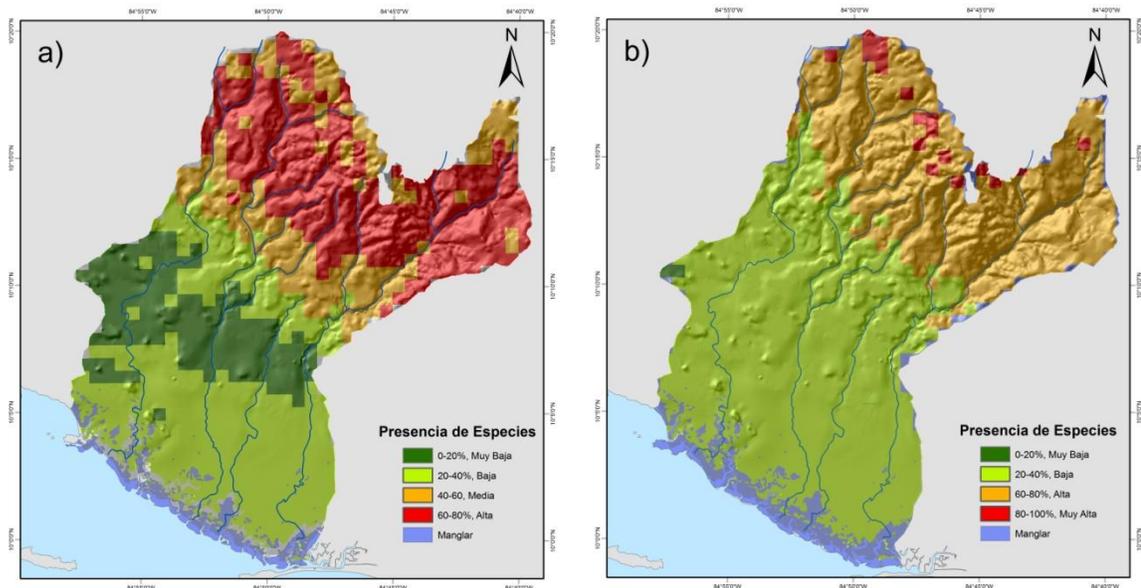


Figura 5. Distribución potencial actual y futura de especies en porcentaje según la presencia de especies. Se incluyen especies de cuatro grupos taxonómicos (flora, anfibios, reptiles y aves) en estado crítico, vulnerables y de importancia para Costa Rica. a) Distribución potencial actual b). Distribución potencial futura

Por otro lado, el corredor biológico cuenta con un área de bosque de 32 992 ha distribuidas por todo el paisaje, pero ciertas zonas presentan una mayor agrupación de los fragmentos de bosque. Según el análisis de fragmentación dentro del corredor biológico es la zona baja de la cuenca del Río Aranjuez la que tiene una mayor área de fragmentación del paisaje y la zona más alta (sector Cuenca alta de Aranjuez y sector de Monteverde) es la menos fragmentada. Sin embargo, el corredor biológico cuenta con un parche de bosque de más de 25000 ha que se encuentra conectado a lo largo de todo el paisaje con una distancia promedio entre parches entre 1 y 21m, lo que facilita las posibilidades reales de conectividad excluyendo la zona baja de la cuenca del Río Aranjuez, donde predominan los parches entre 1 y 21 ha (Figura 6).

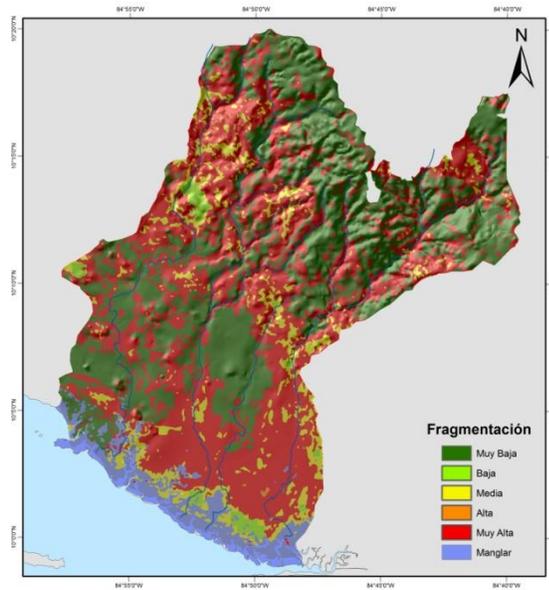


Figura 6. Estado de la fragmentación dentro del Corredor Biológico Pájaro Campana, Costa Rica

Así, el impacto potencial en el escenario B1 del corredor biológico se observa en la Figura 7 donde se evidencia que la parte más alta del corredor presenta áreas con un impacto potencial alto y medio, la zona media valores medio y bajo y la zona baja valores entre bajo y muy bajo, esto nos indica que el cambio climático no va a generar muchas consecuencias a nivel de ecosistema y de especies en la zona baja del corredor mientras que en la zona alta si van a existir cambios significativos. Bajo el Escenario A2 las zonas que presentan mayor afectación ya no solo corresponden a la zona alta sino que también compromete algunos sectores de la zona media y son muy pocos los sectores que presentarán un impacto potencial muy bajo desplazándose a los valores bajos y aquellos valores bajos del escenario B1 cambian a valores medio.

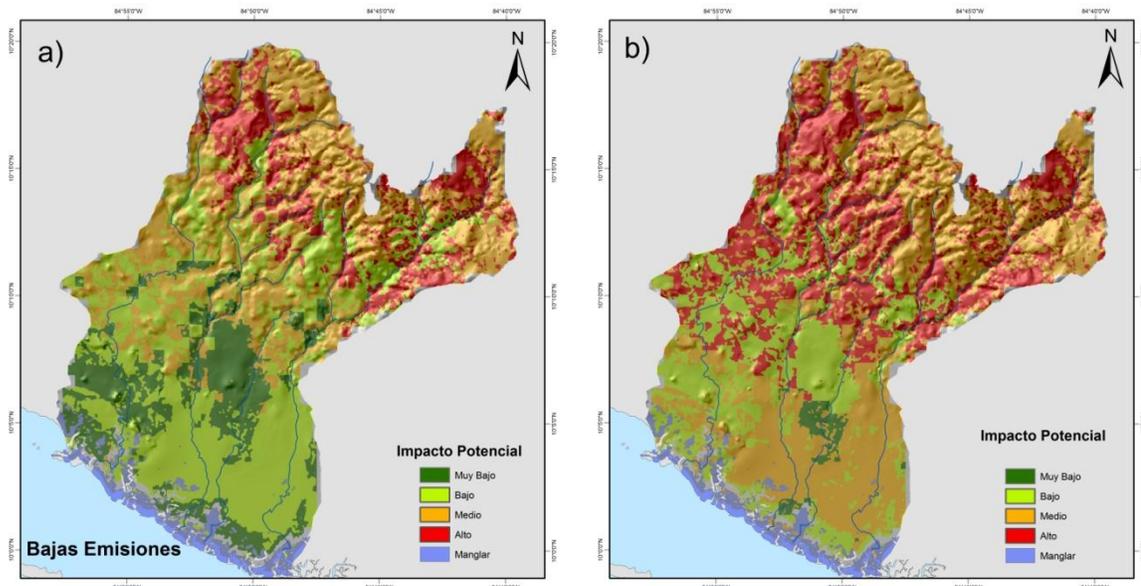


Figura 7. a) Impacto potencial del área de estudio según el escenario de emisiones B1. b) Impacto potencial del área de estudio según el escenario de emisiones A2.

Capacidad adaptativa

En cuanto a la capacidad adaptativa dentro del consejo local hay presencia de cinco sectores (investigación, turismo, ONG's, Academia/educación, Gobierno); el corredor cuenta con una persona encargada de la coordinación a medio tiempo; las fuentes de financiamiento se generan por los aportes de las instituciones miembro y los proyectos de cada una estas instituciones; las actividades que fortalecen al capital natural son: monitoreo de aves, monitoreo de aguas, reforestación y vigilancia y control; el corredor trabaja en conjunto con las áreas protegidas privadas presentes sin embargo no existen actividades vinculadas a las áreas protegidas que rodean al corredor; existen organizaciones fuera del consejo local que contribuyen con el fortalecimiento del capital natural como Neotrópica, CONARE, ADETSAS, ACEPESA, Comité ecológico de Judas, Juventud rural de Aranjuez; las actividades de educación ambiental dentro del corredor son realizadas por el CCT y ACM quienes imparte talleres en escuelas de la zona alta del corredor, y el desplazamiento de especies propiciado por los habitantes se da más que todo por la presencia de cercas vivas y cortinas rompevientos.

En la capacidad adaptativa del corredor biológico, se evidenció 3 sectores diferenciados, la zona baja presenta valores de capacidad adaptativa baja, la zona media con una capacidad adaptativa muy baja y la zona alta presenta una capacidad adaptativa alta (Figura 8). Sin embargo, existe una zona de transición entre la zona media y la zona alta que presenta valores de capacidad de adaptación media (zona este) y baja (zona oeste).

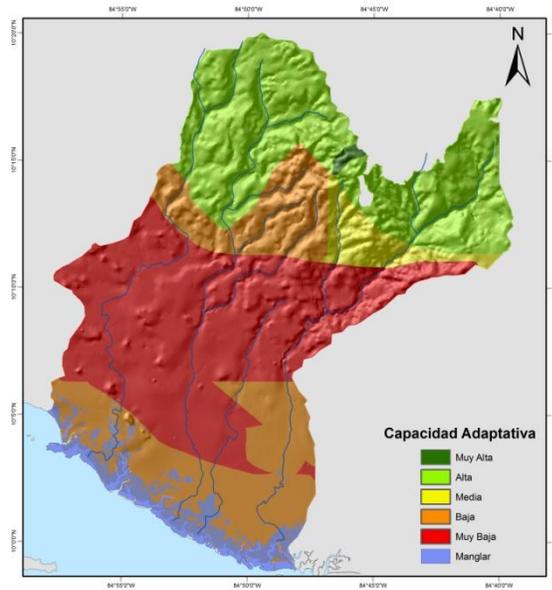


Figura 8. Capacidad adaptativa del área de estudio.

Vulnerabilidad

La Figura 9 muestra la vulnerabilidad del corredor biológico. Se evidencia que el sector más vulnerable bajo el escenario de emisiones B1 se encuentra en la parte media de corredor con una vulnerabilidad alta, la zona baja en su mayoría presenta valores de vulnerabilidad media con algunos sectores con valores bajos mientras que en la parte alta del corredor predominan los valores bajos aunque presenta algunas zonas con valores medios. El 60% del corredor biológico presenta una vulnerabilidad media, 24% vulnerabilidad baja y 16% vulnerabilidad alta. Analizada la vulnerabilidad bajo el escenario de emisiones A2, en general se mantienen los 3 sectores antes mencionados pero la vulnerabilidad media aumenta a alta en un sector de la parte baja del corredor. De esta manera, bajo este escenario la vulnerabilidad media disminuye a un 57%, la vulnerabilidad alta aumenta a un 26% y la vulnerabilidad baja disminuye a 17%.

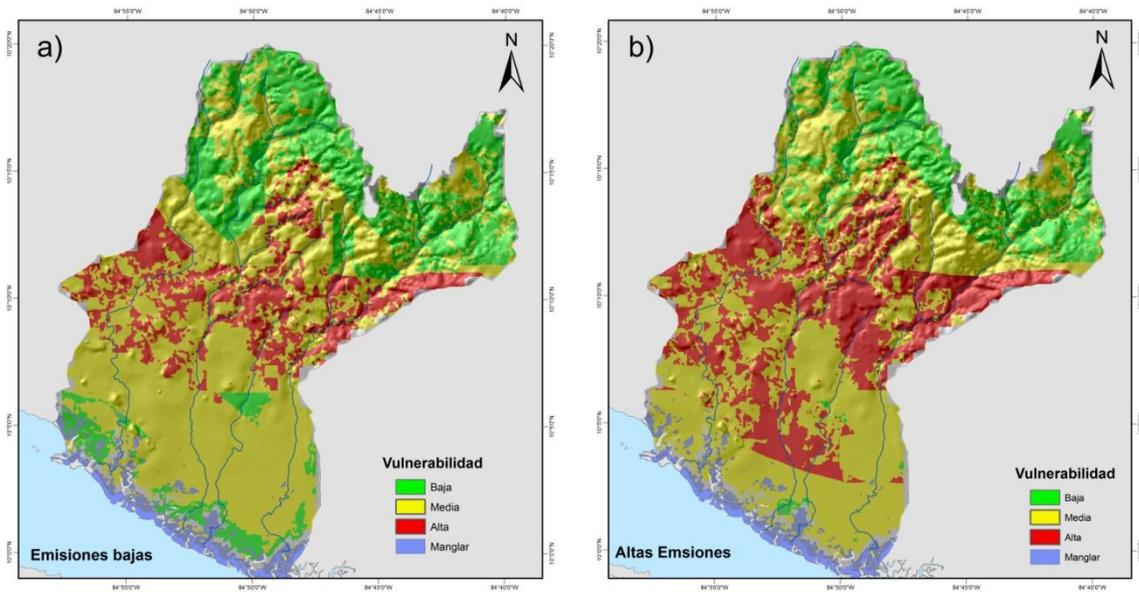


Figura 9. a) Vulnerabilidad del área de estudio según el escenario de emisiones B1, b) Vulnerabilidad del área de estudio según el escenario de emisiones A2.

Capitales de la comunidad

El análisis de los capitales permitió tener una aproximación a la realidad del territorio y entender las dinámicas generales del mismo. Además de encontrar una mayor diferenciación del territorio, puesto que en el análisis de vulnerabilidad se definen 3 sectores mientras que a nivel de capitales de la comunidad se pueden definir 4: zona alta de Monteverde, zona alta y media de la cuenca del río Aranjuez, zona media y zona baja, cada uno con sus características y recursos.

Dentro del capital natural se identificaron algunos elementos del ecosistema sensibles al cambio climático y que pueden acrecentar los impactos del cambio climático sobre la biodiversidad, según la percepción de los habitantes de la región. Es el caso del recurso hídrico, donde la comunidad reconoce que en los últimos años ha aumentado la sequía y la disponibilidad de agua dentro del territorio es menor, en los cuatro sectores identificados dentro del corredor. Así mismo, esta exploración permitió identificar factores que pueden contribuir a reducir la vulnerabilidad del corredor bien sea aportando a reducir el impacto potencial o aumentar la capacidad adaptativa (Cuadro 5).

Amenazas no climáticas

Al realizar la evaluación de amenazas no climáticas se observa que el impacto es inverso al impacto causado por el cambio climático puesto que en este caso la zona baja es la más afectada por amenazas ajenas al cambio climático mientras que la parte alta es la menos impactada, el sector medio presenta valores de bajo en la zona baja y medio en la zona media- alta del corredor (Figura 8).

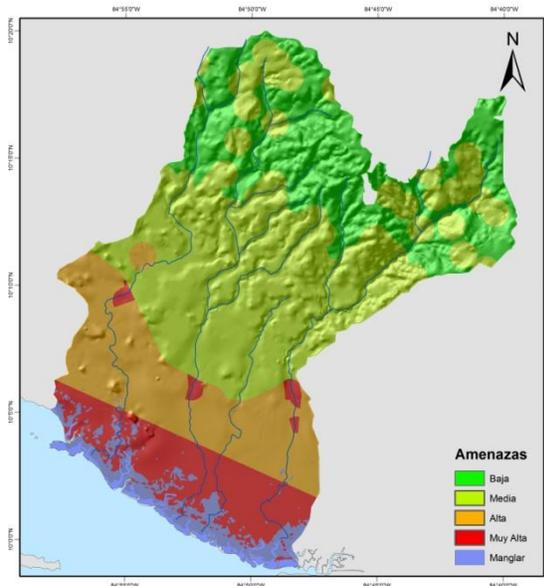


Figura 10. Impacto de las amenazas no climáticas en el área de estudio.

DISCUSIÓN

Existen diferentes estudios que proponen metodologías para evaluar la vulnerabilidad al cambio climático y definen la importancia de este tipo de análisis (Carter *et al.* 1994, Feenstra *et al.* 1998, Lim and Spanger-Siegfried 2005, Harley *et al.* 2010, Gitay *et al.* 2011, Gleeson *et al.* 2011, Glick *et al.* 2011). Sin embargo, son pocos los estudios que se han llevado a cabo para el análisis de vulnerabilidad de la biodiversidad. Países como Australia, Canadá, Chile, Perú e Inglaterra han desarrollado estudios de vulnerabilidad para la biodiversidad del país (Mitchel *et al.* 2007, Lemmen *et al.* 2008, Steffen *et al.* 2009, USAID 2011, Marquet *sfj*). No obstante, a nivel local son pocos los estudios que evalúan la vulnerabilidad de la biodiversidad y más bien han estado dirigidos a ecosistemas o especies específicas (Johnston *et al.* 2009, Aubry *et al.* 2011, BIOMARC-USAID 2013). Es entonces el presente estudio un primer paso en los análisis de vulnerabilidad para la biodiversidad en áreas funcionales para la biodiversidad.

Los análisis de vulnerabilidad son un mecanismo que permiten identificar impactos del cambio climático sobre la biodiversidad. Se conoce que los cambios climáticos alteran los sistemas naturales y que es una de las grandes amenazas en la distribución terrestre de los ecosistemas puesto que la vegetación natural es sensible a los cambios de temperatura (Emanuel *et al.* 1985). Según Jiménez *et al.* (2010), en Centroamérica las zonas de vida más afectadas por el cambio climático serán las distribuidas en los pisos altitudinales premontano y montano, y Karmalkar *et al.* (2008) mostraron que son las tierras altas de Costa Rica las que experimentarán los mayores cambios en temperatura y precipitación comparados con las zonas bajas, esto implica cambios en la nubosidad y por ende cambios en los tipos de vegetación, lo que convierte a los ecosistemas nubosos uno de los más afectados comparado con los ecosistemas de tierras bajas.

Cuadro 5. Capitales de la comunidad por sectores dentro del Corredor Biológico Pájaro Campana.

	Zona Alta Monteverde	Zona Cuenca Alta y medio del río Aranjuez	Zona Media	Zona Baja
Capital Humano	<ul style="list-style-type: none"> Nivel de educación alto Capacitaciones en temas vigilancia RRNN y formulación de proyectos. Líderes comunitarios activos. Presencia de líderes funcionarios de instituciones y ONG's 	<ul style="list-style-type: none"> Nivel de educación alto Capacitaciones en temas de BPA, tecnologías limpias. Líderes poco reconocidos por la comunidad. 	<ul style="list-style-type: none"> Nivel de educación medio Capacitaciones en temas de agricultura, manipulación de alimentos. Líderes reconocidos y participativos 	<ul style="list-style-type: none"> Nivel de educación bajo Capacitaciones en temas de manipulación de alimentos, manejo de desechos sólidos, fortalecimiento de grupos. Líderes participativos.
Capital Social	<ul style="list-style-type: none"> Organizaciones que fomentan el manejo de recursos naturales Presencia de organizaciones comunitarias con baja participación 	<ul style="list-style-type: none"> Pocas organizaciones que fomentan el manejo de los recursos naturales Presencia de organizaciones comunitarias con baja participación 	<ul style="list-style-type: none"> No se reconocen organizaciones que fomenten el manejo de los recursos naturales Desconocimiento del CBPC Presencia de organizaciones comunitarias con baja participación 	<ul style="list-style-type: none"> Pocas organizaciones que fomentan el manejo de los recursos naturales Presencia de organizaciones comunitarias con participación media
Capital Cultural	<ul style="list-style-type: none"> Orgullosos por ser una zona privilegiada en clima y biodiversidad Enfoque de conservación de los recursos naturales y conciencia ambiental Actividades que afectan los RRNN: turismo sin control, extracción de madera, ganadería, extracción de material de los ríos 	<ul style="list-style-type: none"> Orgullosos por ser una zona privilegiada en clima y biodiversidad Actividades que afectan los RRNN: Reparación de caminos, caza, cultivos de hortaliza, ganadería extensiva, agroquímicos 	<ul style="list-style-type: none"> No se sienten identificados con algún aspecto dentro de su región Actividades que afectan los RRNN: Tala de árboles, extracción de material de los ríos, quemas 	<ul style="list-style-type: none"> No se sienten identificados con algún aspecto dentro de su región Actividades que afectan los RRNN: tala de bosques, tala de manglar, pesca indiscriminada, quemas, ganadería y agricultura, extracción de material de los ríos
Capital Físico- Construido	<ul style="list-style-type: none"> Presencia de escuelas en todas las comunidades, 3 Colegios, 3 Universidades Infraestructura para atender turistas 	<ul style="list-style-type: none"> Presencia de escuelas en todas las comunidades, 2 Colegios Turistas se hospedan en las viviendas 	<ul style="list-style-type: none"> Presencia de escuelas en todas las comunidades, 1 secundaria, 1 Colegio nocturno (CINDEA) No hay infraestructura para atender turistas 	<ul style="list-style-type: none"> Presencia de escuelas en todas las comunidades, 2 Colegios Poca infraestructura para atender turistas y de mala calidad
Capital Financiero- Productivo	<ul style="list-style-type: none"> Turismo (70%) Ganadería y Lechería (20%) Agricultura (10%) 	<ul style="list-style-type: none"> Actividades agropecuarias (Hortalizas, pepino, caña, café) Turismo Rural 	<ul style="list-style-type: none"> Ganadería 	<ul style="list-style-type: none"> Pesquería (80%) Ganadería, salineras, camaronerías, cultivos agroindustriales, cultivos hortalizas, legumbres y maíz
Capital Político	<ul style="list-style-type: none"> Autoridades: fuerzas pública, SINAC, MAG y municipalidad No se reconocen autoridades encargadas del control de amenazas de cambio climático PSA Poco conocimiento de las leyes 	<ul style="list-style-type: none"> Autoridades: Alcalde, Fuerza Pública, SENASA y Fitosanitaria, MINAE No se reconocen autoridades encargadas del control de amenazas de cambio climático. PSA Poco conocimiento de las leyes 	<ul style="list-style-type: none"> Autoridades: Delegación rural de policía, Municipalidad. No se reconocen autoridades encargadas del control de amenazas de cambio climático No hay PSA Poco conocimiento de las leyes 	<ul style="list-style-type: none"> Autoridades: Consejo Municipal, Fuerza Pública, Incopesca, Guardacostas No se reconocen autoridades encargadas del control de amenazas de cambio climático Poco conocimiento de las leyes No hay PSA
Capital Natural	<ul style="list-style-type: none"> Bosque Nuboso, ríos y cascadas, biodiversidad Reserva de Santa Elena, Reserva Biológica de Monteverde, Reserva de San Luis, Bosque Eterno de los Niños Mayores sequías. Disminución en la cantidad de agua. Aumento de la cobertura boscosa Amenazas: pérdida de especies y recursos naturales, disminución servicios ambientales, migración e inmigración de especies, aumento de plagas 	<ul style="list-style-type: none"> Bosque Nuboso, ríos, biodiversidad Mayores sequías e inundaciones. Disminución en la cantidad de agua Amenazas CC: aumento de plagas, migración e inmigración de especies, presencia de plantas invasoras 	<ul style="list-style-type: none"> Bosque Seco Mayores sequías y lluvias torrenciales. Disminución en la cantidad de aguas Amenazas CC: migración de especies 	<ul style="list-style-type: none"> Manglar, ríos, playas y mar Reserva Ensenada Lodge, Laguna de Oroquí Mayores sequías y disminución de lluvias. Disminución en la cantidad de aguas. Regeneración de bosque de manglar Amenazas CC: migración de especies, disminución mantos acuíferos, pérdida de cosechas, reducción en cantidad de peces

Según el análisis de impacto potencial de este estudio el bosque nuboso de Monteverde y de la cuenca alta del río Aranjuez son los que mayor impacto potencial presentan a causa de los efectos del cambio climático mientras que la zona baja del corredor será la menos afectada, estos resultados están acordes con lo encontrado por Jiménez *et al.* 2010 y Karmalkar *et al.* (2008). Para el caso del corredor biológico estos resultados tienen grandes implicaciones puesto que Monteverde es considerado uno de los sitios de importancia para la conservación de la biodiversidad por su diversidad de especies (Lawton *et al.* 2001), además de reportarse estudios que muestran alteraciones en las comunidades de aves, reptiles y anfibios de la región a causa del calentamiento global (Pounds *et al.* 1999, Pounds *et al.* 2005).

Por su parte, la zona baja presenta un impacto potencial bajo y esto puede atribuirse al tipo de uso de suelo que existe en este sector, puesto que una gran extensión de este territorio está compuesto por sistemas de monocultivos de piña, sandía y melón. El modelo utilizado en este estudio LAI, considera la vegetación leñosa, árboles o arbustos (Neilson 1995, Imbach 2012) por lo cual se evidencian menores cambios en LAI debido al tipo de ecosistema presente en este sector. Igualmente, debido al tipo de ecosistema este sector cuenta con una menor cantidad de especies vulnerables, amenazadas o en estado crítico. No obstante, cabe resaltar que la matriz de esta porción del territorio existe una mayor fragmentación lo que genera mayores barreras para el desplazamiento libre de las especies (Bennet 1998).

TNC *et al.* (2011), en su evaluación de vulnerabilidad en la Cuenca Gunnison, encontraron que los ecosistemas más afectados serían aquellos de montaña comparado con los ecosistemas de bajas elevación, al igual que en este estudio. Además reconocen que los pastos y arbustos son más tolerantes a las condiciones de sequía y calor que los bosques por tener mayor capacidad de invadir áreas de bosque perdidas.

También, se debe destacar que dentro de la zona baja del corredor se encuentra una porción de manglar que si bien en este estudio no se toma en cuenta, otros estudios revelan que son ecosistemas sensibles al cambio climático (Yañez-Arancibia 1998, Gilman *et al.* 2008, Elisson and Zouh 2012, BIOMARC-USAID 2013) y de gran importancia por mantener la biodiversidad de los ecosistemas costeros y la conectividad con los ecosistemas terrestres.

Dentro de los análisis de impacto potencial sería de utilidad contar con un estudio previo de conocimiento ecológico, de forma que se identifiquen las características biológicas del sistema, sus procesos ecológicos y las interacciones con el ambiente abiótico con el fin de conocer cuáles son los objetos de conservación más importantes para el sistema (TNC 2000) y no sesgar los resultados únicamente a las especies vulnerables y en peligro, de esta manera se contribuye al manejo y planificación de adaptación con los componentes ecológicos más relevantes del sistema.

Por otro lado, algunos de los estudios que evalúan la vulnerabilidad de la biodiversidad, describen la vulnerabilidad de la biodiversidad basados en el impacto potencial sin considerar aspectos de la capacidad adaptativa autónoma de las especies ni la capacidad adaptativa planificada y a partir de estos se definen estrategias de adaptación (Natural England 2009a, 2009b, 2009c, CONANP 2010, Halosfky *et al.* 2011, TNC *et al.* 2011). Por su parte, Enquist y Gori (2008), evalúan la vulnerabilidad sin referirse específicamente a la capacidad adaptativa, pues consideran que la biodiversidad nativa es probable que sea vulnerable a los cambios rápidos y abruptos del cambio climático a pesar de la capacidad adaptativa de las especies. Por otro lado, Natural England (2011), dentro de su análisis de vulnerabilidad consideraron la capacidad adaptativa a partir de la extensión de redes ecológicas que dan un estimado de permeabilidad; la heterogeneidad topográfica, la diversidad de tipo de suelos y la cobertura de usos de suelo y Harley (2010) tomaron como referencia medidas proxy para identificar parámetros ecológicos (distribución, tamaño y tendencia de la población, y habilidad de dispersión de las especies que limitan su capacidad adaptativa), aunque consideran que los datos disponibles fueron insuficientes. Speakman *et al.* 2013, Aspeden *et al.* 2013 y Wilson *et al.* 2013, consideraron la capacidad adaptativa de los diferentes elementos de la biodiversidad bien sea a partir de su capacidad de mantener su valor a través del movimiento a medida que se dan cambios en la composición del hábitat o por sus procesos naturales o manejados. Esto evidencia que aún existen vacíos en el entendimiento y disponibilidad de datos de la capacidad adaptativa de la biodiversidad y que no existe una única manera para abordarla. Dada la necesidad de enfrentar el cambio climático lo antes posibles y siguiendo el principio precautorio los estudios de vulnerabilidad se pueden enfocar de diferentes formas y abordar la capacidad adaptativa según los recursos y disponibilidad de datos.

En este estudio entonces se abordó la capacidad adaptativa en función de la gestión del corredor biológico, pues de esta manera se contribuye a la capacidad planificada. Desde el punto de vista espacial, el comportamiento observado de los valores de la capacidad adaptativa es inverso a lo encontrado para los valores del impacto potencial. Zonas de alto impacto potencial tienen capacidad adaptativa alta mientras que las zonas con menor impacto potencial presentan una capacidad adaptativa baja. Estos resultados de capacidad adaptativa están muy influenciados por el trabajo realizado por el consejo local del corredor biológico puesto que las instituciones que conforman el consejo se encuentran en su mayoría ubicadas en la parte alta del corredor sector de Monteverde y los esfuerzos para implementar acciones se enfocan hacia esta zona.

Por otro lado, el análisis de capitales de la comunidad contribuyó a complementar la información obtenida mediante la evaluación de biodiversidad. En primera instancia tanto el capital humano como el social complementan el análisis de la capacidad adaptativa del corredor biológico, pues es posible identificar las habilidades instaladas de la población, así

como la existencia de organizaciones con las cuales se pueden crear alianzas para ejecutar acciones. Además, el capital cultural confirma las amenazas ajenas al cambio climático presentes en los diferentes sectores del corredor según la percepción de los pobladores, mientras que el capital físico-construido permitió registrar instituciones académicas que se podrían vincular a los procesos de capacitación en temas relacionados con el calentamiento global y que por ende, podrían contribuir a fortalecer la capacidad adaptativa. Entre tanto, el capital financiero-productivo mostró las actividades productivas que se desarrollan dentro del corredor y de esta manera se puede convertir en una base para dirigir estrategias de amoldamiento ligadas a estas prácticas. Desde la perspectiva del capital político se pudo observar las autoridades e instituciones que se podrían vincular al proceso de planificación, además de reconocer los sectores donde se están implementando políticas de conservación. Por último, el capital natural deja examinar los recursos con los que cuenta la comunidad y reafirma el resultado del impacto potencial evaluado.

Por su parte, el estudio de las amenazas no asociadas al cambio climático es un factor importante a tener en cuenta en el momento de definir estrategias para la adaptación del cambio climático puesto que en algunas ocasiones los impactos sobre la biodiversidad se deben más a este tipo de problemáticas que a aquellas provocadas por los cambios en temperaturas y precipitación y varían según las regiones y el territorio evaluado (Füssel 2007, Hopkins *et al.* 2007, Williamson 2012). Dentro de las amenazas no climáticas identificadas en el estudio una de las que mayor impacto sobre la biodiversidad presentan es la agricultura sin medidas de mitigación. Mitchell *et al.* (2007) determinan las prácticas agrícolas como una de las mayores amenazas para una alta proporción de especies y hábitats. Estos autores, también reconocen dentro de su estudio la urbanización y desarrollo en las costas como una amenaza para las especies y hábitats. Dentro del CBPC estas amenazas también están presentes y son causa de destrucción de los hábitats existentes. Además, este tipo de amenazas son fácilmente identificadas por los pobladores locales, lo que los hace estar motivados a implementar acciones sobre estas amenazas.

Existen algunas limitantes dentro del proceso de análisis del territorio y evaluación de vulnerabilidad aquí propuesto. Para el impacto potencial, los datos utilizados para determinar los cambios en la vegetación del territorio provienen de un modelo regional calibrado para todo Mesoamérica, dado que el área de estudio comprende aproximadamente 60 000 ha dentro del territorio de Costa Rica, dicho modelo puede subestimar o sobrevalorar los cambios en la vegetación. Para estudios de biodiversidad sería recomendable utilizar modelos a una escala más fina (Raper y Giorgi 2005). Aún así, si se sigue el principio precautorio de iniciar medidas de adaptación en las zonas vulnerables, este análisis contribuye a identificar dichas zonas y es un punto de partida para implementar los procesos de adaptación.

Dentro del componente de capacidad adaptativa, en este estudio solo se consideró la las medidas relacionadas con la adaptación planificada, debido a que no existían datos de la capacidad autónoma de las especies. La adaptación planificada no toma en consideración las características de las especies y sus formas de responder ante los efectos del cambio climático. Por esto, para contar con estudios más robustos sería importante considerar también la adaptación autónoma de las especies (Parry *et al.* 2007). Así mismo, el componente de capacidad adaptativa se evaluó de manera participativa con miembros del consejo local del Corredor Biológico, esto puede generar percepciones subjetivas en el momento de establecer la valoración para cada uno de los indicadores. Una manera de abordar esta limitante sería a través de una triangulación con los actores y beneficiarios del corredor de manera que se cuente también con la percepción de personas ajenas al grupo que gestiona el Corredor.

Por su parte, en la evaluación de los capitales de la comunidad la disponibilidad de tiempo para ejecución de talleres y la capacidad de convocatoria, fueron dos elementos que dificultaron el proceso. Dentro de los procesos participativos es necesario contar con periodos de tiempo más largos que permitan profundizar en los temas del diagnóstico y así tener una mayor comprensión de las dinámicas del territorio.

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

El análisis integral de la vulnerabilidad ante el cambio climático del CBPC, a través de la evaluación de vulnerabilidad, los capitales de la comunidad y las amenazas no climáticas permite visualizar el territorio desde diferentes perspectivas, entender las dinámicas del sistema y reconocer las debilidades y fortalezas que se encuentran relacionadas con la biodiversidad. Así, puede contribuir al diseño de estrategias que reduzcan los impactos potenciales y fortalezcan la capacidad adaptativa y de esta manera reducir la vulnerabilidad de la biodiversidad.

La disponibilidad de datos sobre la capacidad adaptativa autónoma de las especies es una limitante en los análisis de vulnerabilidad de la biodiversidad. En esta medida, el uso de la capacidad adaptativa planificada es una opción que permite tener aproximaciones de la vulnerabilidad y de esta manera tener una base para el establecimiento de estrategias.

Este estudio contribuye a generar información en el análisis de vulnerabilidad para la biodiversidad a escala local. Así mismo, es un primer paso en estudios de vulnerabilidad a nivel de corredores biológicos en Costa Rica y se convierte en un modelo a seguir y que motive el desarrollo de estos estudios en otras áreas funcionales de conservación de biodiversidad del país.

Los resultados obtenidos del análisis de vulnerabilidad permiten visualizar las zonas más vulnerables dentro del corredor biológico y se convierte en la base para determinar

estrategias de adaptación que contribuyan a disminuir dicha vulnerabilidad. Las estrategias de adaptación deben empezar a implementarse con el conocimiento actual que se tiene sobre los efectos del cambio climático, reconociendo que el nivel de incertidumbre puede ser alto y que existen vacíos de información. En esta medida los procesos de monitoreo serán importantes para adaptar las estrategias a medida que se profundiza en el entendimiento de cambio climático sobre los ecosistemas.

El corredor biológico presenta zonas marcadas de vulnerabilidad al cambio climático y cada uno de ellos tiene realidades diferentes. La zona alta presenta impacto potencial alto, la zona media capacidad adaptativa baja y la zona baja amenazas altas. Por lo cual, cada uno de estos sectores debe ser manejado diferente y en la búsqueda de reducir la vulnerabilidad las acciones deben ir encaminadas a fortalecer las debilidades de cada uno de los sectores.

Para tener resultados más precisos hace falta contar con estudios que permitan identificar los atributos ecológicos del sistema con el fin de evaluar la vulnerabilidad con especies que son de vital importancia para el funcionamiento del mismo.

Los capitales de la comunidad identifican recursos con los que el corredor biológico puede contar para mejor la gestión y lograr una mayor participación en pro de reducir el impacto potencial y aumentar la capacidad adaptativa.

Los mapas son instrumentos importantes para la toma de decisiones, sin embargo se hace necesario mirarlos de manera integral y no como unidades separadas puesto que esto puede llevar a toma de decisiones erróneas.

AGRADECIMIENTOS

Los autores agradecen a los miembros del consejo local del Corredor Biológico Pájaro Campana y a cada uno de los participantes de los diferentes talleres por abrir sus puertas y contribuir con los insumos necesarios para el desarrollo de esta investigación.

LITERATURA CITADA

- Aspen, L; Macgregor, N; Van Dijk, N; Darch, G; Neale, A. 2013. Assessing the potential consequences of climate change for England's landscapes: Sherwood. Natural England, 102 p.
- Aubry, C., Devine, W., Shoal, R., Bower, A., Miller, J., Maggiulli, N. 2011. Climate change and forest biodiversity: A vulnerability assessment and action plan for national forest in Western Washington. United States, United States Department of agriculture, Forest Service, Pacific Northwest Region, 310 p.
- Bautista-Solis, P; Gutiérrez-Montes, I (eds). 2012. Capitales de la comunidad y la conservación de los recursos naturales: El caso del Corredor Biológico Tenorio-

- Miravalles. 1ª ed. Turrialba, CR. CATIE.135 p. (Serie técnica. Boletín Técnico/CATIE; No. 49)
- Bellard, C; Bertelsmeier, C; Leadley, P; Thuiller, W; Courchamp, F. 2012. Impacts of climate change on the future biodiversity. *Ecology Letters* 2012
- Bennett, AF. 1998. Linkages in the landscape: the role of corridors and connectivity in wildlife conservation. Cambridge. IUCN Forest Conservation Programme. 254 p.
- BIOMARC-USAID. 2013. Vulnerabilidad y escenarios bioclimáticos de los sistemas marino-costeros a nivel del Caribe centroamericano. San José, Costa Rica. 80 p.
- Brooks, N. 2003. Vulnerability, risk and adaptation: A conceptual framework. Tyndall Centre for Climate Change Research and Centre for social and economic research on the global environment (CSERGE) School of Environmental Sciences, University of East Anglia. Norwich NR4 7TJ. 18 p. (Tyndall Centre Working Paper; No. 38)
- Canet, L. 2011. Metodología para la evaluación de la efectividad del manejo de corredores biológicos. Turrialba, CR: CATIE. 32 p. (Serie técnica. Informe técnico/CATIE; no. 386)
- Carter, T.R., M. L. Parry, H. Harasawa, and S. Nishioka (eds.). 1994. IPCC Technical Guidelines for Assessing Climate Change Impacts and Adaptations. Department of Geography, University College, London.
- Chapin, FS; Lovcraft, AL; Zavaleta, ES; Nelson, J; Robards, MD, Trainor, SF; Peterson, GD; Huntington, HP; Naylor, RL. 2006. PNAS 103(45): 16637-16643
- Chambers, R. 2006. El mapeo participativo y los sistemas de información geográfica: ¿De quién son los mapas? ¿Quién se empodera y quién se desempodera? ¿Quién gana y quién pierde? *EJISDC* 25 (2): 1-12
- CONANP (Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas). 2010. Estrategia de cambio climático para áreas protegidas. Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas, SEMARNAT. México. 22 p.
- Ellison, J and Zouth, I. 2012. Vulnerability to climate change of mangroves: Assessment from Cameroon, Central Africa. *Biology* 1: 617-638
- Emanuel, WR; Shugart; HH, Stevenson, MP. 1985. Climate change and the broad-scale distribution of terrestrial ecosystem complexes. *Climatic Change* 7: 29-43
- Emery, M y Flora, C. 2006. Spiraling-Up: Mapping Community Transformation with Community Capitals Framework. *Community Development* 37(1):19-35.
- Enquist, C y Gori, D. 2008. Implications of recent climate change on conservation priorities in New Mexico. The Nature Conservancy. Mexico, x+69 p.
- Feenstra, J; Burton, I; Smith, JB; y Tol, R (eds.) 1998. Handbook on Methods for Climate Change Impact Assessment and Adaptation Strategies. Institute for Environmental Studies, Free University, Amsterdam.
- Füssel, HM y Klein, RJT. 2006. Climate change vulnerability assessments: an evolution of conceptual thinking. *Climatic Change* 75: 301-329
- _____, HM. 2007. Adaptation planning for climate change: concepts, assessment approaches, and key lessons. *Sustainable Science* 2: 265-275
- Gilman, EL; Ellison, J; Duke, NC; Field, C. 2008. Threat to mangroves from climate change and adaptation options. *Aquatic Botany* 89(2): 237-250

- Gitay, H., Finlayson, CM., Davidson, N. 2011. A framework for assessing the vulnerability of wetlands to climate change. Ramsar Technical Report No 5/CBD Technical Series No 57. Ramsar Convention Secretariat, Gland, Switzerland & Secretariat of the Convention on Biological Diversity. Montreal Canada. 18 p.
- Glick, P; Stein, B.A; Edelson, N. eds. 2011. Scanning the Conservation Horizon: A Guide to Climate Change Vulnerability Assessment. Washington D.C.: National Wildlife Federation. 170 p.
- Granizo T. y Castro, M. 2006. Estrategias. En: Granizo, T; Molina, ME; Secaira, E; Herrera, B; Benítez, S; Maldonado, O; Libby, M; Arroyo, P; Isola, S; Castro, M. Manual de planificación para la conservación de áreas, PCA. Quito: TNC y USAID, 206 p.
- Halofsky, JE; Peterson, DL; O'Halloran, KA; Hawkins-Hoffman, C. (eds.) 2011. Adapting to climate change at Olympic National Forest and Olympic National Park. U.S Department of Agriculture, Forest Service. Portland, Oregon. 131 p.
- Harley, M., Chambers, T., Hodgson, N., van Minnen, J., Pooley, M. 2010. A methodology for assessing the vulnerability to climate change of habitats in the Natura 2000 network. ETC/ACC Technical Paper 2010/14. European Topic Centre on Air and Climate Change. The Netherlands. 22 p.
- Hocking, M.; Stolton, S. and Dudley, N. 2000. Evaluating effectiveness: A framework for assessing the management of protected areas. IUCN, Gland, Switzerland and Cambridge, UK. X + 121 p.
- Hopkings, JJ; Allison, HM; Walmsley, CA; Gaywood, M; Thurgate, G. 2007. Conserving biodiversity in a changing climate: guidance on building capacity to adapt London, DEFRA, 28 p.
- Imbach, P; Molina, L; Locatelli, B; Roupsard, O; Mahe, G; Neilson, R; Corrales, L; Scholze, M; Ciais, P. 2012. Modelling potential equilibrium states of vegetation and terrestrial water cycle of Mesoamerica under climate change scenarios. Journal of Hydrometeorology 13: 665- 680
- _____; Bouroncle, C; Corrales, L. 2013. Análisis de vulnerabilidad al cambio climático de las áreas silvestres protegidas terrestres y corredores biológicos de Costa Rica. Programa de Cambio Climático y Cuencas. CATIE. Turrialba, Costa Rica.
- IPPC (Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático). 2007. Cambio Climático 2007. Informe de Síntesis. Contribución de los grupos de trabajo I, II y III al Cuarto Informe de evaluación del Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el cambio climático. Edición a cargo de Pachauri RK; Eysinger A. OMM-PNUMA. IPCC Ginebra, Suiza, 104 p.
- Isola, S; Secaira, E; M, Molina, ME; Granizo, T. 2006. Presiones. En Granizo, T; Molina, ME; Secaira, E; Herrera, B; Benitez, S; Maldonado, O; Libby, M; Arroyo, P; Isola, S; Castro, M. Manual de planificación para la conservación de áreas, PCA. Quito, TNC, USAID. 206 p.
- Jimenez, M; Chain, A; Locatelli, B. 2010. Efectos del cambio climático en la distribución de zonas de vida en Centroamérica. Recursos Naturales y Ambiente 59-60: 32-40

- Johnston, M; Camagna, M; Gray, P; Kope, H; Ogden, A; O'Neill, GA; Price, D; Williamson, T. 2009. Vulnerability of Canada's tree species to climate change and management options for adaptation: An overview for policy makers and practitioners. Canadian Council of Forest Ministers. 41 p.
- Kapelle, M; Van Vuure, MMI; Baas, P. 1999. Effects of climate change on biodiversity: a review and identification of key research issues. *Biodiversity and Conservation* 8: 1383 - 1397
- Karmalkar, V; Bradley, RS, Díaz, HF. 2008. Climate change scenario for Costa Rican montane forest. *Geophysical research letters* 35: L11702
- Lawton, RO; Nair, US; Pielke, SR, Welch, RM. 2001. Climate Impact of tropical lowland deforestation on nearby Montane cloud forest. *Science* 24: 584 – 587
- Lemmen, DS; Warren, FJ; Lacroix, J; Bush, E. (Eds.). 2008. From impacts to adaptation: Canada in a changing climate 2007. Government of Canada, Ottawa, ON. 448 p.
- Lim, B; Spanger-Siegfried, E. (eds). 2005. Marco de políticas de adaptación al cambio climático: Desarrollo de estrategias, política y medidas. PNUD, New York, USA. 360 p
- Malczewski, J. 1999a. Evaluation criteria in Malczewski, GIS and multicriteria decision analysis (pp.103 – 135). United States of America. John Wiley & Sons, INC.
- _____. 1999b. Criterion Weighting in Malczewski, GIS and multicriteria decision analysis (pp.177 – 195). United States of America. John Wiley & Sons, INC.
- _____. 2000. On the use of weighted linear combination method in GIS: Common and best practice approaches. *Transactions in GIS*, 4(1): 5-22
- Metzger, M.J; Leemans, R; Schröter, D; 2005. A multidisciplinary multi-scale framework for assessing vulnerabilities to global change. *International Journal of Applied Earth Observation and Geoinformation* 7: 253–267.
- Marquet, P; Abades, S; Armesto, J; Barria, I; Arroyo, MTK; Cavieres, L; Gajardo, R; Garín, C; Labra, F; Meza, F; Prado, C; Ramírez de Arellano, P; Vicuña, S. *sf.* Estudio de vulnerabilidad de la biodiversidad terrestre en la eco-región mediterránea, a nivel de ecosistemas y especies, y medidas de adaptación frente a escenarios de cambio climático. Centro de Cambio Global. 153 p.
- Millennium Ecosystem Assessment, 2005. Ecosystems and Human Well-being: Biodiversity Synthesis. World Resources Institute, Washington, DC.
- MINAET (Ministerio de Ambiente, Energía y Telecomunicaciones). 2009. Estrategia Nacional de Cambio Climático. Editorial Calderón y Alvarado S.A. San José, CR 109 p.
- Mitchell RJ, Morecroft MD, Acreman M, Crick HQP, Frost M, Harley M, Maclean IMD, Mountford O, Piper J, Pontier H, Rehfisch MM, Ross LC, Smithers RJ, Stott A, Walmsley CA, Watts O, Wilson E. 2007. England biodiversity strategy towards adaptation to climate change. Final Report to the Department for Environment, Food, and Rural Affairs.
- Natural England. 2009a. Responding to the impacts of climate change on the natural environment: The Cumbria High Fells. Natural England, 170 p.
- _____. 2009b. Responding to the impacts of climate change on the natural environment: Dorset Downs and Cranborne Chase. Natural England, 103 p.

- _____. 2009c. Climate change impact Assessment and response strategy: Shropshire Hills Character Area. Natural England, 107 p.
- _____. 2011. A national climate change vulnerability assessment. Natural England Technical Information Note TIN095.
- Natural Resource Management Ministerial Council. 2004. National Biodiversity and Climate Change Action Plan 2004-2007, Australia Government, Department of the Environment and Heritage, Canberra, ACT.
- Neilson, R.P. 1995. A model for predicting continental-scale vegetation distribution and water balance. *Ecological Applications* 5(2): 362-385
- O'Brien, K; Leichenko, R; Kelkar, U; Venema, GA; Tompkins, H; Javed, A; Bhadwal, S; Barg, S; Nygaard, L; West, J. 2004. Mapping vulnerability to multiple stressors: climate change and globalization in India. *Global Environmental Change* 14: 303-313
- Parmesan, C. 2006. Ecological and Evolutionary Responses to recent climate change. *Annual Review of Ecology, Evolution and Systematics* 37: 637-669
- Parry, M.L; Canziani, O.F; Palutikof, J.P; van der Linden, P.J; Hanson, C.E; Eds. 2007. Climate change 2007: impacts, adaptation and vulnerability. Contribution of Working Group II to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Cambridge Univ. Press, Cambridge, UK, and New York, NY
- Phillips, S.J, R.P. Anderson and R.E. Schapire. 2006. Maximum entropy modeling of species geographic distributions. *Ecological Modelling* 190: 231-259.
- Phillips, S.J. y M. Dudík. 2008. Modeling of species distributions with Maxent: new extensions and a comprehensive evaluation. *Ecography* 31:161-175.
- Pounds, JA; Fodgen, MPL; Campbell, JH. 1999. Biological response to climate change on tropical mountain. *Nature* 398: 611-615
- _____; Fodgen, MPL; Masters, KL. 2005. Response of natural communities to climate change in a highland tropical forest. In Lovejoy, TE; Hannah, L. (eds.) *Climate change and biodiversity*. Michigan, USA, Yale University Press. p. 15 – 28
- Raper, SC y Giorgi, F. 2005. Climate change projections and models. In In Lovejoy, TE; Hannah, L. eds. *Climate change and biodiversity*. Michigan, USA, Yale University Press. p. 199 – 210
- Resilience Alliance. 2010. Assessing resilience in social-ecological systems: workbook for practitioners. Version 2.0 *Online: <http://www.resalliance.org/3871.php>*
- Sala, O.H; E.S.I. Chapin, J.J. Armesto, E. Berlow, J. Bloonfield, R. Dirzo, E. Huber-Sanwald, L.F. Huenneke, R.B. Jackson, A. Kinzig, R. Leemans, D.M. Lodge, H.A. Mooney, N.L. Oosterheld, M.T. Sykes, B.H. Walker, M. and Walker, D.H. Wall. 2000. Global biodiversity scenarios for the year 2100. *Science* 287: 1770-1773.
- Salafsky, N y Margoluis, R. 1999. Threat reduction assessment: a practical and cost-effective approach to evaluating conservation and development projects. *Conservation Biology* 13(4): 830-841
- Salafsky, N y Wollenber, E. 2000. Linking livelihoods and conservation: A conceptual framework and scale for assessing the integration of human needs and biodiversity. *World Development* 28(8): 1421-1438

- Segarra, P. 2002. Mapeo participativo: Involucrando a la comunidad en el manejo del páramo. Ecuador: Congreso mundial de páramos. Online: <http://www.iapad.org/publications/ppgis/pool.segara.pdf> Acceso: 17 de Octubre de 2013
- Steffen, W; Burbidge, AA; Hughes, L; Kitching, R; Lindenmayer, D; Musgrave, W; Stafford, SM; Werner, PA. 2009. Australia's biodiversity and climate change: a strategic assessment of the vulnerability of Australia's biodiversity to climate change. A report to the Natural Resource Management Ministerial Council commissioned by the Australian Government. CSIRO. 290 p.
- Speakman, L; Macgregor, N; Van Dijk, N; Darch, G; Neale, A. 2013. Assessing the potential consequences of climate change for England's landscapes: South East Northumberland. Natural England, 90 p.
- TNC (The Nature Conservancy). 2000. Esquema de las cinco S para la conservación de sitios: un manual de planificación para la conservación de sitios y la medición del éxito en conservación. Volumen 1. Segunda edición. 59p.
- _____; Colorado Natural Heritage Program; Western Water Assessment, University of Alaska. 2011. Gunnison Basin climate change vulnerability assessment. Southwest Climate Change initiative. Viii+ 255 p.
- USAID (United States Agency International Development). 2011. Perú climate change vulnerability and adaptation desktop study. Washington, III+ 65 p.
- Williamson, TB. 2012. Adapting sustainable forest management to climate change: a framework for assessing vulnerability and mainstreaming adaptation into decision making. Williamson, TB; Campagna, MA; Ogden, EA. Ottawa, Ontario 48 p.
- Willson, R; Holm, C; Bull, R; Macgregor, NS; Van Dijk, N; Darch, G; Neale, A. 2013. Assessing the potential consequences of climate change for England's landscapes: Humberhead Levels. Natural England, 98 p.
- Yañes-Arancibia, A; Twilley, RR; Lara-Dominguez, AL. 1998. Los ecosistemas de manglar frente al cambio climático global. Madera y Bosque 4(002): 3-19

Artículo 2. Lineamientos metodológicos para la elaboración de planes de adaptación al cambio climático en áreas funcionales para la conservación de la biodiversidad

LINEAMIENTOS METODOLÓGICOS PARA LA ELABORACIÓN DE PLANES DE ADAPTACIÓN AL CAMBIO CLIMÁTICO EN ÁREAS FUNCIONALES PARA LA CONSERVACIÓN DE LA BIODIVERSIDAD

Piedrahíta C, Herrera-F Bernal, Imbach P, Díaz Á, Canet L, Chassot O

INTRODUCCIÓN

Las dinámicas y cambios en los elementos de los sistemas naturales y del clima son parte fundamental de su funcionamiento (Karl and Trenberth 2005, Finegan *et al.* 2008, Cifuentes 2010). Sin embargo, en los últimos años, estas modificaciones se han ido acelerando debido al calentamiento global y las actividades antropogénicas (IPCC 2007). Esto, ha traído consigo variados efectos sobre la biodiversidad (Kapelle *et al.* 1999, Dudley y Stolton 2003, Parmesan 2005, Hopkins *et al.* 2007, Bellard *et al.* 2012) que ha llevado a acuerdos internacionales con el fin de promover la adaptación al cambio climático (CMNUCC 1996, CMNUCC 2005). No obstante, la mayoría de proyectos de adaptación se han desarrollado a nivel de país, haciendo cumplimiento al compromiso establecido ante la CMNUCC.

La mayoría de proyectos y planes de adaptación local se han desarrollado a nivel social y para mejorar los medios de vida de las comunidades (Batima 2006, Aguilar 2007, Paavola 2008) y existen herramientas para evaluar la vulnerabilidad y definir estrategias de adaptación encaminadas a reducir la vulnerabilidad social (Dazé *et al.* 2009, Marshall *et al.* 2009, UICN 2013). A nivel de biodiversidad son muy pocos los proyectos de conservación que involucran estrategias de adaptación al cambio climático dentro de sus objetivos debido a la dificultad de tener predicciones locales, las necesidades económicas y trabajar bajo escenarios con incertidumbre (Poiani *et al.* 2011).

Existen diferentes autores que han evaluado la vulnerabilidad de la biodiversidad (Mitchell *et al.* 2007, Lemmen *et al.* 2008, Steffen *et al.* 2009) o han desarrollado metodologías para ello (Carter *et al.* 1994, Feenstra *et al.* 1998, Lim and Spanger-Siegfried 2004, Harley *et al.* 2010, Gitay *et al.* 2011, Glick *et al.* 2011). Sin embargo, se desconocen herramientas que integren los análisis de vulnerabilidad con identificación de estrategias de adaptación en áreas funcionales para la conservación. Aunque existen propuestas para la planificación de la adaptación para áreas protegidas, parques nacionales o ecosistemas

específicos (NOAA 2010, CONANP-Fondo Mexicano para la Conservación de la Naturaleza AC-The Nature Conservancy 2011, Halofsky *et al.* 2011).

Por esta razón, se hace necesario una metodología que permita evaluar la vulnerabilidad y definir estrategias de adaptación en áreas funcionales para la conservación, de una manera sencilla y utilizando los recursos existentes en la comunidad y que respondan a las necesidades del territorio y no a una generalidad. En este estudio se diseñó una propuesta de lineamientos metodológicos para la elaboración de planes de adaptación al cambio climático para la biodiversidad en áreas funcionales para la conservación a partir de revisión bibliográfica, análisis de casos de estudio y a partir de la prueba en función de la investigación (Piedrahíta *et al.* 2013) mediante la aplicación en un caso de estudio en el Corredor Biológico Pájaro Campana (CBPC), Costa Rica. Se considera que este es un primer paso para implementar planes de adaptación a escala local en áreas funcionales para la conservación.

PROPUESTA METODOLÓGICA

La propuesta metodológica tiene en consideración algunos principios generales para la elaboración de planes de adaptación al cambio climático (Recuadro 1). Los lineamientos considera ocho elementos principales (Figura 11). Los pasos no son secuenciales y pueden aplicarse de forma simultánea. Así mismo, los pasos se pueden repetir con el fin de evaluar los posibles cambios y hacer los ajustes pertinentes. Igualmente, la propuesta toma como marco conceptual el manejo

Recuadro. 1 Principios para elaborar planes de adaptación para la biodiversidad en áreas funcionales para la conservación

Estructura flexible: Considerando que la adaptación es un proceso y no un estado final, se deben generar planes que permitan realizar cambios en el tiempo a partir de las experiencias y conocimientos adquiridos con el fin de mejorar continuamente.

Enfoque integrado de adaptación: los planes de adaptación están integrados a los procesos generales de planificación, es decir, deben ser afines a los planes estratégicos de las áreas funcionales de conservación.

Participativo e inclusivo: Las estrategias se deben desarrollar en conjunto con los actores locales, de manera que el proceso sea participativo, se consideren las necesidades de todo el territorio y se cuente con la perspectiva de diferentes personas.

Actuar sobre las debilidades y fragilidades del sistema: Las estrategias de adaptación deben estar dirigidas a reducir el impacto potencial y fortalecer la capacidad adaptativa del área funcional en aquellas zonas donde se está presentando la problemática, por esto es fundamental un diagnóstico inicial de vulnerabilidad que permita analizar las causas del cambio.

Es específico para cada área funcional y tiene enfoque de territorio: Puesto que los efectos del cambio climático y las respuestas de los sistemas al mismo son diferentes en cada territorio, los planes de adaptación deben considerar las circunstancias específicas de cada región para definir y tomar decisiones particulares.

Considera la incertidumbre y el monitoreo continuo: el proceso de planificación debe fortalecer los procesos de adaptación considerando las sorpresas que traerá el clima en el futuro. Además, se debe realizar un monitoreo continuo con el fin identificar los cambios en el tiempo a causa del cambio climático y aplicar el manejo adaptativo en las futuras intervenciones.

adaptativo y el ciclo de proyecto de los estándares abiertos para la práctica de la conservación (The Conservation Measures Partnership 2013). Este último es una guía para la implementación de actividades que contribuyan a la conservación y manejo de la biodiversidad. En esta propuesta metodológica se profundiza en los dos primeros componentes del ciclo de proyectos: Conceptualizar y Planificar estrategias de adaptación y monitoreo.

Paso 1. Identificar unidad de análisis y actores clave

El primer paso de esta propuesta es identificar el área funcional en la cual se desea trabajar, teniendo en cuenta que un área funcional es aquella área en donde se mantiene a las especies, comunidades y/o sistemas de interés focal y a los procesos ecológicos que los sustentan dentro de sus rangos naturales de variabilidad (Poiani y Richter 2001). La elección de esta área dependerá de las necesidades de la misma para adaptarse al cambio climático, las condiciones biofísicas, los objetivos del área de funcional conservación, la disponibilidad de datos para la zona y el contexto comunitario (Carter *et al.* 1994, Margules y Pressey 2000, Groves *et al.* 2002).

Por otro lado, dentro de este proceso se hace fundamental identificar a los actores que estarán presentes dentro del proceso de análisis y planeación. Esto implica establecer las personas encargadas de ejecutar los análisis de vulnerabilidad así como aquellos actores pertenecientes al área funcional de conservación que con su conocimiento pueden contribuir a la investigación así como al diseño de las estrategias de adaptación. Este grupo de personas debería ser multidisciplinario, de manera que se involucren instituciones públicas y privadas, comunidades, sociedad civil, academia (Nyong y Aguilar 2005, Heller & Zavaleta 2009).

Paso 2. Análisis del contexto territorial

La vulnerabilidad al cambio climático debe ser entendida desde el contexto del territorio. Por esto una evaluación integrada de la vulnerabilidad del cambio climático debe no solo contener los impactos del cambio climático y su capacidad de adaptación sino también mediante la participación de las partes interesadas (Feenstra *et al.* 1998), la relación entre el sistema humano-medio ambiente (Turner *et al.* 2003a, Turner *et al.* 2003b), así como las condiciones socio-económicas y condiciones ambientales/ecológicas (Kasperson *et al.* Citado Downing y Patwarddhan 2005) para contar con un contexto más amplio de los impactos del cambio climático en el territorio.

Por lo anterior, este paso involucra un análisis de: (1) dinámicas del sistema que comprende el impacto potencial y las amenazas no climáticas, y (2) recursos del sistema, que abarca la capacidad adaptativa y los capitales de la comunidad.

1) Dinámicas del sistema

Dentro de este componente consideramos necesario la evaluación de dos condiciones dentro de sistema, los impactos potenciales y las amenazas no climáticas.

a) Impactos potenciales

En este caso se sugiere trabajar las dinámicas del sistema en función de los impactos potenciales, todo aquel impacto producto de un cambio proyectado en el clima y que no considera la capacidad adaptativa (IPCC 2007). Los impactos potenciales no son los mismos para todas las regiones y pueden estar dirigidos hacia diferentes componentes del sistema. Además, el impacto potencial del cambio climático va a afectar la biodiversidad a diferentes escalas que va desde genes hasta biomas (Bellard *et al.* 2012)

Nosotros sugerimos trabajar el impacto potencial en función de escenarios de cambio climático³ y tomando en cuenta tres variables: cambios en vegetación, modelación de distribución de especies y la calidad del hábitat en función de la fragmentación.

Cambios en vegetación

Se conoce que el cambio climático tendrá efectos sobre la estructura, función y distribución geográfica de los ecosistemas terrestres debido a que la vegetación natural es sensible a los cambios en temperatura (Emanuel *et al.* 1985, Townsend *et al.* 2005). Por esto, conocer los impactos y la respuesta de estos ante el cambio climático es necesario para desarrollar estrategias de adaptación (MEA 2005).

La evaluación de los cambios en la distribución de los biomas o la vegetación se puede realizar mediante la implementación de modelos biogeográficos. Existen diferentes modelos, uno de los más aplicados es el sistema de zonas de vida de Holdridge (38 zonas de vida) que se compone de una clasificación de las principales asociaciones vegetales del mundo y considera variables climáticas como biotemperatura, precipitación promedio anual y evapotranspiración potencial las cuales se considera determinan los ecosistemas (Holdridge 2000, Townsend *et al.* 2005). Por otro lado, existen los modelos biogeográficos basados en procesos: BIOME (Prentice *et al.* 1992), MAPSS (Neilson *et al.* 1992) and DOLY (Woodward *et al.* 1998) los cuales buscan predecir las respuestas de equilibrio de la

³ Los escenarios de cambio climático son una representación lógica de un posible clima futuro (Cifuentes 2010), que se estiman según la cantidad emitida de los GEI causadas por actividades antropogénicas (Santoso *et al.* 2008) y sirven para evaluar los posibles efectos de impacto de cambio climático sobre los sistemas naturales y sociales (Cifuentes 2010).

vegetación potencial al cambio climático de manera regional o global, a través de la identificación de las limitaciones ecofisiológicas y ecológicas en la distribución de los tipos funciones de la planta bajo diferentes climas en equilibrio (Townsend *et al.* 2005).

Distribución de especies o hábitat disponible

Conocer la distribución potencial de las especies y la pérdida de hábitat para las mismas es importante en el momento de evaluar la vulnerabilidad de la biodiversidad ante el cambio climático. Por otro lado, este tipo de evaluaciones contribuye a tomar decisiones de manejo e implementación de estrategias de adaptación si se reconocen las respuestas de las especies ante el cambio climático (Williams *et al.* 2008, Huntley *et al.* 2010). Las especies pueden responder a los efectos del cambio climático de tres maneras: desplazándose, si las especies presentan buena habilidad para movilizarse podrán trasladarse a una posición geográfica que cumpla con las condiciones ambientales para mantenerse (Peterson *et al.* 2001); adaptarse, si las especies tiene un amplio rango de tolerancias fisiológicas a cambios evolutivos rápidos podrán ajustarse a los cambios en las condiciones del hábitat (Peterson *et al.* 2001). Si las especies no tienen la capacidad ni de desplazarse ni movilizarse lo más probable es que estas se extingan (Holt 1990, Peterson 2001).

Para modelar la distribución de las especies, existen diferentes modelos que relacionan los aspectos del clima con las ocurrencias de las especies para estimar las condiciones adecuadas para mantener poblaciones viables (Franklin 2009, Araújo y Paterson 2012). Estos varían según el uso de variables predictoras o variables bioclimáticas a nivel general, el uso de puntos de registro de la presencia de la especie a considerar, o uso de "grillas" que indiquen la presencia o ausencia de la especie en la región (Townsend *et al.* 2005, Araújo y Paterson 2012); además pueden ser utilizados para predecir los impactos del cambio climático (Huntley *et al.* 2010). Así, los modelos de distribución de especies son instrumentos que facilitan el entendimiento de los patrones espaciales de la biodiversidad (Smith *et al.* 2012).

Calidad del Hábitat

La calidad del hábitat se refiere a la habilidad que tiene el medio ambiente para proveer las condiciones apropiadas para que los individuos y las poblaciones persistan (Hall *et al.* 1997). Para evaluar la calidad del hábitat se pueden considerar tanto variables físicas como variables biológicas. Dentro de las físicas se encuentran el recurso hídrico, la cobertura de suelo, los usos del suelo, los sistemas productivos, la conectividad estructural. Mientras que en las biológicas están la distribución de especies y la abundancia relativa.

Según varios estudios sobre cambio climático, uno de los principales factores de estrés no climático, que va a afectar a la biodiversidad es la fragmentación del paisaje que determina la conectividad estructural del paisaje, y combinado con los efectos del cambio climático se convierte en una de las mayores amenazas para la biodiversidad (Root y Schneider 2002, Glick *et al.* 2009). Por esto, es uno de los criterios que se considera se deben evaluar dentro de los análisis de vulnerabilidad.

Los procesos de fragmentación de los bosques, transformación de una gran extensión de hábitats en un número menor de parches, con menor tamaño y que quedan aislados unos de otros por una matriz de hábitats diferente a la original (Bennet 1998, Fahrig 2003), generan grandes impactos sobre la biodiversidad ya que se pueden reducir las poblaciones de organismos silvestres hasta la extinción de algunas especies en los fragmentos. Esto debido a que la fragmentación altera el ambiente físico y el clima, los bosques son reemplazados por potreros y cultivos, aumenta la temperatura superficial del suelo, disminuye la precipitación, se remueven hábitats del paisaje (Saunders *et al.* 1991, Kattan 2002, Fahrig 2003).

Para medir la fragmentación del paisaje existen alrededor de 40 métricas a nivel de paisaje y de parche (McGarigal *et al.* 2002) y estas se pueden procesar con diferentes programas y software (Cardille y Turner 2002, Rempel *et al.* 2012). Sin embargo, en esta propuesta sugerimos basar el análisis de fragmentación con las métricas de: tamaño de parches, número de parches, distancia al parche más cercano, densidad de parche y área núcleo, puesto que son métricas que pueden contribuir a entender la fragmentación como consecuencia del aislamiento, reducción de área de hábitat y los efectos de borde (Bennett 1998). Estos factores determinan los procesos ecológicos al interior de los ecosistemas (Echeverry y Harper 2009).

Tamaño del parche: Existe una alta relación entre la fragmentación del paisaje y la diversidad de especies. Las pérdidas de las especies a causa de la fragmentación del paisaje tienen relación con la reducción del tamaño de los hábitats naturales ya que generalmente las áreas pequeñas tienden a soportar pocas especies, contienen muestras pequeñas del hábitat original y presentan menor diversidad de hábitats (Bennett 1998).

Número de parches: Describe una característica básica de los parches. Explica la subdivisión o fragmentación de un tipo de parche en particular. Puede ser de importancia en los procesos ecológicos aunque carece de información acerca del área, distribución o densidad de parches (McGarigal *et al.* 2002).

Distancia al parche más cercano: mide el grado de conectividad y aislamiento entre los parches en el paisaje. El aislamiento inhibe el intercambio de individuos entre los fragmentos dificultando la colonización (Saunders *et al.* 1991, Bennett 1998) y las

consecuencias del mismo dependen entre otras cosas de la distancia a otros remanentes (Saunders *et al.* 1991).

Densidad de parches: provee información de la configuración de la cobertura por unidad de área, así a mayor densidad de parches mayor es el área intervenida o fragmentada (Monedero y Gutiérrez 2001).

Área núcleo: Este índice es importante puesto que está relacionado con los efectos de borde que afectan a la biodiversidad debido a que se genera una transición abrupta entre los fragmentos de bosque y la matriz (Saunders *et al.* 1991, Murcia 1995).

b) Amenazas no climáticas

Existen diversas amenazas o factores de estrés al cambio climático que ejercen presión sobre las especies y que causan pérdida de biodiversidad. Estas amenazas deben estar presentes en la evaluación de la biodiversidad pues muchas veces son estos factores los que tienen mayor influencia en la pérdida de las especies y no el cambio climático (Füssel 2007, Williamson 2012). Si no se ejecutan acciones sobre estas amenazas para reducirlas o eliminarlas, las acciones para combatir el cambio climático no serán tan efectivas y la capacidad de adaptación de las especies será mayor en la medida en que estos factores de estrés sean eliminados (Hopkins *et al.* 2007).

Algunas herramientas para determinar las amenazas ajenas al cambio climático son la revisión de literatura existente en la zona, modelos conceptuales, mapeo participativo o aplicando el enfoque de capitales de la comunidad.

Modelos conceptuales: esta es una herramienta participativa que ilustra una serie de relaciones entre ciertos factores y que permite reflejar las condiciones locales del sitio (Margoluis y Salafsky 1998) y las principales presiones que influyen sobre la biodiversidad según la percepción de los diferentes participantes (Margoluis *et al.* 2009).

Mapeo participativo: esta herramienta facilita la delimitación de áreas y ubicación de componentes dentro de un sistema, además de ser un proceso de socialización de conocimientos entre las comunidades y el equipo de trabajo (Segarra 2002, Chambers 2006).

Capitales de la comunidad: este enfoque permite conocer los diferentes recursos con los que cuenta la comunidad a través de siete capitales: natural, cultural, humano, social, político, financiero-productivo, construido (Flora y Flora 2013). Este puede ser aplicado a través de entrevistas semi-estructuradas bien sea a personas individuales, a un grupo focal o como una entrevista grupal (Geilfus 2002).

2) Recursos del sistema

a) Capacidad adaptativa

En esta propuesta se propone evaluar la capacidad adaptativa en función de la gestión del área funcional de conservación, debido a que en muchas ocasiones se dificulta el acceso a datos biológicos. Si bien es cierto, la adaptación de la biodiversidad incluye los cambios evolutivos y las respuestas de plasticidad ecológicas (Marshall *et al.* 2009, Dawson *et al.* 2011), cuando se habla de cambio climático también se puede considerar como la capacidad de los humanos para manejar, adaptar y reducir los impactos (Magrin *et al.* 2007, Berry *et al.* 2008, Williams *et al.* 2008). Así para lograr la adaptación de la biodiversidad se requiere complementar la adaptación autónoma con la implementación de medidas deliberadas y planificadas por los seres humanos (Parry *et al.* 2007). La gestión humana o adaptación planificada contribuye a mejorar la salud de la biodiversidad, a mitigar amenazas y mejorar la capacidad de conservación de las especies (Salafsky and Margoluis 1999, Granizo y Castro 2006), lo cual contribuye a mejorar la capacidad de adaptación (Magrin *et al.* 2007, Berry *et al.* 2008).

Para evaluar la capacidad adaptativa se recomienda utilizar indicadores de gestión e indicadores sociales basados en los siguientes criterios: 1) que contribuyan a las propiedades intrínsecas de la biodiversidad para reducir vulnerabilidad 2) que sean medibles y se puedan mapear en diferentes zonas del área de estudio 3) que sean parte de los capitales de la comunidad y que tengan una relación directa con la biodiversidad y los recursos naturales 4) que evidencien el trabajo de la unidad de conservación en el manejo de los recursos naturales.

Una vez seleccionados los indicadores, se recomienda realizar un taller (Sandoval 1996) con actores claves dentro del área funcional de conservación de manera que estos indicadores puedan ser evaluados y mapeados participativamente. A cada uno de los indicadores se le debe asignar un valor entre 1 y 5, siendo 1 muy alta, 2 alta, 3 media, 4 baja y 5 muy baja para cada uno de los componentes y ubicarlo en el mapa y asignar el área de cobertura de cada uno de ellos.

b) Capitales de la comunidad

El marco de los capitales de la comunidad (MCC) es un enfoque metodológico para realizar un análisis holístico de los bienes o recursos de las comunidades y las personas para establecer sus estrategias de vida, este se realiza desde una perspectiva de los sistemas de identificación de activos en cada capital (natural, cultural, humano, social, político, financiero-productivo, construido), los tipos de capital invertido, las interacciones entre los capitales y los impactos a través de los capitales (Emery y Flora 2006, Bautista-Solis y Gutiérrez-Montes 2012, Flora y Flora 2013).

Este enfoque es un complemento al análisis de vulnerabilidad por efectos del cambio climático, ya que permite generar un diagnóstico general de las comunidades e identificar factores que pueden contribuir a reducir la vulnerabilidad del corredor bien sea aportando a reducir el impacto potencial o aumentar la capacidad adaptativa. Los capitales humano, social, construido y político aportan insumos para evaluar la capacidad adaptativa del área funcional de conservación. Estos permiten identificar el nivel educativo de las personas, la existencia de organizaciones comunitarias y privadas presentes dentro del corredor, instituciones públicas en implementación de políticas de conservación, la infraestructura con la que se cuenta para implementar actividades. El capital cultural refleja el concepto de la población sobre los recursos naturales y su conservación y permite completar el análisis de amenazas ajenas al cambio climático por medio de la identificación de fuentes de presión. El capital natural evidencia los recursos naturales con lo que cuenta la comunidad y evidencia la percepción de la población sobre el cambio climático y sus impactos.

La evaluación de capitales puede aplicarse mediante entrevistas semi-estructuradas bien sea a personas individuales, a un grupo focal o como una entrevista grupal (Geilfus 2002, Bautista-Solis y Gutiérrez-Montes 2012).

Paso 3. Análisis de Vulnerabilidad

Por esto, en esta propuesta se recomienda realizar el análisis de vulnerabilidad de una manera global, es decir, involucrando los diferentes elementos evaluados. Esto es, la vulnerabilidad según lo propuesto por el IPCC en su cuarto informe (2007), donde una de las definiciones de vulnerabilidad es: *Vulnerabilidad = Impacto Potencial – Capacidad Adaptativa*, las amenazas no climáticas y los capitales de la comunidad. La comprensión de estos elementos puede ayudar a evaluar la naturaleza y magnitud de la amenaza del cambio climático, detectar las principales fuentes de vulnerabilidad e identificar acciones para reducir o hacer frente a la amenaza en cada elemento.

Paso 4. Visión del Territorio

La visión del territorio permite conocer la percepción de las comunidades de su territorio a futuro. Este es un elemento fundamental puesto que busca definir con mayor claridad la situación que se desea alcanzar a largo plazo. De esta manera, la visión es un punto de referencia en el momento de determinar estrategias de adaptación encaminadas a reducir el impacto potencial o aumentar la capacidad adaptativa.

Paso 5. Identificación de elementos críticos

Una vez se conoce el estado del territorio en cuanto a su vulnerabilidad, cuáles son los sectores más vulnerables, cuáles son las áreas más impactadas, cuál es el nivel de

adaptación, cuáles son los recursos con los que cuenta el área funcional, se tendrá una idea clara de la vulnerabilidad lo que facilitará la toma de decisiones para la definición de estrategias de adaptación al cambio climático.

Los elementos críticos son entonces aquellos componentes del sistema que se encuentran más afectados según el análisis de vulnerabilidad.

Paso 6. Identificación de actores potenciales

Dentro de este proceso de definición de estrategias es necesario identificar a los actores que estarán presentes dentro del proceso de ejecución y monitoreo (pueden ser personas, organizaciones e instituciones públicas y privadas). Este paso es importante porque permite identificar actores ajenos al área funcional de conservación que actualmente no estén participando dentro del proceso y que de alguna u otra manera pudieran contribuir en la implementación de acciones de adaptación. De esta manera, el recurso principal para responder a los impactos del cambio climático son las personas a través de sus conocimientos y experiencias, al relacionar el conocimiento local y el conocimiento de expertos se pueden desarrollar y ejecutar de una mejor manera las estrategias de adaptación (Nyong y Aguilar 2005).

Dentro de este componente sería importante tomar en cuenta el tipo de participación que tendrá cada actor dentro del proceso puesto que según Bass *et al.* (1995), existen diferentes niveles de participación, siendo unos más pasivos que otros.

Paso 7. Definir líneas estratégicas de acción

Las líneas estratégicas de acción deberán ir enfocadas a reducir el impacto potencial de las zonas más afectadas o a aumentar la capacidad adaptativa de las áreas donde se está presentando la problemática. Estas deberán tener una meta a alcanzar preferiblemente definida en el tiempo. Cada una de las líneas estrategias deberá contener un grupo de acciones que permitan alcanzar el objetivo propuesto. En muchas ocasiones las estrategias se encuentran vinculadas unas con otras, son complementarias entre sí o condicionantes entre ellas, por esto una misma acción puede contribuir a alcanzar el objetivo de más de una estrategia.

Por otro lado, las estrategias deben ir encaminadas a:

- a) Mantener la integridad ecológica: donde se entiende la integridad ecológica como la capacidad de un sistema ecológico de aportar y mantener una comunidad de organismos de carácter adaptativo y cuya composición de especies, diversidad y organización funcional son comparables con los hábitats naturales dentro de una región particular. Mantener la integridad ecológica implica que las características

ecológicas dominantes (composición, estructura, función y procesos ecológicos) ocurren en rangos de variación naturales y son capaces de resistir y recuperarse a los disturbios ambientales (naturales o antropogénicos) (Parrish *et al.* 2003).

- b) Reducir las amenazas no climáticas: ejecutar acciones sobre las amenazas no climáticas facilitará la adaptación de la biodiversidad por considerarse estas en muchas ocasiones como las amenazas que más contribuyen a la pérdida de biodiversidad (Füssel 2007, Williamson 2012).
- c) Fortalecer las capacidades de gestión: el éxito de la gestión de un área funcional de conservación radica en la capacidad de articular los objetivos de conservación y los requerimientos de los habitantes que se encuentran dentro de la misma (Canet *et al.* 2008)

También, las estrategias deben considerar las siguientes condiciones:

- Ser específicas: definir qué se quiere alcanzar
- Medibles: contener una referencia cualitativa o cuantitativa de manera que se pueda medir si se alcanza o no el objetivo propuesto
- Realizable: las metas deben ser alcanzables
- Realista: las estrategias deben ser desafiantes pero alcanzables
- Temporalmente definida: deben contener un tiempo de referencia, es decir una fecha límite para alcanzar el objetivo
- Asociada a una amenaza/vulnerabilidad: identificar la razón, propósito o beneficio de lograr el objetivo

La identificación de acciones de manejo que contribuyan a la adaptación se puede realizar a partir de diferentes herramientas participativas: modelos conceptuales (Margoluis y Salafsky 1998), trabajo en grupos o en plenaria, lluvia de ideas (Geilfus 2002).

Paso 8. Evaluación y monitoreo

El manejo adaptativo equilibra las necesidades de manejo con las necesidades de aprender sobre el sistema que está siendo manejado, lo que a futuro conlleva a tomar mejores decisiones (Moore y McCarthy 2010). Esto teniendo en cuenta que en la conservación de la biodiversidad las decisiones y estrategias deben ser definidas teniendo en cuenta que existe incertidumbre (McCarthy y Possingham 2007, Maris y Béchet 2010). Así el manejo adaptativo permite aprender a partir de la eficacia de la gestión al evaluar y monitorear los resultados.

En consideración del principio del manejo adaptativo se hace necesario entonces establecer el monitoreo como medida para determinar la manera en que se evaluará los resultados de las estrategias y acciones para corroborar su eficiencia y efectividad;

identificar los logros y debilidades, así como establecer medidas correctivas que permitan optimizar los resultados deseados mediante alternativas de acción (Ortegón *et al.* 2005, PNUD 2009).

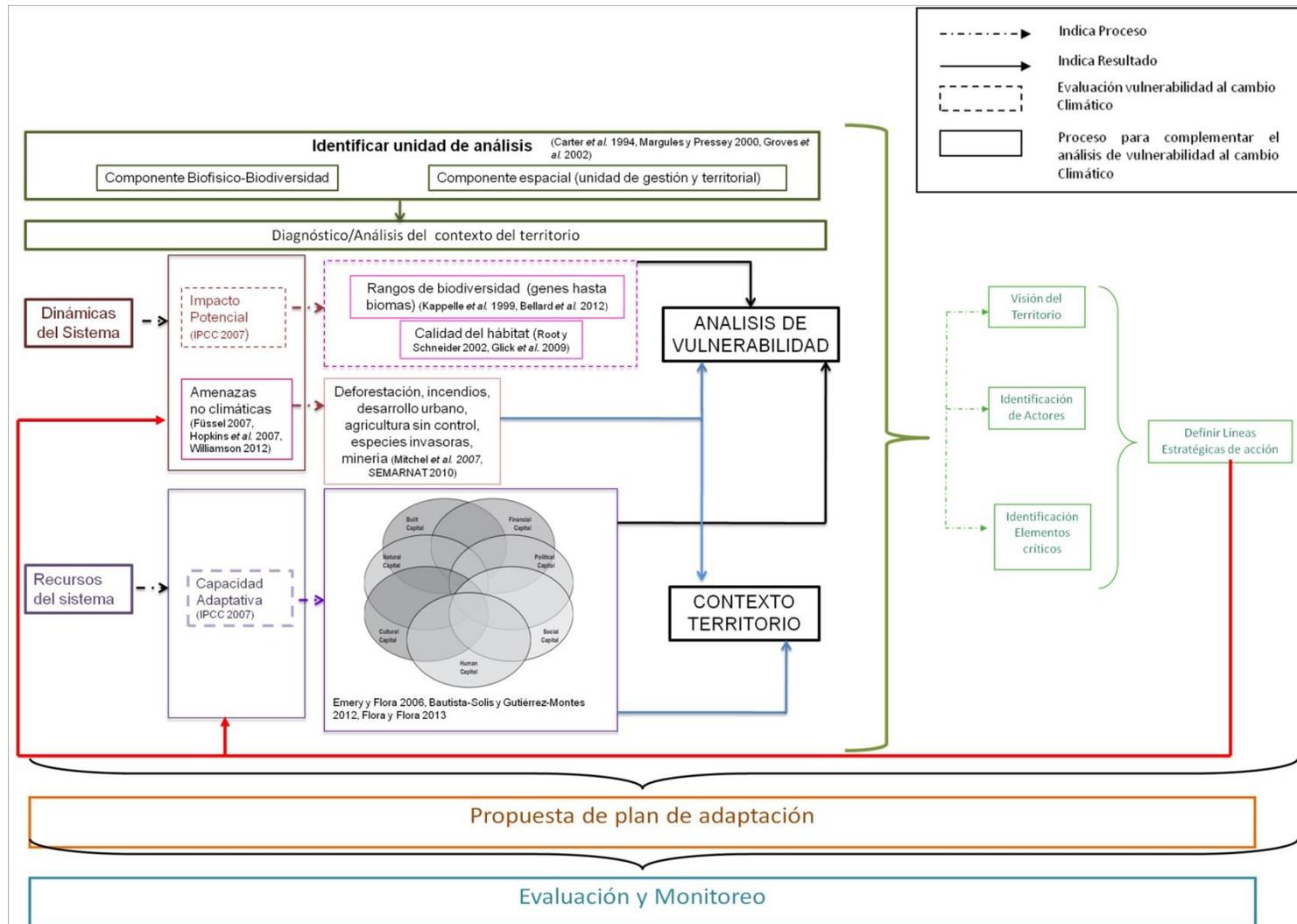


Figura 11. Propuesta metodológica para el diseño de planes de adaptación al cambio climático para la biodiversidad.

CONCLUSIONES

A medida que los impactos del cambio climático se hacen cada vez más evidentes, se hace necesario implementar estrategias y acciones que contribuyan a disminuir el impacto que estos tendrán dentro de las áreas funcionales de conservación.

Los lineamientos metodológicos que aquí se presenta son entonces un primer paso para implementar los planes de adaptación al cambio climático en áreas funcionales para la conservación.

Se reconoce que no podemos esperar hasta contar con todo el conocimiento sobre cambio climático de las zonas específicas para implementar medidas de adaptación.

Considerar la relación del sistema humano-medioambiente permite contextualizar el análisis de vulnerabilidad en el territorio.

Los lineamientos involucran parte del conocimiento científico y el conocimiento local para la definición de estrategias de adaptación a través de la identificación de zonas vulnerables ante el cambio climático.

El impacto potencial del cambio climático en la biodiversidad es complejo y es difícil integrar dentro del componente de impacto todos los rangos de la biodiversidad (desde genes hasta biomas) lo que implica ajustarse a la información disponible de forma que sean proxy para entender el impacto potencial.

La disponibilidad de datos sobre la capacidad adaptativa autónoma de las especies es una limitante en los análisis de vulnerabilidad de la biodiversidad. En esta medida, el uso de la capacidad adaptativa planificada es una opción que permite tener aproximaciones de la vulnerabilidad y de esta manera tener una base para el establecimiento de estrategias.

Esta propuesta de lineamientos metodológicos puede ser utilizada por los encargados del manejo de las áreas funcionales de conservación como instrumento de planificación ante el cambio climático.

LITERATURA CITADA

- Aguilar, MY. 2007. Vulnerabilidad y adaptación al cambio climático de los pobladores rurales de la planicie costera central de El Salvador. GEF-PNUD. 190 p.
- Araújo, MB and Peterson, T. 2012. Uses and misuses of bioclimatic envelope modeling. *Ecology* 93(7): 1527-1539
- Batima, P. 2006. Climate change vulnerability and adaptation in the livestock sector of Mongolia. A final report submitted to assessments of impacts and adaptations to climate change (AIACC), Project No. AS 06. The International START Secretariat, Washington, United States. 105 p.
- Bautista-Solis, P y Gutiérrez-Montes, I (eds). 2012. Capitales de la comunidad y la conservación de los recursos naturales: el caso del Corredor Biológico Tenorio-Miravalles. 1ª ed. Turrialba, CR. CATIE.135 p. (Serie técnica. Boletín Técnico/CATIE; No. 49)
- Bass, S; Dalal-Clayton, B; Pretty, J. 1995. Participation in strategies for sustainable development. *Environmental Planning Issues* (7). United Kingdom, 118 p.
- Bellard, C; Bertelsmeier, C; Leadley, P; Thuiller, W; Courchamp, F. 2012. Impacts of climate change on the future biodiversity. *Ecology Letters* 2012
- Bennett, AF. 1998. Linkages in the landscape: the role of corridors and connectivity in wildlife conservation. Cambridge. IUCN Forest Conservation Programme. 254 p.
- Berry, P; Paterson, J; Cabeza, M; Dubuis, A; Guisan, A; Jäätelä, L; Ingolf, K; Midgley, G; Musche, M; Piper, J; Wilson, E. 2008. Mitigation measures and adaptation measures and their impacts on biodiversity. University of oxford. United Kingdom. 320 p.
- Canet, L; Finegan, B; Bouroncle, C; Gutiérrez, I; Herrera, B. 2008. El monitoreo de la efectividad del manejo de corredores biológicos: Una herramienta basada en la experiencia de los comités de gestión en Costa Rica. *Recursos Naturales y Ambiente* 54: 51-58
- Cardille, J y Turner, M. Understanding landscape metrics I. 2002. In Gergel, SE; Turner, MG. *Learning landscape ecology. A practical guide to concepts and techniques*. Springer. New York. p. 85 - 100
- Carter, TR; Parry, ML; Harasawa, H; Nishioka S. (eds.). 1994. IPCC Technical Guidelines for Assessing Climate Change Impacts and Adaptations. Department of Geography, University College, London.
- Chambers, R. 2006. El mapeo participativo y los sistemas de información geográfica: ¿De quién son los mapas? ¿Quién se empodera y quién se desempodera? ¿Quién gana y quién pierde?. *EJISDC* 25 (2): 1-12
- Cifuentes, M. 2010. ABC del cambio climático en Mesoamérica. 1ª ed. Turrialba, C.R. CATIE. 71 p. (Serie técnica. Informe Técnico / CATIE; No. 383)
- CMNUCC (Convención Marco de las Naciones Unidas sobre Cambio Climático).1996. Informe de la conferencia de las partes sobre su segundo período de sesiones. Medidas adoptadas por la conferencia de las partes en su segundo período de sesiones. Bonn, DE. Consultado 24 oct. 2013. Disponible en <http://unfccc.int/resource/docs/spanish/cop2/g9664239.pdf#page=72>
- _____.2005. Informe de la conferencia de las partes sobre su 11º periodo de sesiones. Medidas adoptadas por la conferencia de las partes en su 11º periodo de sesiones.

- Bonn.DE. Consultado 24 oct. 2013. Disponible en <http://unfccc.int/resource/docs/2005/cop11/spa/05a01s.pdf>
- CONANP (Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas)-Fondo Mexicano para la Conservación de la Naturaleza A.C. The Nature Conservancy. 2011. Guía para la elaboración de programas de adaptación al cambio climático en áreas protegidas. México. 59 p.
- Dazé, A; Ambrose, K; Ehrhart, C. 2009. Manual para el análisis de capacidad y vulnerabilidad climática. Perú, CARE 43 p.
- Dawson, T.P; Jackson, S.T; House, J.I; Prentice I.C, Mace, G.M. 2011. Beyond predictions: Biodiversity Conservation in a Changing Climate. *Science* 332: 53 – 58
- Downing, TE y Patwarddhan, A. 2005. Evaluación de la vulnerabilidad para la adaptación al clima. En: Lim, B and Spanger-Siegfried, E (Eds.). 2004. *Adaptation Policy Frameworks for Climate Changes: Developing Strategies, Policies and Measures*. UNDP, New York. 67 - 90 p.
- Dudley, N y Stolton, S. 2003. Ecological and socio-economic benefits of protected areas dealing with climate change. In Hansen, LJ; Biringer, JL; Holfman, JR (Eds.). *Buying time: A user's manual for building resistance and resilience to climate change in natural systems*. WWF. p. 217- 234
- Echeverry, MA y Harper, GJ. 2009. Fragmentación y deforestación como indicadores del estado de los ecosistemas en el Corredor de Conservación Choco-Manabí (Colombia-Ecuador). *Recursos Naturales y Ambiente* 58:78-88
- Emanuel, WR; Shugart; HH, Stevenson, MP. 1985. Climate change and the broad-scale distribution of terrestrial ecosystem complexes. *Climatic Change* 7: 29-43
- Emery, M y Flora, C. 2006. Spiraling-Up: Mapping Community Transformation with Community Capitals Framework. *Community Development* 37(1):19-35.
- Fahrig, L. 2003. Effects of habitat fragmentation on biodiversity. *Annual Review of Ecology, Evolution and Systematics* 34: 487-515
- Feenstra, J; I. Burton, J. B. Smith, and R. Tol (eds.) 1998. *Handbook on Methods for Climate Change Impact Assessment and Adaptation Strategies*. Institute for Environmental Studies, Free University, Amsterdam.
- Finegan, B; Céspedes, M; Sesnier, SE; Herrera, B; Induni, G; Saénz, J; Ugalde, J; Wong, G. 2008. El monitoreo ecológico como herramienta de manejo para la conservación. Bases conceptuales y estructura del Programa de Monitoreo Ecológico Terrestre en Áreas Protegidas y Corredores Biológicos de Costa Rica. *Recursos Naturales y Ambiente* 54: 66 - 73
- Flora C y Flora J. 2013. *Rural communities: Legacy + Change* . Westview Press
- Franklin, J. 2009. *Mapping species distribution: a spatial inference and prediction*. Cambridge University Press. 340 p.
- Füsell, HM. 2007. *Adaptation planning for climate change: concepts, assessment approaches, and key lessons*.
- Geilfus, F. 2002. *80 herramientas participativas para el desarrollo participativo: diagnostico, planificación, monitoreo, evaluación*. IICA, San José, Costa Rica, 217 p.

- Gitay, H; Finlayson, CM; Davidson, N. 2011. A framework for assessing the vulnerability of wetlands to climate change. Ramsar Technical Report No 5/CBD Technical Series No 57. Ramsar Convention Secretariat, Gland, Switzerland & Secretariat of the Convention on Biological Diversity. Montreal Canada. 18 p.
- Glick, P; Staudt, A; Stein, B. 2009. A new era for conservation: Review of climate change adaptation literature. National Wildlife Federation. 69 p.
- _____; Stein BA; Edelson NA. 2011. Scanning the conservation horizon: a guide to climate change vulnerability assessment. National Wildlife Federation, Washington, DC
- Granizo T. y Castro, M. 2006. Estrategias. En: Granizo, T; Molina, ME; Secaira, E; Herrera, B; Benítez, S; Maldonado, O; Libby, M; Arroyo, P; Isola, S; Castro, M. Manual de planificación para la conservación de áreas, PCA. Quito: TNC y USAID, 206 p.
- Groves, CR; Jensen, DB; Valutis, LL; Redford, KH; Shaffer, ML; Scott, M; Baumgartner, JV; Higgins, JV; Beck, MW; Anderson, MG. 2002. Planning for biodiversity conservation: Putting conservation science into practice. *BioScience* 52(6): 499-512
- Halofsky JE, Peterson DL, O'Halloran KA, Hawkins-Hoffman C. 2011. Adapting to climate change at Olympic National Forest and Olympic National Park. Gen. Tech. Rep. PNW-GTR-844. U.S. Department of Agriculture, Forest Service, Pacific Northwest Research Station, Portland, p 130
- Harley, M; Chambers, T; Hodgson, N; van Minnen, J; Pooley, M. 2010. A methodology for assessing the vulnerability to climate change of habitats in the Natura 2000 network. ETC/ACC Technical Paper 2010/14. European Topic Centre on Air and Climate Change. The Netherlands. 22 p.
- Heller, N y Zavaleta, ES. 2009. Biodiversity management in the face of climate change: A review of 22 years of recommendations. *Biological Conservation* 142: 14-32
- Holdridge, L. 2000. Ecología basada en zonas de vida. San José, CR. IICA. 216 p.
- Holt, R.D; 1990. The microevolutionary consequences of climate change. *Trends in Ecology and Evolution* 5:311–315.
- Hopkings, JJ; Allison, HM; Walmsley, CA; Gaywood, M; Thurgate, G. 2007. Conserving biodiversity in a changing climate: guidance on building capacity to adapt. London, DEFRA, 28 p.
- Huntley, B; Barnard, P; Altwegg, R; Chambers, L; Coetsee, WT; Gibson, L; Hockey, PAR, Hole, DG; Midgley, GF; Underhill, LG; Willis, SG. 2010. Beyond bioclimatic envelopes: dynamic species' range and abundance modeling in the context of climatic change. *Ecography* 33: 621 – 626
- IPCC (Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático). 2007. Cambio Climático 2007. Informe de Síntesis. Contribución de los grupos de trabajo I, II y III al Cuarto Informe de evaluación del Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el cambio climático. Edición a cargo de Pachauri RK; Eysinger A. OMM-PNUMA. IPCC Ginebra, Suiza, 104 p
- Karl, T y Trenberth, K.E. 2005. What is climate change? In Lovejoy, TE; Hannah, L. eds. *Climate change and biodiversity*. Michigan, USA, Yale University Press. p. 15 – 28

- Kattan, GH. 2002. Fragmentación: patrones y mecanismos de extinción de especies. En: Guariguata, MR.; Kattan, GH.(eds.). Ecología y conservación de Bosques Neotropicales. EULAC/GTZ. Primera edición. Ediciones LUR. Cartago, CR. p. 561-590.
- Kappelle, M; Van Vuuren, MMI; Baas, P. 1999. Effects of climate change on biodiversity: a review and identification of key research issues. *Biodiversity and Conservation* 8:1383-1397
- Lemmen, DS; Warren, FJ; Lacroix, J; Bush, E. (Eds.). 2008. From impacts to adaptation: Canada in a changing climate 2007. Government of Canada, Ottawa, ON. 448 p.
- Lim, B and Spanger-Siegfried, E (Eds.). 2004. *Adaptation Policy Frameworks for Climate Changes: Developing Strategies, Policies and Measures*. UNDP, New York 274 p.
- McCarthy, MA y Possingham, HP. 2007. Active adaptive management for conservation. *Conservation Biology* 21(4): 956-963
- McGarigal, K; Cushman, SA; Neel, MC; Ene, E. 2002. *FRAGSTATS v3: Spatial pattern analysis program for categorical maps*. Computer software program. University of Massachusetts, Amherst. www.umass.edu/landeco/research/fragstats/fragstats.html
- Magrin, G; C. Gay García, D. Cruz Choque, J.C. Giménez, A.R. Moreno, G.J. Nagy, C. Nobre and A. Villamizar. 2007. Latin America. *Climate Change 2007: Impacts, Adaptation and Vulnerability*. Contribution of Working Group II to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change, M.L. Parry, O.F. Canziani, J.P. Palutikof, P.J. van der Linden and C.E. Hanson, Eds; Cambridge University Press, Cambridge, UK, 581-615.
- Maris, V y Béchet, A. 2010. From adaptive management to adjustive management: A pragmatic account of biodiversity values. *Conservation Biology* 24(4): 966-973
- Margoluis, R y Salafsky, N. 1998. *Medidas de éxito: Diseño, manejo y monitoreo de proyectos de conservación y desarrollo*. Island Press, Washington D.C 378 p.
- _____; Stem, C; Salafsky, N; Brown, M. 2009. Using conceptual models as a planning and evaluation tool in conservation. *Evaluation and Program Planning* 32: 138-147
- Margules, CR y Pressey, RL. 2000. Systematic conservation planning. *Nature* 405: 243-253
- Marshall, NA; Marshall, PA; Tamelander, J; Obura, D; Mallere-King, D; Cinner, JE. 2009. A framework for social adaptation to climate change; sustaining tropical coastal communities and industries. Gland, Switzerland, IUCN. v + 36 p.
- Mitchell RJ, Morecroft MD, Acreman M, Crick HQP, Frost M, Harley M, Maclean IMD, Mountford O, Piper J, Pontier H, Rehfisch MM, Ross LC, Smithers RJ, Stott A, Walmsley CA, Watts O, Wilson E. 2007. *England biodiversity strategy towards adaptation to climate change*. Final Report to the Department for Environment, Food, and Rural Affairs
- MEA (Millennium Ecosystem Assessment). 2005. *Ecosystems and Human Well-being: Biodiversity Synthesis*. World Resources Institute, Washington, DC.
- Moore, AL y McCarthy, MA. 2010. On valuing information in adaptive-management models. *Conservation Biology* 24(4): 984-993
- Monedero, C. y Gutiérrez, M. 2009. Análisis cuantitativo de los patrones espaciales de la cobertura vegetal en el geosistema montañoso tropical El Ávila. *Ecotropicos* 14(1):19-30

- Murcia, C. 1995. Edges effects in fragmented forests: implications for conservation. *Trends in Ecology and Evolution* 10(2): 58-62
- Neilson, RP; King, GA; Koerper, G. 1992. Toward a ruled-based biome model. *Landscape Ecology* 7(1):27-43
- NOAA (National Oceanic and Atmospheric Administration). 2010. Adapting to Climate Change: A Planning Guide for State Coastal Managers. NOAA Office of Ocean and Coastal Resource Management. <http://coastalmanagement.noaa.gov/climate/adaptation.html>
- Nyong, A; Aguilar, Y. 2005. Participación de las partes interesadas en el proceso de adaptación. En: Lim, B y Spanger-Siegfried, E. (Eds.). Marco de políticas de adaptación al cambio climático. Desarrollando estrategias, políticas y medidas. PNUD. Pg 47-66
- Ortegón, E; Pachecho, J; Prieto, A. 2005. Metodología del Marco Lógico para la planificación, el seguimiento, la evaluación de proyectos y programas. Instituto Latinoamericano y del Caribe de Planificación Económica y Social, Área de proyectos y programación de inversiones, Santiago de Chile.
- Paavola, J. 2008. Livelihoods, vulnerability and adaptation to climate change in Morogoro, Tanzania. *Environmental Science & Policy* 11: 642-654
- Parrish, J; Braun, DP; Unnasch, RS. 2003: Are we conserving what we say we are? Measuring ecological integrity within protected areas. *BioScience* 53 (9): 851 - 860
- Peterson, AT; Sánchez-Cordero, V; Soberón, J; Bartley, J; Buddemeier, RW; Navarro-Sigüenza, AG. 2001. Effects of global climate change on geographic distributions of Mexican Cracidae. *Ecological Modelling* 144:21-30
- Parmesan, C. 2005. Biotic Response: Range and abundance changes. In Lovejoy, TE; Hannah, L. eds. *Climate change and biodiversity*. Michigan, USA, Yale University Press. p. 325 – 328
- Parry, M.L; Canziani, O.F; Palutikof, J.P; van der Linden, P.J; Hanson, C.E; Eds. 2007. *Climate change 2007: impacts, adaptation and vulnerability*. Contribution of Working Group II to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Cambridge Univ. Press, Cambridge, UK, and New York, NY
- PNUD (Programa de Naciones Unidas para el Desarrollo). 2009. *Manual de planificación, seguimiento y evaluación de los resultados de desarrollo*. New York, 218 p.
- Poiani, K y Richter, B. 2001. Paisajes Funcionales y la conservación de la biodiversidad. The Nature Conservancy. 12 p.
- ____KA; Goldman, RL; Hobson, J; Hoekstra, JM; Nelson, KS. 2011. Redesigning biodiversity conservation projects for climate change: examples from the field. *Biodiversity Conservation* 20: 185-201
- Prentice, C; Cramer, W; Harrison, SP; Leemans R; Monseurd, R; Solomon, AM. 1992. A global biome model based on plant physiology and dominance, soil properties and climate. *Journal of Biogeography* 19: 117-134
- Rempel, R.S; D. Kaukinen; and A.P. Carr. 2012. Patch Analyst and Patch Grid. Ontario Ministry of Natural Resources. Centre for Northern Forest Ecosystem Research, Thunder Bay, Ontario.

- Root, TL y Schneider, SH. 2002. Climate change: Overview and implications for Wildlife. In: Schneider and Roots (eds.) Wildlife responses to climate change: North American Case Studies. Washington, D.C. Island Press
- Salafsky, N y Margoluis, R. 1999. Threat reduction assessment: a practical and cost-effective approach to evaluating conservation and development projects. *Conservation Biology* 13(4): 830-841
- Sandoval, CA. 1996. Investigación Cualitativa. En: Especialización en teoría, métodos y técnicas de investigación social. ICFES, Bogotá.
- Santoso, H; Idinoba, M; Imbach, P. 2008. Climate scenarios: What we need to know and how to generate them. CIFOR. Bogos, Indonesia. 27 p.
- Saunders, DA; Hobbs, RJ; Margules, CR. 1991. Biological consequences of ecosystem fragmentation: A Review. *Conservation Biology* 5(1): 18-32
- Segarra, P. 2002. Mapeo participativo: Involucrando a la comunidad en el manejo del páramo. Ecuador: Congreso mundial de páramos. Online: <http://www.iapad.org/publications/ppgis/pool.segara.pdf> Acceso: 29 de Octubre de 2013
- Steffen, W; Burbidge, AA; Hughes, L; Kitching, R; Lindenmayer, D; Musgrave, W; Stafford, SM; Werner, PA. 2009. Australia's biodiversity and climate change: a strategic assessment of the vulnerability of Australia's biodiversity to climate change. A report to the Natural Resource Management Ministerial Council commissioned by the Australian Government. CSIRO. 290 p.
- Smith, A; Page, B; Duffy, K; Slotow, R. 2012. Using maximum entropy modeling to predict the potential distributions of large trees for conservation planning. *Ecosphere* 3(6): Article 56. 1-21p.
- The Conservation Measures Partnership. 2013. Open Standars for the practice of conservation. Version 3.0
- Townsend, A; Tian, H; Martínez, E; Soberón, J; Sánchez, V; Huntley, B. 2005. Modeling Distributional Shifts of Individual Species and Biomes. In Lovejoy, TE; Hannah, L. eds. *Climate Change and Biodiversity*. Michigan, USA, Yale University Press. p 211-228.
- Turner, BL; Matson, PA; McCarthy, JJ; Corell, RW; Christensen, L; Eckley, N; Hovelsrud-Brofa, GK; Kasperson, JX; Kasperson, RE; Luers, A; Martello, ML; Mathiesen, S; Naylor, R; Polsky, C; Pulsipher, A; Schiller, A; Selin, H; Tyler, N: 2003a. Illustrating the coupled human-environment system for vulnerability analysis: Three case studies. *PNAS* 100(14): 8080-8085
- _____; Kasperson, RE; Matson, PA; McCarthy, JJ; Corell, RW; Christensen, L; Eckley, N; Kasperson, JX; Luers, A; Martello, ML; Polsky, C; Pulsipher, A; Schiller, A. 2003b. A framework for vulnerability analysis in sustainability science. *PNAS* 100(14): 8074-8079
- UICN (Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza). 2013. Manual del usuario de la herramienta CRiSTAL (Versión 5), Herramienta para la identificación comunitaria de riesgos, adaptación y medios de vida. Perú, Instituto Internacional para el Desarrollo Sostenible, 56 p.
- Williams, SE; Shoo, LP; Isaac, JL; Hoffmann, AA; Langham, G. 2008. Towards an integrated framework for assessing the vulnerability of species to climate change. *PLoS Biology* 6(12) e325: 2621-2626

Williamson, TB. 2012. Adapting sustainable forest management to climate change: a framework for assessing vulnerability and mainstreaming adaptation into decision making. Williamson, TB; Campagna, MA; Ogden, EA. Ottawa, Ontario 48 p.

Woodward, MR, Lomas MR; Betts, RA. Vegetation-climate feedbacks in a greenhouse world. 1998. Philosophical transactions of the Royal Society B 352: 29-39

Artículo 3. Estrategias de adaptación al cambio climático en el Corredor Biológico Pájaro Campana, Costa Rica: insumos para la construcción de un plan de adaptación.

ESTRATEGIAS DE ADAPTACION AL CAMBIO CLIMATICO EN EL CORREDOR BIOLÓGICO PÁJARO CAMPANA, COSTA RICA: INSUMOS PARA LA CONSTRUCCION DE UN PLAN DE ADAPTACION

Piedrahíta C, Herrera-F Bernal, Imbach P, Díaz Á, Canet L, Chassot O

RESUMEN

Debido a la necesidad de implementar medidas de adaptación al cambio climático como complemento a las medidas de mitigación, el presente estudio propone estrategias de adaptación para la biodiversidad del Corredor Biológico Pájaro Campana (CBPC) en Costa Rica. Las estrategias fueron definidas de manera participativa con miembros de la comunidad y actores claves del CBPC, tomando como base el análisis de vulnerabilidad ante el cambio climático del área de estudio. En total se definieron nueve estrategias, cinco de ellas enfocadas a la conservación y manejo de recursos naturales, dos estrategias relacionadas con el componente social, una estrategia dirigida al sistema productivo y una estrategia de gestión. Los actores propuestos para participar en cada una de las estrategias fueron seleccionados tomando en cuenta sus capacidades e injerencias. Las estrategias y actores definidos están acorde con lo establecido en la literatura.

Palabras Clave: Biodiversidad, procesos participativos, vulnerabilidad, elementos críticos

ABSTRACT

Due to the need of implementing adaptation measures to climate change as a complement of the mitigation measures, this study proposes a base line of possible strategies of adaptation for the biodiversity of the Pájaro Campana National Corridor (PCBC) in Costa Rica. The strategies were defined with the participation of members of the community and key actors of the PCBC, based on the vulnerability analysis to climate change in the area of study. Nine strategies were ultimately defined; five of them related to conservation and management of natural resources; two linked to the social component, one focused on the productive system and one strategy for management. The actors proposed to participate in each one of the strategies were selected taking into account their capacities and their intervention. The strategies and actors were defined in accordance with what has been established by the literature.

Key Words: Biodiversity, participatory processes, vulnerability, critical elements

INTRODUCCIÓN

En las últimas dos décadas se han ido identificando los efectos negativos del cambio climático sobre la biodiversidad y cada vez las evidencias son más significativas. Es por esto, que el IPCC en su cuarto informe (2007) reconoce que una de las estrategias para enfrentar los impactos del cambio climático es la adaptación como complemento a las acciones de mitigación. Estas dos medidas están interrelacionadas (Klein *et al.* 2005, Locatelli *et al.* 2011) aunque presentan diferencias bien marcadas en sus objetivos, escalas espaciales, escalas de tiempo y sectores de aplicación (Klein *et al.* 2005, Tol 2005, Parry *et al.* 2007). Por su parte, el CMUNUCC en la Conferencia de las partes en el año 2005, establece como objetivo “mejorar la comprensión y evaluación de los impactos, la vulnerabilidad y la adaptación, y poder adoptar decisiones informadas sobre actividades y medidas prácticas de adaptación [en los planos internacional, regional, nacional y local] para hacer frente al cambio climático” y por su parte Costa Rica en el año 2009 definió la Estrategia Nacional de Cambio Climático (ENCC) con el fin de dar seguimiento a los Objetivos del Milenio, la Convención del Cambio Climático y los compromisos asumidos en la Cumbre de Cambio Climático de San Pedro Sula en 2008. Además, dentro del componente de adaptación, la ENCC está dividida en sectores y uno de ellos es exclusivamente de biodiversidad, de esta manera también contribuye a los acuerdos definidos en el Convenio de Diversidad Biológica (MINAET 2009).

Como respuesta al cambio climático la mayoría de los proyectos, países y comunidades han enfocados los esfuerzos a implementar medidas de mitigación en lugar de acciones de adaptación (Füssel 2007, Pielke *et al.* 2007, Verchot 2007). La mitigación se enfoca más en limitar los cambios del cambio climático reduciendo las emisiones de GEI o mejorar sus sumideros, mientras que la adaptación está más relacionada a direccionar acciones en un sistema vulnerable como respuesta al clima actual o futuro con el objetivo de moderar los efectos del cambio climático o la explotación de oportunidades (IPCC 2007). Por otro lado, las medidas de mitigación se han considerado más como beneficio global (Stern 2006) mientras que las estrategias de adaptación representan mayor beneficio a escala local (Stehr y Storch 2005), sin embargo Díaz (2010) menciona que a nivel de Latinoamérica los proyectos de adaptación han sido desarrollados en su mayoría a nivel nacional y tan solo un 11% se han realizado a nivel local.

En los últimos años se ha venido trabajando en temas de adaptación a nivel regional o de país y se sugiere invertir más en este tema de lo que actualmente está planeado (Parry *et al.* 2009). Reconociendo que las acciones de adaptación deber estar dirigidas y ser aplicadas a nivel local puesto que los impactos y vulnerabilidades son específicos de cada lugar y se debe considerar el contexto demográfico, cultural, económico, gobernanza, flujos de capital (Adger *et al.* 2005).

Es por esto, que el objetivo de este estudio es establecer estrategias de adaptación para el plan de adaptación ante el cambio climático para la biodiversidad del Corredor Biológico Pájaro Campana en Costa Rica, de manera que sea una primera aproximación en la estructuración de planes de adaptación puesto que según nuestro conocimiento hasta el momento no se han implementado planes de adaptación al cambio climático en áreas funcionales para la conservación en Costa Rica.

METODOLOGIA

Área de estudio

El Corredor Biológico Pájaro Campana se ubica en las provincias de Puntarenas, cantón central y la provincia de Guanacaste; abarca partes de los cantones de Abangares y Tilarán. Se extiende desde la división continental por Monteverde, Santa Elena y Aranjuez hasta la zona costera del Golfo de Nicoya. Se incluyen áreas de bosque nuboso en los 1800 msnm hasta bosques de manglar al nivel del mar (Figura 10). Presenta una extensión de 66 416 hectáreas en las que están presentes las cuencas de los ríos Lagarto, Guacimal, Aranjuez y Sardinal. Además, cuenta con una gran diversidad de hábitats y 11 zonas de vida con rangos de temperatura que varían inversamente con la altitud y oscilan entre 18 y 25°C.

El CBPC se inicia formalmente en el año 1992 siguiendo las recomendaciones de la propuesta técnica de ordenamiento territorial para la conservación de la biodiversidad en Costa Rica en la que se propone asegurar al menos el 90% de la biodiversidad de Costa Rica (García 1996). En el año 1995 el Centro Científico Tropical (CCT) formula la primera propuesta de CB entre la zona protectora Arenal Monteverde y el Golfo de Nicoya. Posteriormente, en el 2007 se conforma el consejo local en el que participan miembros activos y organizaciones de las comunidades de la zona de Monteverde; con el fin de "proteger la vida silvestre única y los recursos naturales presentes en la zona". Es por esto que el CBPC se define como "un proceso que aglutina a diversos actores que impulsan acciones para la protección de la biodiversidad, la conectividad entre los ecosistemas, el uso racional de los recursos naturales y el desarrollo solidario y equitativo de las comunidades humanas que habitan el CB" (Corredor Biológico Pájaro Campana 2011).

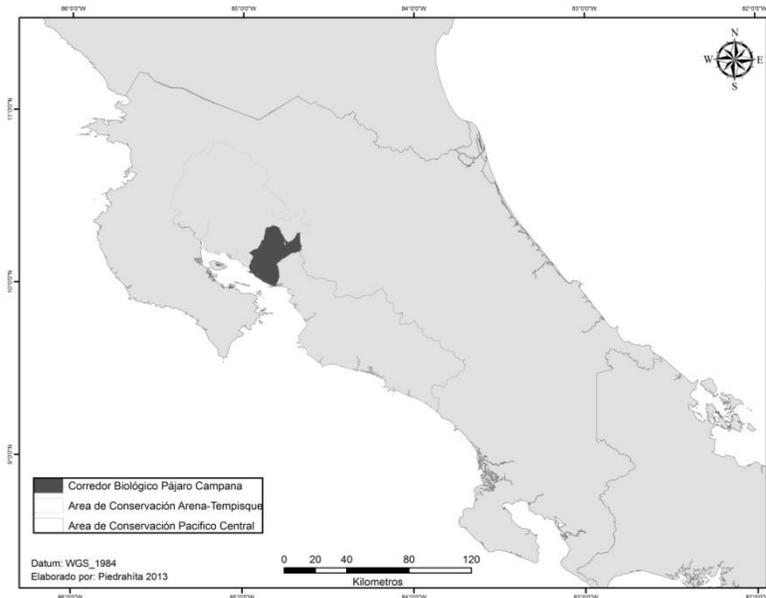


Figura 12. Ubicación del Corredor Biológico Pájaro Campana.

El CBPC cuenta con una diversidad que representa el 50% de los vertebrados terrestres de Costa Rica. Su amplia red hídrica provee servicios ecosistémicos como energía eléctrica, agua potable para consumo y para riego. En aspectos socioeconómicos el corredor cuenta con una población aproximada de 17 118 habitantes distribuida en pequeñas comunidades agropecuarias y poblados urbanizados. En general la principal actividad económica es la ganadería y en los últimos años han surgido actividades como el ecoturismo, aunque se mantienen las tradiciones rurales (Corredor Biológico Pájaro Campana 2011).

La gobernanza de la región está más fortalecida en la parte alta del corredor con presencia de organizaciones no-gubernamentales y académicas involucradas en el manejo de las áreas protegidas, conservación de hábitat, investigación, educación y sensibilización de la comunidad. La mayoría de las comunidades tienen presencia de asociaciones de desarrollo local, las cuales son reconocidas legalmente y tienen una función fundamental en los procesos de implementación de proyectos en las comunidades (Corredor Biológico Pájaro Campana 2011).

Proceso Metodológico

La definición de estrategias para el plan de adaptación al cambio climático del Corredor Biológico Pájaro Campana se realizó en talleres investigativos (Sandoval 1996) y utilizando algunas de las herramientas descritas por Chambers (2002) con los siguientes participantes miembros del consejo local del corredor biológico y habitantes de la comunidad: (1) coordinador del CBPC, (2) representante del Instituto Monteverde, (3) representante de la Reserva Santa Elena, (4) representante de Fundación

Conservacionista de Costa Rica (FCC), (5) representante del Sistema Nacional de Áreas de Conservación (SINAC), (6) representante de la Compañía Nacional de Fuerza y Luz (CNFL), (7) cinco miembros de organizaciones comunitarias y (8) dos vecinos de la comunidad.

El proceso metodológico (Figura 13) consistió en ocho pasos. Paso 1: presentación del resultado del análisis de vulnerabilidad (Artículo 1) donde se validó y retroalimentó con los participantes del taller. Paso 2: el grupo de actores se clasificó en tres subgrupos siguiendo la metodología propuesta por Geilfus (2002) según la zona de origen: zona alta, zona media y zona baja, de forma que tuvieran condiciones o intereses comunes además de tener cada subgrupo una visión diferente del territorio por las características de cada una de las zonas; Paso 3: cada subgrupo elaboró una visión de su territorio tomando en cuenta los resultados previos y los objetivos del corredor biológico. Los subgrupos manifestaron su percepción del territorio en el futuro según su zona de procedencia. Paso 4: cada subgrupo expuso su visión y en plenaria se realizó una construcción colectiva de la visión a futuro desde la perspectiva de todo el territorio. Paso 5: cada subgrupo identificó elementos críticos referidos a aquellos sectores más vulnerables o más débiles dentro del sistema, según la perspectiva de los participantes. Paso 6: cada subgrupo identificó para cada uno de los elementos críticos los actores potenciales que de alguna manera estarán involucrados en el plan de adaptación y serán los encargados de ejecutar las acciones. Paso 7: cada subgrupo basados en el análisis de vulnerabilidad, visión futura y elementos críticos plantearon estrategias de adaptación y las acciones por cada estrategia. Paso 8: tratamiento y organización de la información para obtener la línea base para el plan de adaptación del CBPC. Dentro del tratamiento de datos se realizó una categorización de los actores definidos en el taller tomando como referencia la propuesta de clasificación de actores de Ceballos (2004) y Morales (2010) y un análisis multivariado de componentes principales utilizando el software estadístico *InfoStat* versión 2013 (Di Rienzo *et al.* 2013).

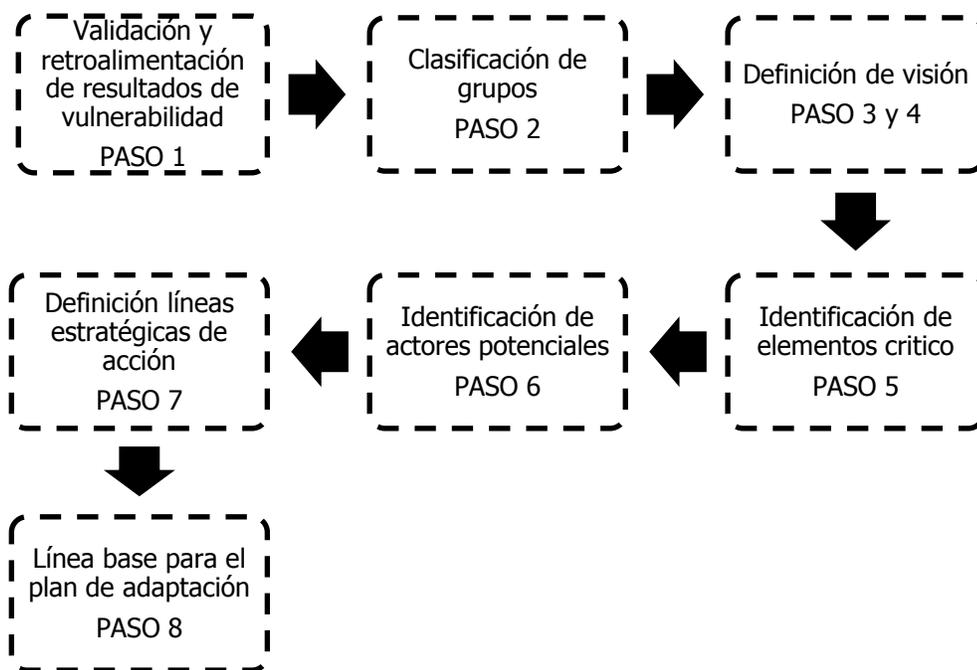


Figura 13. Proceso metodológico para la obtención de estrategias de adaptación.

Posteriormente, este ejercicio se replicó con 15 miembros institucionales del SINAC y se complementaron los resultados obtenidos en el taller inicial. En este caso, al igual que el taller en la comunidad el grupo fue dividido en 3 subgrupos, sin embargo en esta ocasión la clasificación no fue por área de procedencia sino al azar con el fin de tener subgrupos homogéneos en número de personas; puesto que la división en grupos contribuye a poder tratar con mayor profundidad los temas abordados (Geilfus 2002).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los resultados de vulnerabilidad para los escenarios de cambio climático B1 y A2 mostraron que la zona más vulnerable al cambio climático es la parte media del corredor biológico, seguida de la parte baja y por último la parte alta; a nivel de capitales de la comunidad, el análisis permitió tener una mayor diferenciación del territorio donde se identifican cuatro sectores dentro del corredor que evidencian un mayor interés y manejo de la biodiversidad en la zona alta de Monteverde y zona de la cuenca alta y media de Aranjuez comparado con la zona media y la zona baja; por otro lado, las amenazas externas tienen mayores implicaciones en la parte baja del corredor y menores en la parte alta del corredor. Esto indica que a lo largo del corredor biológico existen realidades diferentes que implican que cada sector se vea afectado y por ende manejado de manera diferente.

Basados en los resultados presentados previamente se construyó la visión de territorio, la cual refleja la posición de los participantes de realizar un manejo adecuado de los recursos naturales considerando que estos pueden ser afectados por los cambios

asociados al cambio climático y por lo cual deben adaptarse. De esta manera, la visión generada por los participantes fue:

VISION DEL TERRITORIO: El corredor biológico es un territorio con alta integridad ecosistémica, adaptable a los cambios naturales, donde las comunidades que lo habitan prosperan y conservan el ambiente gracias a los usos adecuados de los recursos naturales.

Con referencia en los resultados de vulnerabilidad y la visión de territorio los participantes definieron nueve estrategias a considerar dentro del plan de adaptación del CB cada una de ellas asociadas a un elemento crítico del sistema (Cuadro 6). Cinco de ellas enfocadas a la conservación y manejo de recursos, dos estrategias relacionadas con el componente social, una estrategia dirigida al sistema productivo y una estrategia de gestión. Comparando con lo establecido por el CONANP (2010) considera estrategias no solo de adaptación sino también de mitigación al establecer la estrategia de cambio climático para las áreas naturales protegidas de México y definen seis estrategias: mitigación; adaptación; conocimiento; desarrollo de capacidades y asistencia técnica; y políticas públicas, transversalidad y vinculación interinstitucional. Por otro lado, las opciones de adaptación de Ontario's Clay Belt, fueron clasificadas en cuatro componentes: políticas; manejo de recursos; monitoreo y ciencia, y educación y compromiso público (Lalonde *et al.* 2012). Para las áreas protegidas del Caribe de México, March *et al.* (2011), definen tres grandes estrategias: mantener o incrementar la resiliencia, enfrentar amenazas que puedan exacerbarse por los impactos del cambio climático y mantener el aprovechamiento sustentable de los recursos naturales. A nivel nacional, Australia definió tres grandes estrategias: adquirir nuevos conocimientos, minimizar el impacto sobre la biodiversidad e incorporar el conocimiento y minimización de daños en los recursos naturales y gestión del uso del suelo (Natural Resource Management Ministerial Council 2004). Por su parte, Holanda considera tres grandes pilares: conectar áreas protegidas para permitir la dispersión y migración de especies, aumentar la heterogeneidad y gradientes en la áreas protegidas y sus alrededores para hacerlos más resilientes a eventos climáticos extremos y mejorar las condiciones de las áreas protegidas haciendo un uso óptimo del paisaje natural (Vonk *et al.* 2010). Esto evidencia, que no existe una única forma de enfocar las estrategias de adaptación y que según los objetivos de cada territorio se pueden considerar diferentes elementos dentro de la planificación.

Un componente importante de las estrategias de adaptación de la biodiversidad tanto para CONANP (2010) como Lalonde *et al.* 2012 es el establecimiento de políticas que contribuyan a la conservación de la biodiversidad. Sin embargo, cabe resaltar que estos dos estudios son a nivel nacional y por lo cual tienen implicaciones políticas. Esta medida no fue considerada por ninguno de los grupos del taller de adaptación pues consideran que

este tipo de acciones se desarrollan a nivel de país y a escala local no hay mucha injerencia al respecto.

De las 9 estrategias definidas durante el taller, siete de ellas coinciden con del listado de estrategias de adaptación de Heller y Zavaleta (2009) el cual establece un ranking (16 posiciones) de las recomendaciones más comunes para la adaptación de la biodiversidad, según número de aparición en documentos de investigación sobre adaptación para la biodiversidad. Las estrategias propuestas en el taller que no se encuentran en dicho listado son las de implementación de prácticas productivas amigables con el ambiente y la gestión del corredor biológico. Es necesario subrayar que no a todas las estrategias identificadas se les identificó un periodo de tiempo a aplicar pues los participantes consideraron que son estrategias que deben ser ejecutadas de manera constante y no tener una meta para un periodo fijado. En general, se puede decir entonces que las estrategias definidas dentro del taller coinciden con la literatura de adaptación para la biodiversidad.

Dentro del componente de conservación y manejo de recursos la estrategia de conectividad y manejo de áreas fragmentadas fue la que más se propuso en los grupos, siendo considerada por dos de los grupos del taller desarrollado en el CB y 2 de los grupos del taller de verificación. De esta manera, tanto los actores del corredor biológico como los miembros del SINAC consideran de vital importancia este aspecto para adaptarse al cambio climático pues reconocen que es una de las maneras de favorecer el desplazamiento de las especies. Según varios estudios sobre estrategias de adaptación para la biodiversidad es la conectividad una estrategia fundamental si se quiere reducir la vulnerabilidad de las especies ante el cambio climático (Halpin 1997, IPCC 2002, Mawdsley 2009, Kingsford y Watson 2011). Halosfky *et al.* (2011), indica que para que esta estrategias sea efectiva es indispensable contar con la colaboración de los diferentes vecinos y habitantes de la región.

Por otro lado, la estrategia de conectividad fue la estrategia en que mayor número de acciones y actores propusieron y las relacionaron con componentes sociales, financieros, ecológicos, lo cual es conveniente en el momento de pensar en el diseño e implementación de enlaces de conservación y propiciar el desplazamiento de las especies. Según Bennett (1998), existen aspectos biológicos y sociopolíticos que deben ser considerados cuando se desea establecer programas y proyectos que favorezcan la conectividad. Se puede decir que los actores del corredor biológico consideraron los dos aspectos mencionados por Bennett, además de proponer acciones y medidas que de igual forma son consideradas por el autor para mejorar la conectividad de los paisajes.

En cuanto a la estrategia dirigida hacia a las especies, solo fue propuesta en un subgrupo del taller del corredor biológico y un subgrupo del taller con los miembros del SINAC. El monitoreo de especies y la evaluación de las respuestas al cambio climático

fueron acciones definidas para desarrollar la estrategia; este tipo de acciones ha sido propuesto en diferentes estudios de adaptación de biodiversidad al cambio climático (Kappelle *et al.* 1999, Hannah *et al.* 2002, Natural Resource Management Ministerial Council 2004, Hulme 2005, Mitchell *et al.* 2007). Conocer las especies existentes dentro del corredor así como la respuesta de estas al cambio climático facilita la toma de decisiones e implementación de acciones dirigidas a las especies más vulnerables.

Las otras dos estrategias del componente de conservación y manejo de recursos naturales, conservación de humedales y recurso hídrico, propuestas cada una de ellas por un subgrupo del taller con la comunidad. Hartig *et al.* (1997), identificaron que mejorar la protección de humedales como medida de adaptación ante el cambio climático es fundamental para que las comunidades vegetales tengan una mejor respuesta a períodos más húmedos o más secos. Existen varios estudios que proponen la restauración de humedales, ríos y matriz del paisaje como estrategia de adaptación (Mulholland 1997, Da Fonseca *et al.* 2005, Lovejoy, TE. 2005, Kingsford and Watson 2011), y esta acción fue propuesta para alcanzar las estrategias de protección de humedales y recurso hídrico. También las acciones de monitoreo, educación e implementación de legislación son medidas de adaptación en el manejo del recurso hídrico según Pujol *et al.* (2012).

En cuanto a las dos estrategias dirigidas a la parte social, la integración de comunidades propuesta por un subgrupo, según Wilke y Bilz (2013) y Welch (2005) es necesaria para lograr el manejo e implementación de acciones pues la participación de las comunidades es fundamental así como la generación de conciencia sobre los efectos del cambio climático. Igualmente la Secretariat de CDB (2009) considera que la planeación e implementación de actividades de adaptación efectivas deben considerar el conocimiento tradicional, involucramiento de indígenas y comunidades locales. Por otro lado, la estrategia de educación ambiental considerada por un subgrupo es importante bien sea formal como informal (Duarte *et al.* 2006) pues contribuye a propagar información sobre el cambio climático y a facilitar la comprensión de lo que el cambio climático significa en los diferentes sectores (ecológico, social, económico, político) y a difundir las diferentes medidas que se pueden tomar para conservar y mejorar la capacidad de adaptación de la biodiversidad (Williams 2000, Wilke y Bilz 2013), este tipo de estrategia de adaptación a cobrado importancia en los últimos años a medida que las comunidades se han ido involucrando en los procesos de adaptación (Feenstra *et al.* 1998)

Las estrategias de uso de suelo y sistemas productivos de las comunidades han sido más que todo definidas para la adaptación de las comunidades a través de la aplicación de medidas que contribuyan a mantener los servicios ecosistémicos de los cuales las comunidades son beneficiarios, contribuir a adaptar una de las principales actividades económicas de los pobladores y a suavizar las prácticas de uso de la tierra para contribuir a su conservación (Hannah *et al.* 2002, Da Fonseca *et al.* 2005, Campbell 2009, Bajracharya *et al.* 2011). No obstante, la ordenación del territorio en las tierras

productivas combinadas con programas de restauración de especies nativas contribuye a la adaptación de las especies y se benefician tanto la biodiversidad como los pobladores que dependen de la agricultura. (Doerr *et al.* 2013). Las prácticas de agricultura ecológica propuestas por los participantes del taller han sido sugeridas por varios autores (Hannah y Hansen 2005, Da Fonseca *et al.* 2005, Wilke y Bilz 2013) como medidas para contribuir a la adaptación de las especies pues contribuyen con la conectividad a través de la matriz del paisaje. La acción de promover sellos de calidad también contribuye a lograr el objetivo de un mejor manejo de usos del suelo, pues los incentivos pueden permitir que ciertas tierras sean manejadas y reconvertidas a bosques (Hannah and Hansen 2005, Donald and Evans 2006) lo que mejora la flexibilidad de sistemas en conectividad.

La medida de gestión fue considerada en los tres subgrupos del taller con las comunidades y esta como tal no se encuentra reportada en la literatura para mejorar la adaptación de las especies. Sin embargo, Lemieux and Scott (2005) sugieren mejoras en la capacidad institucional como medida para contribuir a la adaptación de la biodiversidad. Por otro lado, la acción de mejorar la capacidad financiera para la ejecución de actividades ha sido sugerida por Hannah *et al.* (2002). CONANP (2010), dentro de sus líneas de acción establecen el fortalecimiento de la capacidad de gestión de las áreas protegidas como medida de adaptación en las regiones prioritarias de conservación.

En cuanto a las acciones consideradas dentro de las estrategias de adaptación el monitoreo y control y vigilancia fue sugerida para cinco de las nueve estrategias. Si bien dicho monitoreo no es el mismo en cada una de ellas si refleja la importancia de hacer seguimiento a los diferentes componentes presentes dentro del corredor biológico con el fin de generar, analizar y difundir información que permita identificar los cambios en el sistema y los impactos de las acciones implementadas y contribuir al manejo efectivo de los sistemas ecológicos de forma que se contribuya a un mejor entendimiento del sistema (Artiola *et al.* 2004, Finegan *et al.* 2008). El control y vigilancia es un mecanismo que permite hacer seguimientos a la aplicación de leyes, normas y medidas del componente ambiental lo que contribuye revertir los impactos negativos sobre la biodiversidad (Gomez 2005) y de cierta manera puede facilitar la implementación de las acciones propuestas en plan de adaptación.

Por su parte, la implementación de programas de educación ambiental, realización de capacitaciones y sensibilización fue considerada en cinco de ocho estrategias (excluyendo la estrategia de educación ambiental). Esto demuestra que para las comunidades del CB un elemento fundamental que contribuirá a la exitosa ejecución y desarrollo de estrategias depende en gran medida de los procesos de generación de conocimientos. La generación y transferencia de conocimiento es fundamental para contribuir a la conservación y manejo de la biodiversidad y se debe recalcar que la implementación de la educación no debe ser igual para todos los actores dentro del corredor biológico, sino específica según

las características de los grupos a tratar (niños, jóvenes, productores, líderes comunitarios) (Williams 2000).

Un grupo de acciones dirigidas a conocer el estado actual de los recursos (naturales y sociales) fue propuesto en cuatro de las nueve estrategias. Estas actividades están encaminadas a conocer la línea base de algunos componentes naturales así como el mapeo de actores dentro del corredor. Conocer el estado actual de la biodiversidad dentro del CB es un elemento fundamental para poder iniciar la implementación de estrategias. Un diagnóstico preliminar permite identificar las características biológicas y ecológicas así como las amenazas y oportunidades (Granizo 2006). Además es la base bajo la cual se evaluarán los avances e impactos de la implementación de estrategias. El establecimiento de un mapeo de actores aparte de generar un listado de actores también proporciona información sobre las acciones y objetivos que realizan y de esta forma conocer de qué manera pueden aportar al proceso de planificación o implementación de estrategias, así como sus necesidades (Morales 2010).

La actividad de reforestación fue propuesta para tres de las cinco estrategias de manejo y conservación de recursos la protección de humedales y ríos y para contribuir a la conectividad de paisajes fragmentados. Mulholland *et al.* (1997), considera que la restauración de vegetación de ribera es una estrategia importante para mejorar el calentamiento de los ríos debido a los cambios en el clima. Por otro lado, la reforestación de la matriz del paisaje es un proceso que facilita la recuperación de la integridad ecológica, mejora la resiliencia del sistema y mejora la conectividad del paisaje (García-Feced 2011) lo que contribuye a los procesos de adaptación de la biodiversidad. Sin embargo, García-Feced (2011) indica que la reforestación debe ser planificada y manejada en paisaje con presencia de bosque y sistemas de agricultura para que esta sea efectiva y se mejore realmente la conectividad.

Las actividades de agricultura sostenible fueron propuestas para el cumplimiento de tres estrategias y como se mencionó anteriormente estas contribuyen a la adaptación de las especies pues mejoran la conectividad a través de la matriz del paisaje (Secretariat de CBD 2009).

Cuadro 6. Elementos priorizados, estrategias, acciones y posibles actores para el plan de adaptación del Corredor Biológico Pájaro Campana.

Elemento Crítico: Generación Especies (2 subgrupos)	
<p>Estrategia: Las instituciones presentes en el corredor biológico desarrollan proyectos para la elaboración de inventarios de especies y estudios de respuesta de las especies al cambio climático con el fin de complementar el análisis de vulnerabilidad al cambio climático en un periodo de 10 años.</p>	
Acciones	Posibles actores
<ul style="list-style-type: none"> • Realizar inventarios de especies • Identificar especies claves para el corredor • Monitoreo de especies • Proyectos de investigación dirigidos a identificar la respuesta de las especies al cambio climático. 	<ul style="list-style-type: none"> • Centro Científico Tropical (CCT) • Universidad de Georgia (UGA) • Instituto Monteverde
Elemento Crítico: Conectividad/Reservas Fragmentadas (4 subgrupos)	
<p>Estrategia: Instituciones y habitantes de corredor biológico mantienen, aumentan y mejoran la conectividad a través de programas de reforestación, aforestación y protección de bosques priorizando la zona media y baja del corredor que vinculen las área fragmentadas dentro del corredor con la participación activa de actores claves que permitan vincular su conocimiento y experiencia para contribuir a la conectividad funcional y estructural en un periodo de 20 años.</p>	
Acciones	Posibles Actores
<ul style="list-style-type: none"> • Mapeo de actores • Establecimiento de línea base de la conectividad estructural (análisis técnico de mapas) • Establecimiento de línea base de la conectividad funcional • Establecimiento de programas de reforestación con recursos a largo plazo, enfocado en la parte media y baja • Monitoreo periódico de conectividad estructural y funcional para valorar rutas de conectividad • Desarrollar procesos de sensibilización • Establecer alianzas estratégicas con empresas privadas y organizaciones para desarrollar procesos de responsabilidad social • Establecer mecanismos de gestión de recursos financieros para procesos de investigación y proyectos de conservación de bosques • Desarrollar mecanismos para aumentar la conectividad: PSA, manejo 	<ul style="list-style-type: none"> • Productores y propietarios • Organizaciones comunales • Municipalidades • Instituciones públicas • Centros académicos • ONG's • Empresa privada • CNFL • Grupo reforestación del CBPC

<p>integral de fincas, ganadería sostenible, créditos, certificación</p> <ul style="list-style-type: none"> • Diseño de proyectos silvopastoriles y agroforestales. • Integración de acciones de conservación y protección de los recursos naturales con propietarios y productores de monocultivos como piña, melón, arroz • Incorporar a la academia en la generación de estudios y conocimiento 	
Elemento Crítico: Humedales (1 subgrupo)	
Estrategia: Las instituciones y habitantes del corredor protegen los humedales existentes y realizar procesos de rehabilitación mediante un plan de reforestación en un periodo máximo de 5 años.	
Acciones:	Posibles actores
<ul style="list-style-type: none"> • Control y vigilancia • Educación ambiental • Análisis retrospectivo de los humedales • Investigación para conocer la salud actual de los humedales • Restauración y reforestación de humedales 	<ul style="list-style-type: none"> • Ministerio del ambiente • Fundación Neotrópica • UNA • Grupos comunitarios
Elemento Crítico: Recurso Hídrico (1 subgrupo)	
Estrategia: Las instituciones encargadas de la gestión del recurso hídrico y el consejo local mejoran la protección de los mantos acuíferos a través de reforestación, educación e implementación de la legislación correspondiente, con el fin que se haga un uso sostenible del recurso hídrico siendo este un proceso constante	
Acciones:	Posibles actores
<ul style="list-style-type: none"> • Reforestación en zonas de importancia para el recurso hídrico • Implementación de sistemas de tratamiento de agua • Monitoreo sobre focos de contaminación y disponibilidad de agua • Implementación de acciones de control para que se cumpla la legislación • Programa de educación sobre el recurso hídrico 	<ul style="list-style-type: none"> • ASADAS • ONG's • Municipalidad • Ambientalistas • Empresa Privada • Grupos comunitarios • MINAE • Ministerio de Salud
Elemento Crítico: Uso del suelo (1 subgrupo)	
Estrategia: El consejo local del corredor biológico promueve el uso racional del suelo y la disminución del cambio de uso de suelo siendo este un proceso constante	

Acciones:	Posibles actores
<ul style="list-style-type: none"> • Programas extensivos de manejo de suelos • Programas de agricultura sostenible • Conservación de áreas de transición entre ecosistemas • Coordinación para el trazado de vías 	<ul style="list-style-type: none"> • Comunidades • Escuelas • INA • Agricultores • Ganaderos • Constructores
Elemento Crítico: Sistemas Productivos (1 subgrupo)	
Estrategia: Los productores y habitantes del corredor implementan prácticas y técnicas amigables con el medio ambiente para contribuir en la conectividad funcional de las especies	
Acciones:	Posibles actores
<ul style="list-style-type: none"> • Promoción del turismo rural • Promoción de agricultura ecológica (agroforestales) • Programas de ganadería sostenible (silvopastoriles) • Capacitaciones • Intercambio de experiencias • Control y vigilancia en la zona baja • Promover un sello de calidad por parte del corredor biológico 	<ul style="list-style-type: none"> • Agricultores • Finqueros • Ganaderos • Organizaciones de productores • MAG • ADETSAS • ONG's • INA
Elemento Crítico: Educación Ambiental (1 subgrupo)	
Estrategia: El consejo local apoyado por las instituciones académicas implementa talleres y capacitaciones en niños, jóvenes y comunidad en general sobre calentamiento global con el fin de concientizar y sensibilizar acerca de este tema.	
Acciones:	Posibles actores:
<ul style="list-style-type: none"> • Capacitación de líderes comunales • Crear centros de capacitación ambiental en lugares específicos del corredor • Implementar programas de educación ambiental en las escuelas y colegios del corredor biológico • Realizar programas de sensibilización 	<ul style="list-style-type: none"> • CBPC • CECJ • CCT • ACM • MEP • Universidades • Escuelas
Elemento Crítico: Integración de comunidades (1 subgrupo)	

Estrategia: Las comunidades dentro del corredor se mantienen informadas y adoptan la visión del corredor e implementan acciones para contribuir al alcance de los objetivos del mismo	
Acciones:	Posibles actores:
<ul style="list-style-type: none"> • Boletín informativo por comunidad • Reuniones • Talleres de capacitación • Intercambio de experiencias con las diferentes comunidades • Aumentar la presencia del CBPC en las actividades comunales • Representación de las comunidades bajas en las reuniones de coordinación y planificación del CB • Crear una base de datos detalla de las comunidades del corredor 	<ul style="list-style-type: none"> • CBPC • Asociaciones de desarrollo • Universidades y centros educativos • Iglesia • Líderes comunales • Grupos organizados
Elemento Crítico: Gestión (3 subgrupos)	
Estrategia: Garantizar la existencia de recursos humanos, financieros, técnicos y logísticos necesarios para la gestión efectiva del CBPC	
Acciones:	Posibles actores:
<ul style="list-style-type: none"> • Mejorar la representación intersectorial dentro del consejo local, tomando en consideración a ganaderos, agricultores, miembros de la comunidad, asociaciones de desarrollo y microempresas • Disponer de un coordinador a tiempo completo o 2 coordinadores, uno encargado de la parte alta del corredor y otro para la zona baja del corredor. • Creación de sub-comités activos dentro de todo el corredor • Maximizar la sostenibilidad y eficiencia financiera mediante la búsqueda de donantes y creación de mecanismos formales para recaudar fondos • Establecer alianzas con las áreas protegidas que rodean al CBPC con el fin de articular los planes de trabajo, optimizar recursos y promover la conectividad. • Atraer y mantener el interés de las organizaciones externas, actores y público del CBPC a través de programas de incentivos y de actividades abierta para todo el público 	<ul style="list-style-type: none"> • Consejo Local del CBPC

Clasificación de Actores

La clasificación de actores propuestos para la ejecución de actividades dentro del plan de adaptación del CBPC, arrojó 6 categorías (Cuadro 7). Se evidenció que el sector que mayor número de actores presenta es el gubernamental, seguido de actores privados. En el sector académico y local se identifican 4 actores y por último ONG's con un solo actor. El consejo local se consideró como una categoría puesto que es el encargado de coordinar las diferentes actividades. El actor que más se propuso en general para las diferentes estrategias fueron los productores y organizaciones comunitarias, seguido de los diferentes centros académicos.

Los actores identificados por el grupo de trabajo están enmarcados dentro del grupo de partes interesadas que Lim y Spanger-Siegfried (2004) identifican como necesarias para la adaptación. Igualmente, Días (2010) identificó que el sector público es uno de los sectores que más desarrolla proyectos de adaptación, lo que hace pensar que si estos actores se involucran en el plan de adaptación del CB, pueden cumplir una gran función en alcanzar los objetivos propuestos en el mismo.

Cardona (2009), realizó un mapeo de actores que abordan el cambio climático en Colombia y definió que los actores que participan en los proyectos de adaptación son instituciones públicas, entes territoriales, universidades, organizaciones no gubernamentales, empresas privadas y gremios y asociaciones de productores. Si bien, estos actores son los participantes a nivel nacional, según los participantes del taller los actores para la adaptación local están dentro de estos mismos grupos, dando a entender que aunque la escala en proyectos de adaptación es importante (Adger *et al.* 2005) el grupo de actores es muy similar en las diferentes escalas.

Cuadro 7. Clasificación de los actores propuestos para la ejecución de acciones del plan de adaptación.

Actores locales	Actores gubernamentales	Académicos	ONG'S	Privados	Consejo Local
<ul style="list-style-type: none"> • Organizaciones Comunes • Ambientalistas • Líderes Comunes • Asociaciones de desarrollo 	<ul style="list-style-type: none"> • Municipalidades • CNFL • Ministerio de ambiente • Ministerio de Salud • Ministerio de Educación • MINAE • MAG • INA 	<ul style="list-style-type: none"> • CCT • UGA • Instituto Monteverde • Centros Académicos 	<ul style="list-style-type: none"> • Fundación Neotrópica • Otras ONG's 	<ul style="list-style-type: none"> • Agricultores • Ganaderos • Finqueros • Constructores • Empresa privada 	<ul style="list-style-type: none"> • Consejo local • Grupo reforestación CBPC

La distribución de actores según estrategias mostró una tendencia de actores gubernamentales, privados y ONG's en el manejo del recurso hídrico y sistemas productivos. Mientras que la academia y el consejo local están más relacionados con las estrategias de educación ambiental e integración de comunidades, igualmente la academia presenta relación con la estrategia enfocada hacia las especies. Por su parte, las estrategias de

conectividad, uso de suelo, humedales y gestión requieren de la participación de un grupo más amplio de actores para alcanzar los objetivos (Figura 14).

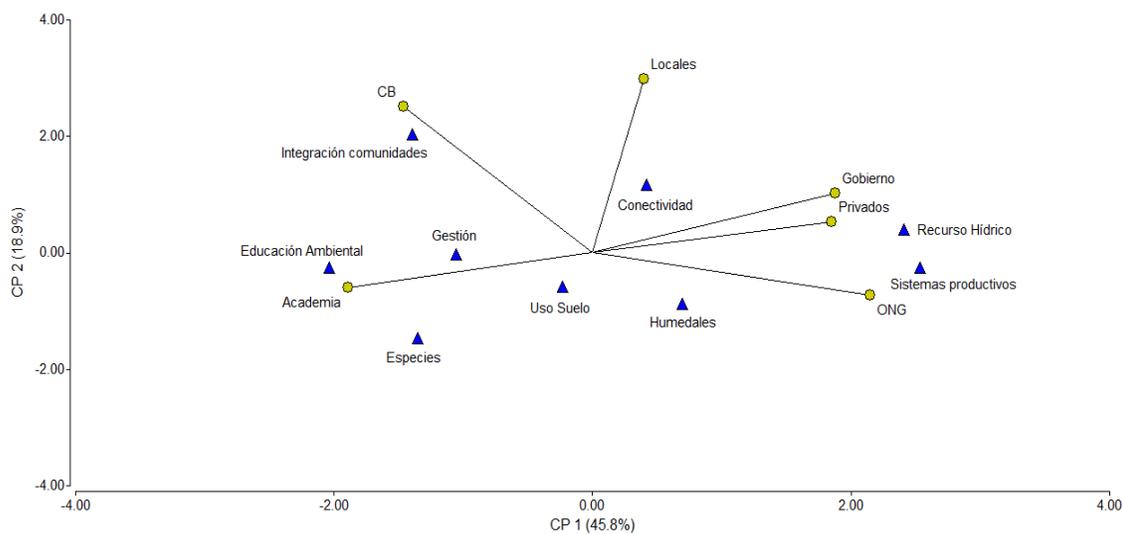


Figura 14. Análisis de componentes principales para las variable estrategia de adaptación (triángulos) y actores potenciales (círculos) propuestos para el plan de adaptación del Corredor Biológico Pájaro Campana.

Puesto que algunas instituciones públicas tienen competencias y funciones directas hacia un sector (hídrico, productivo, ambiental) (Arana *sf*), es coherente que estas estén direccionadas hacia la ejecución de acciones dentro de cada uno de estos ámbitos, en el caso del CB, el MAG y el INA apoyan en las estrategias de sistemas productivos y las municipalidades, MINAE y el Ministerio de Salud la estrategia enfocada en el recurso hídrico. Además, son las instituciones públicas las que deben hacer velar los acuerdos internacionales sobre cambio climático así como tiene la capacidad de implementar programas y planes sectoriales (Lim y Spanger-Siegfried 2004). Razón por la cual los participantes del taller consideran que estos entes son fundamentales para el desarrollo de las estrategias de adaptación. Por otro lado, las empresas privadas y dueños de terreno (agricultores, ganaderos) tienen participación en estas dos estrategias pues son los que dependen de estos recursos para satisfacer sus necesidades y como tal deben velar por mejorar y preservar el recurso y contribuir de esta manera a reducir su vulnerabilidad.

Por su parte, el sector académico dentro del CBPC cumple un papel fundamental puesto que dentro del consejo local existen diferentes centros de investigación y una universidad, estas entidades tienen la capacidad de desarrollar proyectos que contribuyan en los procesos de investigación sobre cambio climático y sus repercusiones sobre la biodiversidad. Además cuentan con conocimientos para difundir en la comunidad a través de programas de educación ambiental. Sin embargo, aunque la academia presentó una relación fuerte con la estrategia de especies y educación ambiental, también se propuso para otras estrategias. Esto debido a que las instituciones académicas y de investigación cumplen un papel

fundamental en la adquisición de insumos y conocimiento que al ser difundido contribuye a la toma de decisiones informadas.

El consejo local y las organizaciones comunales tienen una gran participación en la estrategia de integración de comunidades. El consejo local, tiene dentro de sus funciones la divulgación y promoción del corredor (SINAC 2008) además de velar por el cumplimiento de los objetivos del plan estratégico del CBPC donde una parte está dirigida la vinculación de actores locales (Corredor Biológico Pájaro Campana 2011). Por su parte, las organizaciones locales deben facilitar la organización de los ciudadanos, identificar acciones para satisfacer las necesidades locales y promover el desarrollo de capacidades técnicas, humanas, económicas que contribuyan a reducir la vulnerabilidad del cambio climático (Lim and Spanger-Siegfried 2004).

CONCLUSIONES

La construcción colectiva de la visión del territorio permitió a los participantes del taller entender las diferentes condiciones y características de las zonas presentes dentro del corredor. Sin embargo, en el momento de definir la visión esta fue bastante general sin considerar las diferencias de los territorios ni las implicaciones del cambio climático en el territorio. Así mismo, la visión del territorio refleja que aún es necesario un trabajo más arduo en sensibilización y educación ambiental sobre cambio climático.

La identificación de acciones para las estrategias por parte de los participantes del taller en general coincidieron con las estrategias de adaptación para la biodiversidad propuestas en la literatura, lo que permite pensar que la línea base para el plan de adaptación del CBPC está bien orientada.

No todas las estrategias de adaptación tendrán la misma eficacia para reducir la vulnerabilidad de la biodiversidad al cambio climático, habrá unas más útiles que otras. Sin embargo, es difícil definir cuál estrategia es más apropiada y según las características de la zona y el aspecto a tratar una estrategia será más óptima que otra. También es importante reconocer que algunas estrategias son complementarias entre sí o condicionantes entre ellas. Además, varias estrategias coinciden en las acciones a implementar, lo que demuestra que las estrategias en los planes de adaptación deben trabajarse en conjunto y no cada una por separado.

Para el desarrollo del plan de adaptación no hace falta que todos los actores estén involucrados en todas las estrategias, dependiendo del área de la estrategia de adaptación la vinculación y participación de actores varía según sus capacidades e injerencias. No obstante, se hace necesario contar con un grupo de personas que se encargue de coordinar el trabajo e implementación de las acciones. En el caso del CBPC, se considera necesaria la incorporación de otro coordinador para la zona baja y media.

Las acciones encaminadas a mejorar el conocimiento de los diferentes actores dentro del CB así como aquellas relacionadas con el monitoreo y control de vigilancia son necesarias para una mayoría de las estrategias propuestas.

Los planes de adaptación para la biodiversidad son específicos de cada territorio y no se pueden tomar como una generalidad. Las condiciones y características biofísicas, económicas y sociales determinan el tipo de estrategias a establecer.

RECOMENDACIONES Y LECCIONES APRENDIDAS

Debido a las diferencias en el tipo de actores participantes dentro del taller (miembros de la comunidad, técnicos del SINAC, representantes de institutos) no se propició una participación equitativa provocando que algunos participantes hicieran pocos aportes. En próximos talleres sería importante evitar esto para que la participación sea más homogénea dentro del grupo.

Durante todo el proceso los participantes fueron variando y no se tuvo la presencia de los mismos en todos los talleres, lo que dificultó al final la presentación de resultados y obtención de estrategias de adaptación puesto que algunos participantes no tenían la información completa debido a su ausencia en los talleres previos. Se hace necesario entonces que en futuras aplicaciones de la metodología los actores sean preferiblemente los mismos en todos los talleres.

Según la percepción de los participantes implementar acciones de sensibilización para las autoridades, dirigentes y población en general sobre el tema de cambio climático facilitará la implementación y ejecución de estrategias de adaptación.

Durante todo el proceso los participantes fueron variando y no se tuvo la presencia de los mismos en todos los talleres, lo que dificultó al final la presentación de resultados y obtención de estrategias de adaptación puesto que algunos participantes no tenían la información completa debido a su ausencia en los talleres previos. Se hace necesario entonces que en futuras aplicaciones de la metodología los actores sean preferiblemente los mismos en todos los talleres.

Para lograr el plan de adaptación para la biodiversidad ante el cambio climático en áreas funcionales para la conservación se hace necesario disponer de más de un taller; en donde como mínimo en un taller se desarrolle el tema relacionado al análisis de vulnerabilidad y otro taller en donde se desarrollen las estrategias de adaptación. Esto permitirá que los participantes interioricen y profundicen más en el entendimiento de la vulnerabilidad del sistema facilitando la identificación de elementos críticos y definición de estrategias.

AGRADECIMIENTOS

Los autores agradecen a los miembros del consejo local del Corredor Biológico Pájaro Campana y a cada uno de los participantes de los diferentes talleres por abrir sus puertas y contribuir con los insumos necesarios para el desarrollo de esta investigación.

LITERATURA CITADA

- Adger, WN; Arnell, NW, Tompkins, EL. 2005. Successful adaptation to climate change across scales. *Global Environmental Change*. 15: 77-86
- Arana, AE. *Sf. ¿Cómo se identifican y caracterizan los actores sociales?*. CVC. Valle del Cauca, Colombia
- Artiola, JF; Pepper, IL; Brusseau, ML. 2004. Monitoring and characterization of the environment. In: Artiola, JF; Pepper, IL; Brusseau, ML (Eds,) *Environmental Monitoring and characterization*. Elsevier Science & Technology Books.
- Bajracjarya, B; Childs, B; Hastings, P. 2011. Climate change adaptation through land use planning and disaster management: Local government perspectives from Queensland. 17th Pacific Rim Real Estate Society Conference Climate change and property: Its impact now and later. 16-19 January, Gold Coast.
- Bennett, AF. 1998. Linkages in the landscape: the role of corridors and connectivity in wildlife conservation. Cambridge. IUCN Forest Conservation Programme. 254 p.
- Campbell,A; Kapos,V; Scharlemann,J.P.W; Bubb,P; Chenery,A; Coad, L; Dickson, B; Doswald, N; Khan, M. S. I; Kershaw, F. and Rashid, M. 2009. Review of the Literature on the Links between Biodiversity and Climate Change: Impacts, Adaptation and Mitigation. Secretariat of the Convention on Biological Diversity, Montreal. Technical Series No. 42, 124 pages.
- Cardona, A. 2009. Mapeo Institucional: actores relacionados con el abordaje del cambio climático en Colombia. Proyecto Integración de riesgos y oportunidades del cambio climático en los procesos nacionales de desarrollo y en la programación por país de las Naciones Unidas. PNUD, Bogotá. 28 p
- Ceballos, M. M. 2004. Manual para el desarrollo del mapeo de actores claves –MAC. elaborado en el marco de la consultoría técnica GITEC-SERCITEC
- CMNUCC (Convención Marco de las Naciones Unidas sobre Cambio Climático). 2005. Aspectos científicos, técnicos y socioeconómicos de los impactos del cambio climático y la vulnerabilidad y adaptación a éste. Proyecto de Conclusiones propuesto por la presidencia. Montreal, 28 de Noviembre a 6 de diciembre de 2005
- Chambers, R. 2002. Participatory workshops: a sourcebook of 21 set of ideas and activities. EARTHSCAN eds. London. 220 p.
- CONANp (Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas). 2010 Estrategia de cambio climático para áreas protegidas. Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas. SEMARNAT, México. 22 p.
- Corredor Biológico Pájaro Campana. 2011. Plan Estratégico 2011-2016 Corredor Biológico Pájaro Campana

- Da Fonseca, G.A.B; Sechrest, W; Oglethorpe, J. 2005. Managing the matrix. In: Lovejoy, T.E; Hannah, L. (Eds.), *Climate Change and Biodiversity*. Yale University Press, New Haven, pp. 346– 358.
- Díaz, A. 2010. Base de datos sobre proyectos y actividades relacionadas con adaptación al cambio climático desarrolladas en América Latina y el Caribe. En: Martínez-Alonso, C; Locatelli, B; Vignola, R; Imbach, P. *Adaptación al cambio climático y servicios ecosistémicos en América Latina: libro de actas del seminario internacional SIASSE 2008*. Turrialba, Costa Rica: CATIE, 2010. 144 p.
- Di Rienzo J.A; Casanoves F; Balzarini M.G; Gonzalez L; Tablada M; Robledo C.W. 2013. InfoStat versión 2013. Grupo InfoStat, FCA, Universidad Nacional de Córdoba, Argentina. URL <http://www.infostat.com.ar>
- Doerr, VAJ, Williams, KJ, Drielsma, M, Doerr, ED, Davies, MJ, Love, J, Langston, A, Low Choy, S, Manion, G, Cawsey, EM, McGinness, HM, Jovanovic, T, Crawford, D, Austin, M & Ferrier, S. 2013. *Designing landscapes for biodiversity under climate change: Summary for landscape managers and policy makers*, National Climate Change Adaptation Research Facility, Gold Coast, 3 pp.
- Donald, P.F y Evans, A.D. 2006. Habitat connectivity and matrix restoration: the wider implications of agri-environment schemes. *Journal of Applied Ecology* 43, 209–218.
- Duarte, C; Alonso, S; Benito, G; Dachs, J; Montes, C; Pardo, M; Rios, A; Simó, R; & Valladares, F. 2006. *Cambio global. Impacto de la actividad humana sobre el sistema Tierra*. Madrid, ES, Consejo Superior de Investigaciones Científicas. 166 p.
- Finegan, B; Céspedes, M; Sesnier, SE; Herrera, B; Induni, G; Saénz, J; Ugalde, J; Wong, G. 2008. El monitoreo ecológico como herramienta de manejo para la conservación. Bases conceptuales y estructura del Programa de Monitoreo Ecológico Terrestre en Áreas Protegidas y Corredores Biológicos de Costa Rica. *Recursos Naturales y Ambiente* 54: 66 -73
- Füsell, HM. 2007. *Adaptation planning for climate change: concepts, assessment approaches, and key lessons*
- García, R. 1996. *Propuesta técnica de ordenamiento territorial con fines de conservación de biodiversidad en Costa Rica: Proyectos GRUAS*. San José, Costa Rica: Ministerio de Ambiente y Energía Sistema Nacional de Áreas de Conservación. 114 p.
- García-Feced, C; Saura, S; Elena-Rosello, R. 2011. Improving landscape connectivity in forest districts: A two-stage process for prioritizing agricultural patches for reforestación. *Forest Ecology and Management* 261: 154-161
- Geilfus, F. 2002. *80 herramientas participativas para el desarrollo participativo: diagnostico, planificación, monitoreo, evaluación*. IICA, San José, Costa Rica, 217 p.
- Gómez, M. 2005. *Política fiscal para la gestión ambiental en Colombia*. Serie Medio Ambiente y Desarrollo No. 107. CEPAL - Naciones Unidas. Santiago de Chile. 84 p.
- Granizo, T. 2006. *Introducción a la planificación para la conservación de áreas*. En: Granizo, Tarsicio *et al.* *Manual de planificación para la conservación de Áreas*. PCA, Quito. TNC y USAID.
- Halosfsky, JE; Piper, S; Aluzas, K; Howell, B; Griffin, P; Happe, P; Jenkins, K; Hawkins Hoffman, C; Lawler, J; Case, M; Reagan, K. 2011. *Climate change, wildlife management, and habitat management at Olumpic National Forest and Olympic National Park*. En: Halosfsky JE, Peterson DL, O'Halloran KA, Hawkins-Hoffman C. (eds.) 2011. *Adapting to climate change at*

- Olympic National Forest and Olympic National Park. Gen. Tech. Rep. PNW-GTR-844. U.S. Department of Agriculture, Forest Service, Pacific Northwest Research Station, Portland. 91-117 p.
- Halpin, PN. 1997. Global climate change and natural-area protection: management responses and research directions. *Ecological Applications* 7, 828–843.
- Hannah, L; Midgley, GF; Millar, D. 2002. Climate change-integrated conservation strategies. *Global Ecology & Biogeography* 11: 485-495
- _____ and Hansen, L. 2005. Designing Landscapes and seascapes for change. In: Lovejoy, T.E; Hannah, L. (Eds.), *Climate Change and Biodiversity*. Yale University Press, New Haven, pp. 346– 358.
- Hartig, E.K; Grozev, O; Rosenzweig, C. 1997. Climate change, agriculture and wetlands in eastern Europe: vulnerability, adaptation and policy. *Climatic Change* 36, 107–121.
- Heller, N; Zavaleta, ES. 2009. Biodiversity management in the face of climate change: A review of 22 years of recommendations.
- Hulme, PE. 2005. Adapting to climate change: is there a scope for ecological management in the face of a global threat? *Journal of applied ecology* 42(5): 784-794
- IPCC (Intergovernmental Panel on Climate Change). 2002. Climate change and biodiversity. IPCC technical paper V. Gitay, H; Suárez, A; Watson, RT; Jon Dokken, D. Eds. IPCC. 77 p.
- IPCC (Intergovernmental Panel on Climate Change). 2007. Cambio climático 2007: Informe de Síntesis. Contribución de los grupos I, II, III al Cuarto Informe de evaluación del Grupo Intergubernamental de Expertos sobre cambio climático (Equipo de redacción principal Pachuari, RK y Reisinger, A. Eds. IPCC, Ginebra, Suiza. 104 p.
- Kappelle, M; Van Vuuren, MMI; Baas, P. 1999. Effects of climate change on biodiversity: a review and identification of key research issues. *Biodiversity and Conservation* 8:1383-1397
- Kingsford, RT y Watson, JEM. 2011. Climate Change in Oceania – A synthesis of biodiversity impacts and adaptations. *Pacific Conservation Biology* 17: 270-284
- Klein, RJT; Schipper, ELF; Dessai, S. 2005. Integrating mitigation and adaptation into climate change and development policy: Three research questions. *Environmental Science and Policy* 8: 579-588
- Lalonde, R; Gleeson, PA; Gray, A; Douglas, C; Blakemore, C; Ferguson, L. 2012. Climate change vulnerability assessment and adaptation options for Ontario's Clay Belt – A Case Study. *Climate Change Research Report CRR-24*. Ontario Ministry of Natural Resources. 64 p.
- Lemieux, C.J; Scott, D.J. 2005. Climate change, biodiversity conservation and protected area planning in Canada. *Canadian Geographer–Geographe Canadien* 49, 384–399.
- Lim, B and Spanger-Siegfried, E (Eds.). 2004. *Adaptation Policy Frameworks for Climate Changes: Developing Strategies, Policies and Measures*. UNDP 274 p
- Locatelli, B; Evans, V; Wardell, A; Andrade, A; Vignola, R. 2011. Forest and Climate Change in Latin America: Linking Adaptation and Mitigation. *Forest* 2: 431-450
- Lovejoy, T.E. 2005. Conservation with a changing climate. In: Lovejoy, T.E; Hannah, L. (Eds.), *Climate Change and Biodiversity*. Yale University Press, New Haven, pp. 325–328.
- Mawdsley, JR; O'Malley, R; Ojima, DS. 2009. A review of climate-change adaptation strategies for wildlife management and biodiversity conservation. *Conservation Biology* 23 (5): 1080 - 1089
- March, IJ; Cabral, H; Echeverría, Y; Bellot, M; Frausto, JM. (eds.) 2011. *Adaptación al cambio climático en áreas protegidas del Caribe de México*. Comisión Nacional de áreas naturales

- protegidas, The Nature Conservancy, Fondo Mexicano para la Conservación de la Naturaleza.. Serie Estrategias de adaptación al cambio climático en áreas protegidas de México. Nº 1, 109 p.
- MINAET (Ministerio de Ambiente, Energía y Telecomunicaciones). 2009. Estrategia Nacional de Cambio Climático. Editorial Calderón y Alvarado S.A. San José, CR 109 p.
- Mitchell, RJ; Morecroft, MD; Acreman, M; Crick, HQO; Frost, M; Harley, M; Maclean, IMD; Mountford, O; Piper, J; Pontier, H; Rehfisch, MM; Ross, LC; Smithers, RJ; Stott, RJ; Walmsley, CA; Watts, O; Wilson, E. 2007. England biodiversity strategy – towards adaptation to climate change. Final report to DEFRA for contract CR0327. DEFRA. Reino Unido. 194 p.
- Morales, MA. 2010. Guía para el procesamiento de planificación 2011 y multiannual. SEGEPLAN, Guatemala, 45 p.
- Mulholland, P.J; Best, G.R; Coutant, C.C; Hornberger, G.M; Meyer, J.L; Robinson, P.J; Stenberg, J.R; Turner, R.E; Vera Herrera, F; Wetzel, R.G. 1997. Effects of climate change on freshwater ecosystems of the south-eastern United States and the Gulf coast of Mexico. *Hydrological Processes* 11, 949–970.
- Natural Resource Management Ministerial Council. 2004. National Biodiversity and Climate Change Action Plan 2004-2007, Australia Government, Department of the Environment and Heritage, Canberra, ACT.
- Parry, M.L; Canziani, O.F; Palutikof, J.P; van der Linden, P.J; Hanson, C.E; Eds. 2007. Climate change 2007: impacts, adaptation and vulnerability. Contribution of Working Group II to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Cambridge Univ. Press, Cambridge, UK, and New York, NY
- Parry, M; Lowe, J; Hanson, C. 2009. Overshoot, adapt and recover. *Nature* 458: 1102-1103
- Pielke, RJ; Prins, G; Rayner, S; Sarewitz, D. 2007. Lifting the taboo on adaptation. *Nature* 445: 597-598
- Pujol, R.; Sánchez, L.; Ávila, D.; Solano, R. ; Zumbado, F.; López, C.; Pérez, E.; Zamora, L. 2012. Estudio para la identificación y priorización de medidas de adaptación del sistema hídrico ante los efectos adversos del Cambio Climático en Costa Rica. Programa de Investigación en Desarrollo Urbano Sostenible (PRODUS) – Escuela de Ingeniería Civil, Universidad de Costa Rica. Instituto Meteorológico Nacional (IMN). Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD). 75p.
- Sandoval, CA. 1996. Investigación Cualitativa. En: Especialización en teoría, métodos y técnicas de investigación social. ICFES, Bogotá.
- Secretariat of the Convention on Biological Diversity. 2009. Connecting biodiversity and climate change mitigation and adaptation. Secretariat of the Convention on Biological Diversity, Montreal, Canada. 13 p.
- SINAC (Sistema Nacional de Áreas Protegidas). 2008. Guía práctica para el diseño, oficialización y consolidación de corredores biológicos en Costa Rica. SINAC-MINAE, San José, Costa Rica. 22 p.
- Stehr, N y Storch, HV. 2005. Introduction to papers on mitigation and adaptation strategies for climate change: Protecting nature from society or protecting society from nature? *Environmental Science and Policy* 8: 537-540
- _____ (Ed.). 2006. The economics of climate change: The Stern Review. Cambridge University Press. Cambridge

- Tol, RSJ. 2005. Adaptation and mitigation: Trade-offs in substance and methods. *Environmental Science and Policy* 8: 572-578
- Verchot, LV; Van Noordwijk, M; Kandji, S; Tomich, T; Ong, C; Albrecht, A; Mackensen, J; Bantilan, C; Anupama, KV; Palm, C. 2007. Climate change: linking adaptation and mitigation through agroforestry. *Mitigation and Adaptation Strategies for Climate Change* 12: 901-918
- Vonk, M; Vos, CC; van der Hoek, DCJ. 2010. Adaptation strategy for climate proofing biodiversity. Netherlands Environmental Assessment Agency (PBL), The Hague/Bilthoven. 28 p.
- Welch, D. 2005. What should protected areas managers do in the face of climate change? *The George Wright Forum* 22 (1): 75-93
- Wilke, C y Biltz. M. 2013. Climate change-adapted management strategies and measures. HABIT-CHANGE-Adaptive management of climate-induced changes of habitat diversity in protected areas. Central Europe. HABIT-CHANGE
- Williams, JE. 2000. The biodiversity crisis and adaptation to climate change: a case study from Australia's forests. *Environmental Monitoring and Assessment* 61: 65-74

6. CAPITULOS COMPLEMENTARIOS

6.1. Mapas de los criterios de evaluación para la vulnerabilidad al cambio climático en el Corredor Biológico Pájaro Campana

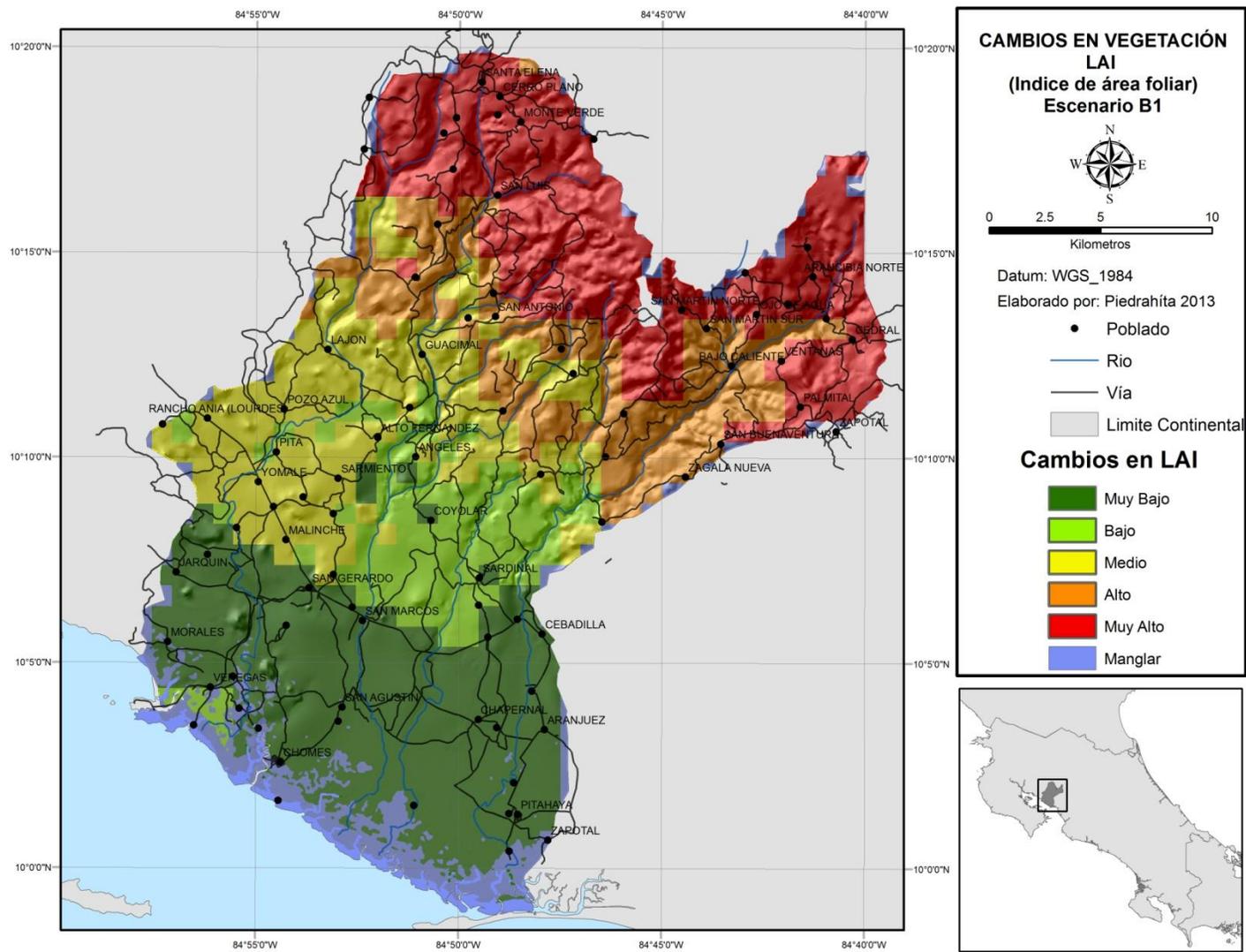


Figura 15. Cambios en la vegetación según el índice de área foliar, bajo el escenario B1, del Corredor Biológico Pájaro Campana

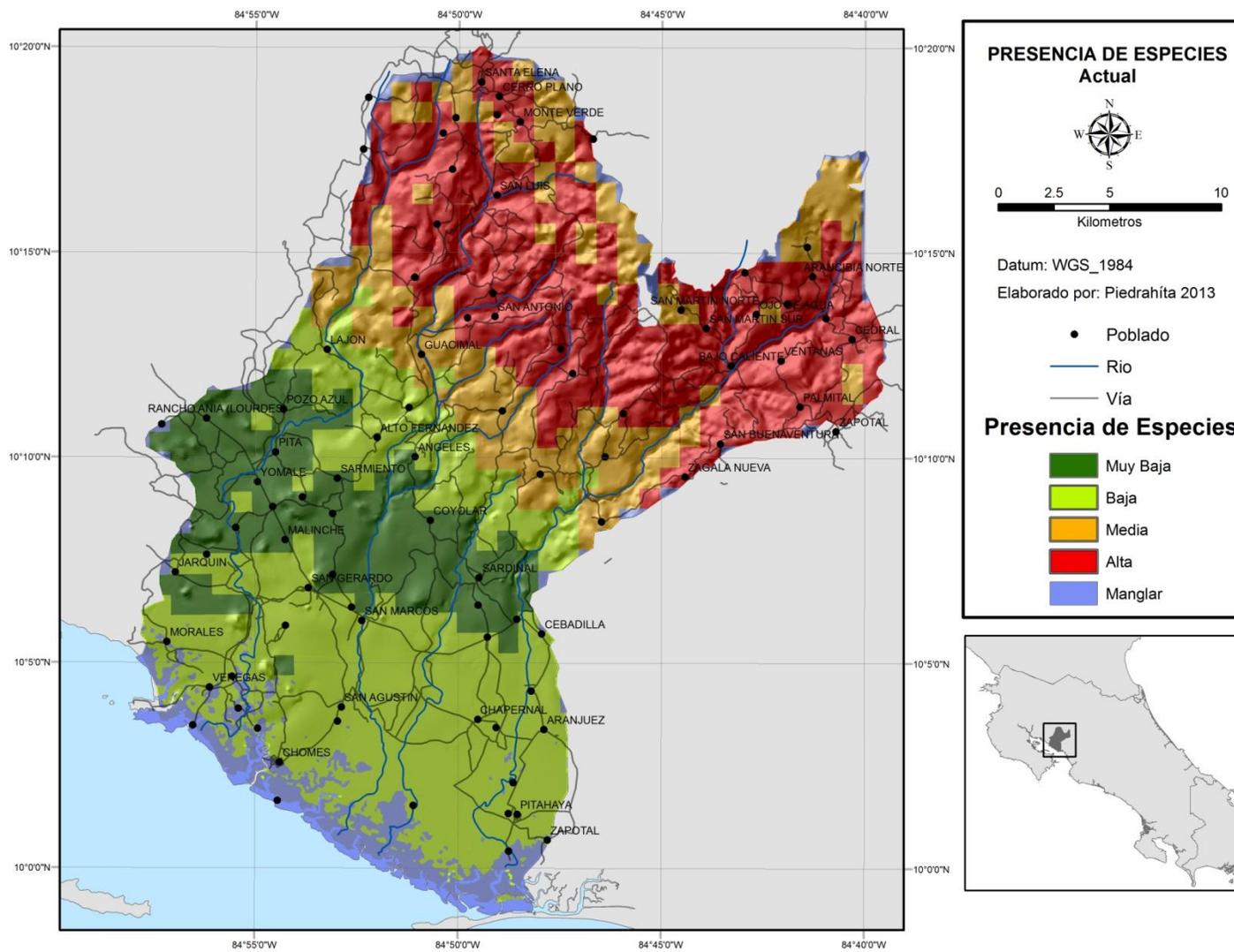


Figura 17. Presencia actual de especies en estado vulnerable, crítico y de importancia para Costa Rica en el Corredor Biológico Pájaro Campana.

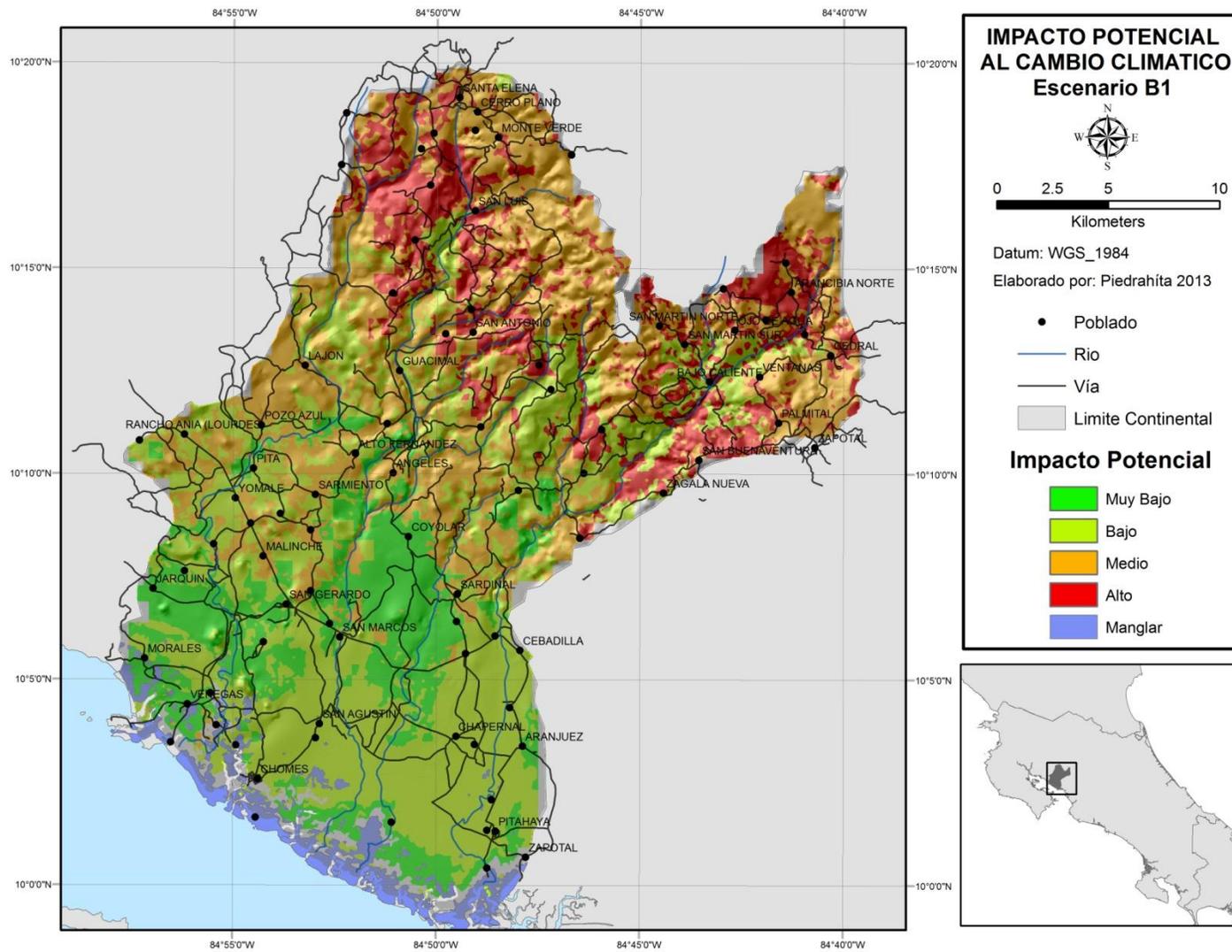


Figura 20. Impacto potencial al cambio climático bajo el escenario B1.

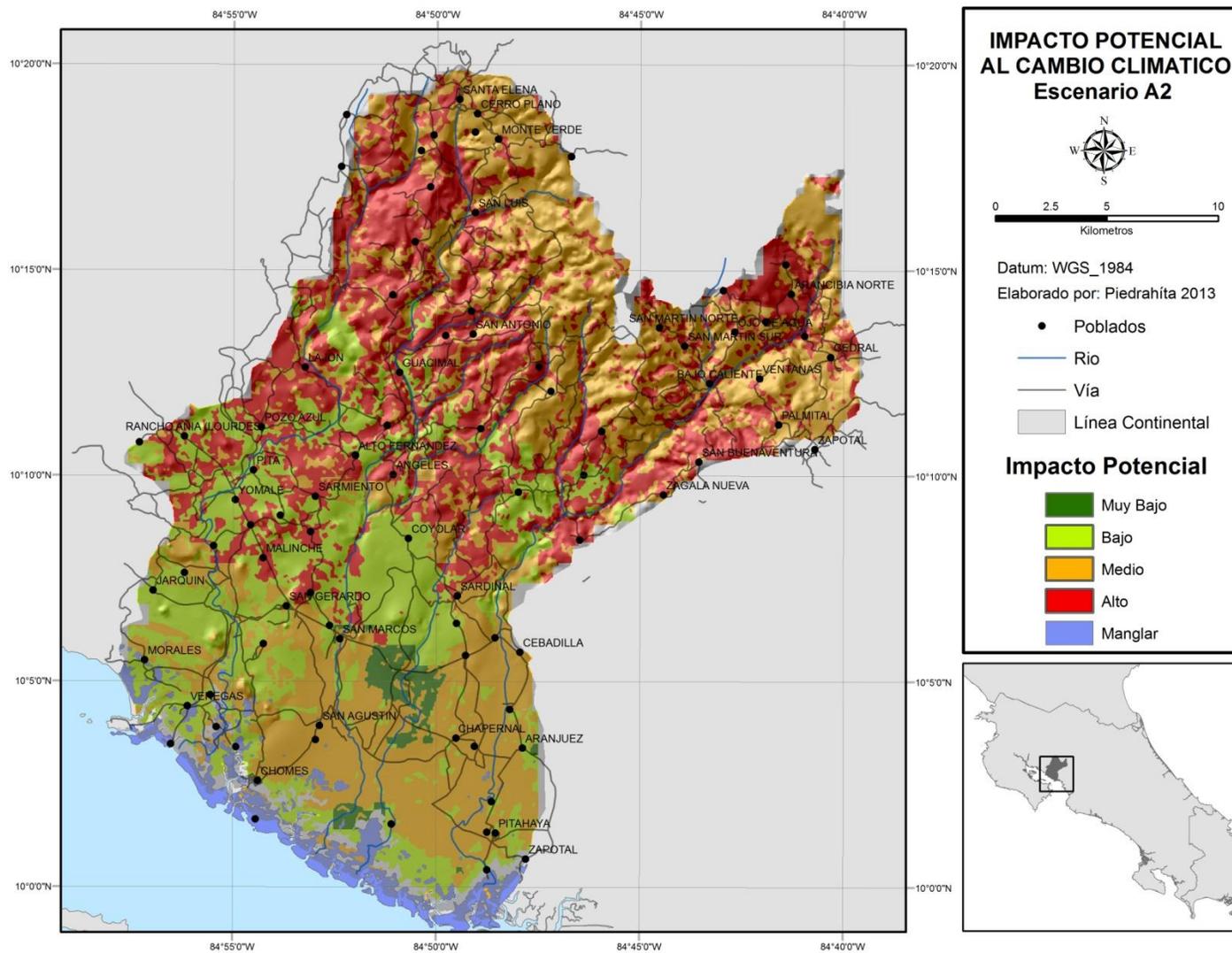


Figura 21. Impacto potencial al cambio climático bajo el escenario A2.

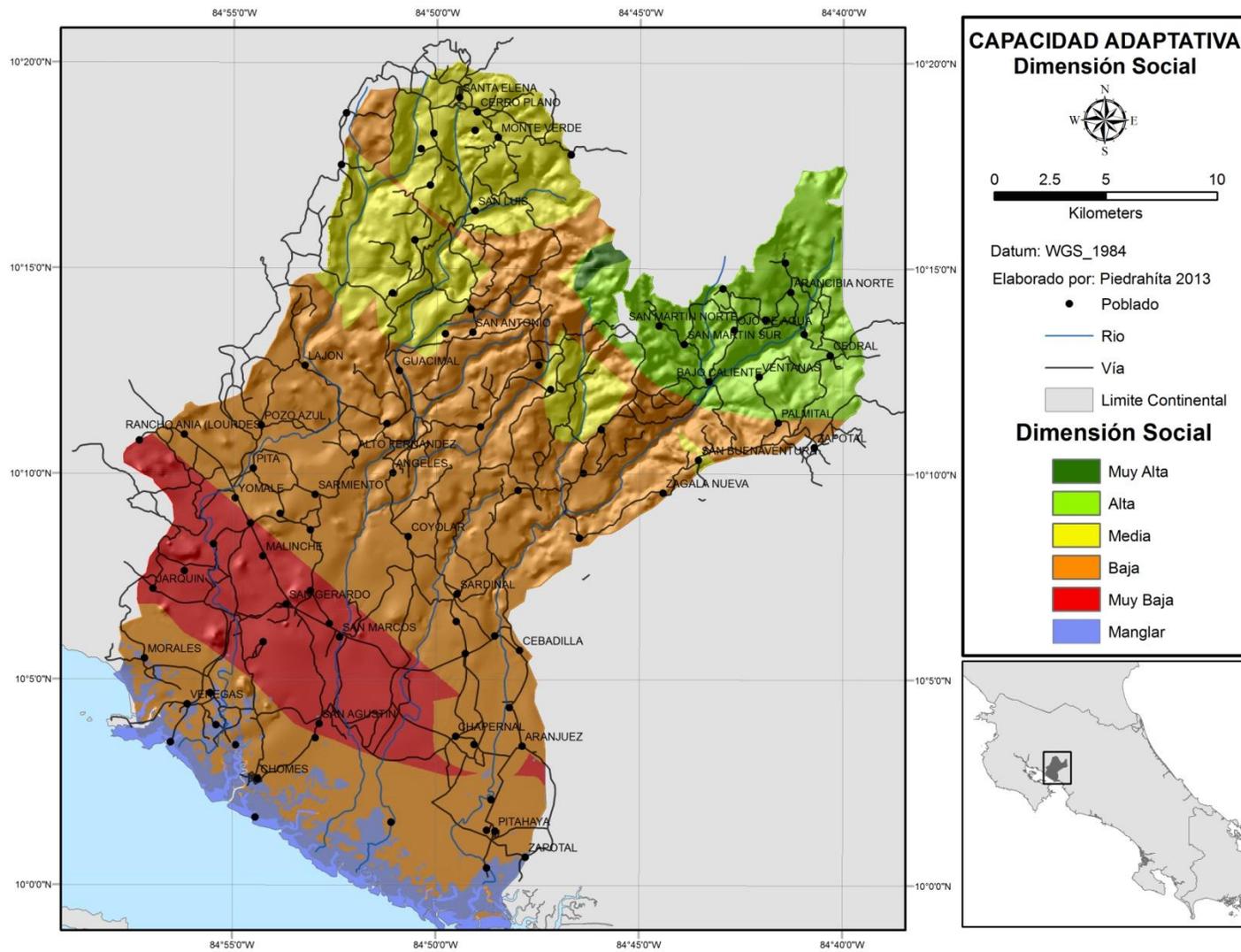


Figura 23. Dimensión Social para la capacidad adaptativa del Corredor Biológico Pájaro Campana.

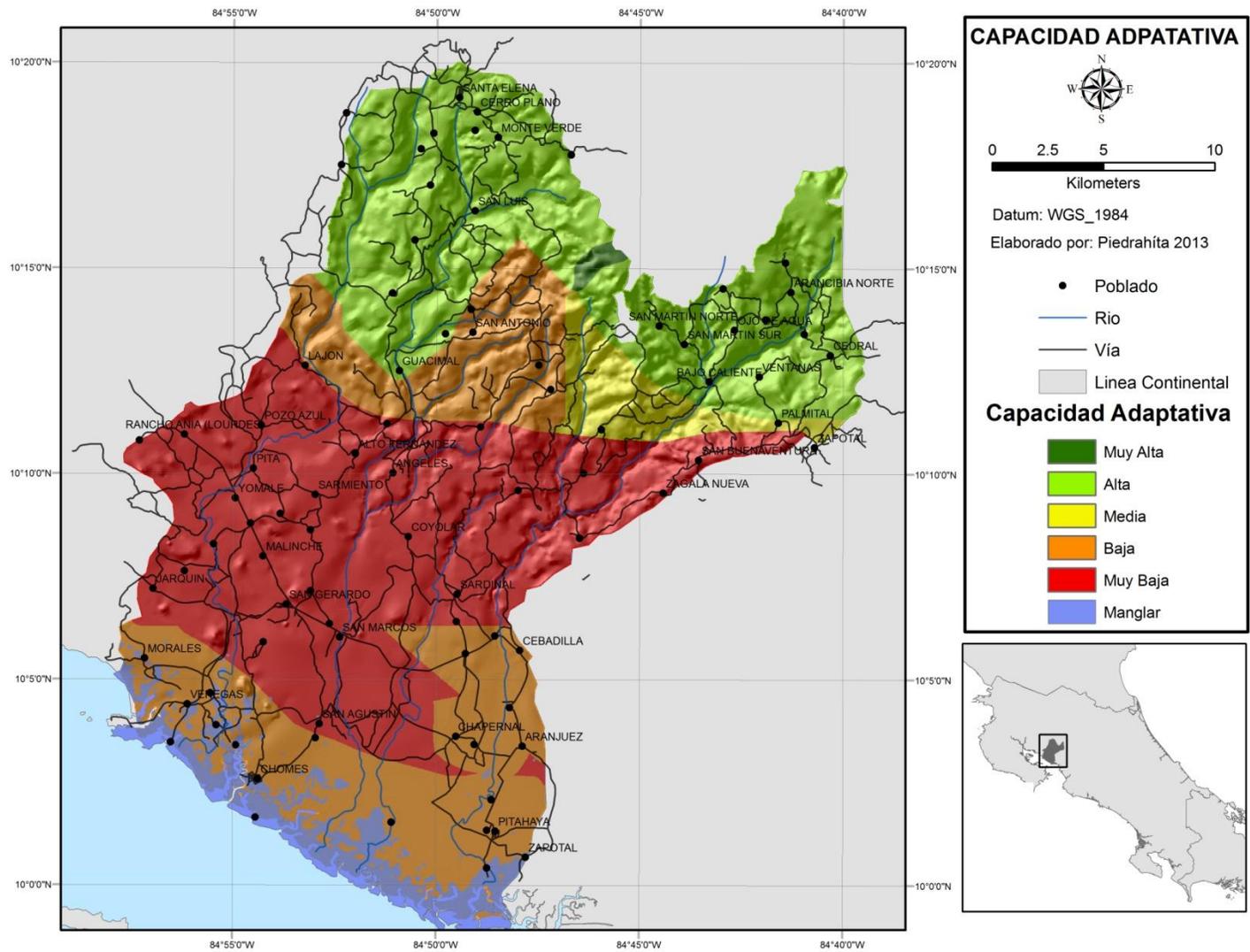


Figura 24. Capacidad adaptativa del Corredor Biológico Pájaro Campana

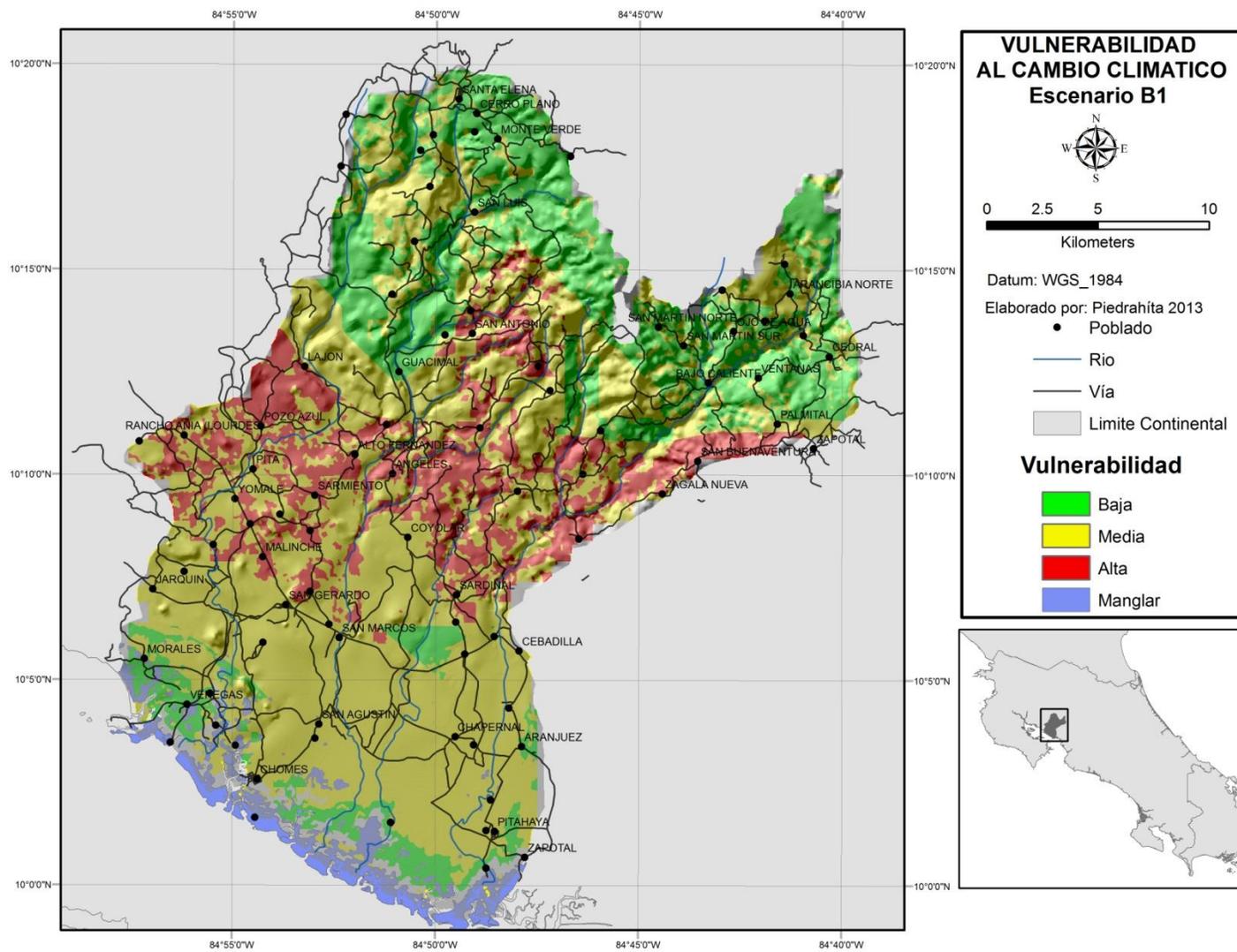


Figura 25. Vulnerabilidad al cambio climático bajo el escenario B1 para el Corredor Biológico Pájaro Campana

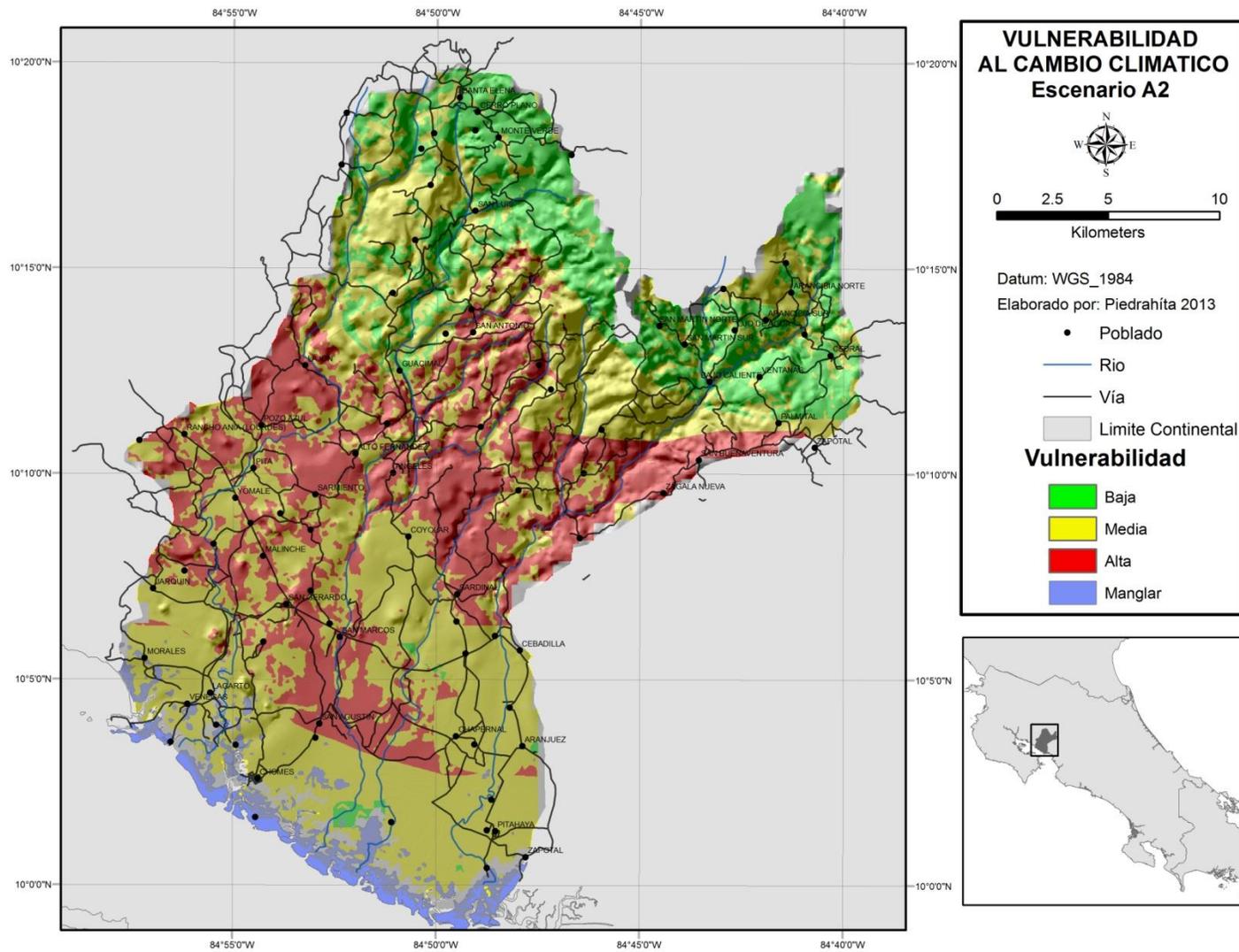


Figura 26. Vulnerabilidad al cambio climático bajo el escenario A2 para el Corredor Biológico Pájaro Campana

6.2 Determinación de pesos para los indicadores de capacidad adaptativa

Debido a que el Programa Nacional de Corredores Biológicos en Costa Rica es reciente, puesto que su creación fue en el año 2006 (SINAC 2009) y a pesar que en la actualidad existe un estándar para medir la efectividad de manejo de los corredores biológicos (Canet et al 2011) que ha sido aplicado para el diagnóstico nacional de corredores biológicos (Canet SA), aún no existe una herramienta que permita jerarquizar el nivel de importancia de los diferentes indicadores de gestión para los corredores biológicos; por esto para la definición de pesos de los indicadores de efectividad de manejo se tomó como referencia el ciclo de manejo para áreas protegidas propuesto por Hocking et al (2000). Aunque un corredor biológico no es un área protegida como tal, si es un mecanismo de gestión que tiene características y objetivos similares a los de un área protegida. Según Dudley 2008 las áreas protegidas se definen como "Un espacio geográfico claramente definido, reconocido, dedicado y gestionado, mediante medios legales u otros tipos de medios eficaces para conseguir la conservación a largo plazo de la naturaleza y de sus servicios ecosistémicos y sus valores culturales asociados"; mientras que los corredores biológicos son: "un territorio delimitado cuyo fin es proporcionar conectividad entre paisajes, ecosistemas y hábitat, naturales o modificados, para asegurar el mantenimiento de la biodiversidad y los procesos ecológicos y evolutivos. Está integrado por áreas naturales bajo regímenes de administración especial, zonas núcleo, de amortiguamiento, o de usos múltiples; proporcionando espacios de concertación social para promover la inversión en la conservación y uso sostenible de la biodiversidad, en esos territorios." (SINAC 2009), sin embargo no son declarados bajo medios legales. De esta manera se considera que el manejo efectivo de áreas protegidas de Hockings se puede aplicar al manejo efectivo de los corredores biológicos.

Para los indicadores de la dimensión de gestión, se le asigna un mayor peso a la existencia de un equipo coordinador y el financiamiento disponible para la ejecución del plan de trabajo y el plan operativo, tomando en cuenta que dentro del ciclo de manejo se consideran entradas necesarias para poder alcanzar la meta y objetivos del corredor biológico. Siguiendo con el proceso, una vez que se cuenta con equipo y financiamiento para el manejo efectivo del corredor se debe contar con los planes de trabajo y los planes operativos, que como tal son el resultado de un proceso de planificación y que a su vez deben contener las actividades necesarias para cumplir con los objetivos del corredor. Por esto, tanto a la existencia de las actividades que fortalezcan el capital natural dentro del plan de trabajo como la articulación con los planes de trabajo de las áreas protegidas cercanas se les ha otorgado el mismo valor pues están dos contribuirán al objetivo del corredor de promover la conservación de la biodiversidad y la restauración de la conectividad entre los ecosistemas, además estos dos indicadores consolidan el concepto de área funcional. Por último, se encuentra la representación intersectorial dentro del consejo local, puesto que a pesar que la existencia de diferentes sectores puede contribuir a contar con mayores perspectivas y participación y por ende contribuir a mejorar la gestión dentro del área funcional de conservación, no es un aspecto fundamental para su funcionamiento.

En cuanto a los indicadores de la dimensión socio-económica se les asignó a los tres indicadores el mismo peso puesto que los tres contribuyen de manera intrínseca a reducir la vulnerabilidad del área funcional e involucran el trabajo y participación de la comunidad. De igual manera estos indicadores según el ciclo de manejo son parte del proceso y responden a la pregunta de cómo llegamos al cumplimiento de los objetivos.

6.3 Capitales o recursos del Corredor Biológico

Protocolo entrevista semi-estructurada

Capital Humano

¿Se han realizado capacitaciones por parte del Corredor Biológico Pájaro Campana, MAG, IMAS, Universidades, CATIE, Otros? Si es así ¿en qué temas se han realizado estas capacitaciones?	¿Cuál es el nivel de educación de la población?
¿Cuántas comunidades pertenecen a la región?	¿Cuánta población tiene cada comunidad?
¿Conocen si los habitantes de la región son nacidos en la región o provienen de otras partes?	¿Cuáles son las enfermedades más comunes que se presentan en la zona?
¿Cómo son los líderes de las comunidades?	

Capital Social

¿Cuáles son los medios de comunicación que existen en la región? ¿Cómo se enteran de lo que pasa en la región?	¿Cuáles son las organizaciones comunitarias que existen en la región?
¿Cómo es el nivel de participación dentro de estas organizaciones?	¿Qué actividades culturales, recreativas, sociales, deportivas, religiosas se realizan en la región?
¿Cuál es la importancia de estas organizaciones dentro de la región?	¿Existen organizaciones o instituciones que se dedican a fomentar el manejo sostenible de los recursos naturales?
¿Existe cooperación entre las personas de la comunidad? ¿Entre las diferentes comunidades? ¿Hay integración entre las comunidades y las personas?	¿Qué papel cumplen o podrían cumplir estas organizaciones en el aprendizaje y manejo de los recursos naturales?

Capital Cultural

¿Existe algo específico con lo que se identifique esta región? ¿Qué características hacen diferente a esta región de las otras regiones dentro del CBPC?	¿Qué actividades culturales se desarrollan todos los años dentro de la región?
--	--

¿Cuáles son los 3 principales platos típicos representativos de la región?	¿Existen algún uso ancestral/tradicional de los recursos naturales (plantas y animales) dentro de la región?
¿Cómo han cambiado los recursos naturales de la comunidad en los últimos 10 años?	¿Qué actividades que se realizan en la comunidad afectan los recursos naturales?

Capital Físico-Construido

¿En qué comunidades de la región existen colegios?	¿Cómo es la calidad de los servicios de las comunidades (Bueno, regular, malo) a. Electricidad b. Agua potable Internet c. Señal de celular d. Puestos de salud e. Otros
¿Qué tipo de transporte es el más utilizado en la región?	¿La región cuenta con infraestructura para atender turistas?
¿En general cómo es la condición de las viviendas?	

Capital Financiero-productivo

¿Qué tipo de actividades productivas se desarrollan en la región?	¿Cuáles son las actividades generadoras de empleo dentro de la región?
¿Qué tanta área se dedica a cada una de estas actividades productivas? ¿Qué porcentaje representa este dentro de los ingresos?	¿Con qué opciones de financiamiento cuentan las comunidades?

Capital Político

¿Con qué autoridades cuenta la región?	¿Cuáles son los proyectos gubernamentales que actualmente se están realizando en la comunidad?
¿Existen incentivos para la conservación de los recursos naturales dentro del CBPC?	¿Hay presencia de instituciones públicas dentro del CBPC? ¿Cuál es la relación entre ellas?
¿Las comunidades tienen acceso y participación en los diferentes procesos de decisión?	¿Cuándo se creó el CBPC las comunidades fueron tomadas en cuenta?
¿Existe conocimiento sobre las diferentes leyes y normativas existentes?	¿Existen autoridades que busquen prevenir los impactos de las amenazas del CC? ¿En qué actividades específicas trabajan?

Capital Natural

¿Cuáles son los recursos naturales con los que cuenta la comunidad?	¿Cuáles son los usos que se le dan a estos recursos?
¿Cuáles son las áreas protegidas que se encuentran cerca de la región?	¿Qué elementos de los recursos naturales con los que cuenta la comunidad le generan más beneficios a las mismas?

Monteverde y Pitahaya), Abangares (distritos: Juntas, Manzanillo, San Juan, Sierra) y Montes de Oro (Distritos de: Miramar, Unión). La zona alta de Monteverde, la cuenca media y alta de Aranjuez y la zona media del CBPC se caracterizan por contar con un nivel de educación entre medio y alto alcanzando la mayoría de los habitantes la secundaria y algunos continúan la educación universitaria. Por su parte, la zona baja del corredor presenta deserción escolar y el nivel de educación se considera bajo a excepción de los distritos más grandes como Costa de Pájaros y Morales. En los diferentes sectores del CB se han llevado a cabo capacitaciones por parte de diferentes instituciones en su mayoría en temas de agricultura. En cuanto al liderazgo dentro del sector, los líderes son reconocidos por los habitantes del sector, son en su mayoría activos, de buena participación y preocupados por el bienestar de la comunidad, sin embargo les falta un poco de comunicación, información e iniciativa para gestionar recursos.

Capital Social

En el sector social se refleja dentro del CBPC, la presencia de organizaciones comunitarias como la Asociación de Desarrollo, ASADAS, asociación de productores, asociaciones ambientales en la parte alta del corredor, asociaciones de pescadores en la zona baja. La participación en este tipo de organizaciones es entre un 20 y 30. En su mayoría la participación dentro de estas organizaciones es más de personas mayores y los jóvenes son reacios a estos grupos, en cuanto a la participación entre hombres y mujeres, depende mucho de la comunidad y del tipo de organización.

En cuanto a la existencia de organizaciones que fomenten el manejo de los recursos naturales, es en el sector alto del CBPC donde mayor cantidad de organizaciones existen, en la zona baja hay algunas organizaciones mientras que en la parte media del corredor no se reconocen organizaciones encaminadas a trabajar por los recursos naturales. En las diferentes zonas del corredor consideran que las diferentes organizaciones podrían contribuir en el manejo y aprendizaje de los recursos naturales a través de programas de educación, divulgación de información, organización de actividades y recaudación de fondos.

Capital Cultural

A nivel cultural los habitantes de la zona alta del corredor sienten que su zona es privilegiada por el clima y la gran biodiversidad, en el sector de Monteverde mantienen un enfoque de conservación de los recursos y por ende una conciencia ambiental, por su parte en la cuenca alta y media de Aranjuez la hospitalidad de la gente es una característica de esta región. En la zona media y baja del corredor los habitantes no se sienten caracterizados con algún aspecto de su región.

Por otro lado, las actividades comunitarias que más afectan los recursos naturales son la tala de árboles, la sobreexplotación de los recursos (pesca indiscriminada), las quemadas y la contaminación generada en la agricultura y ganadería, la minería y el turismo sin control.

Capital Físico-Construido

Dentro del CB las comunidades cuentan con los servicios públicos de electricidad, agua potable, telefonía en la mayoría de las comunidad con una calidad buena; los EBAIS están presentes en las comunidad sin embargo se considera que su servicio es insuficiente. Las comunidades cuentas con escuela, colegios en los distritos Monteverde, Miramar, Cedral, Aranjuez, Judas y Costa de Pájaros, en Sardinal existe un CINDEA (educación nocturna) y el sector de Monteverde cuenta con la presencia de 3 Universidades (UNED, UMGA y UGA).

Dentro del CB el único sector que cuenta con infraestructura para atender a turísticas es el de Monteverde, donde se considera que hay mayor oferta que demanda, en la zona costera hay muy pocos pero son de baja calidad, en la zona media y alta de la cuenca Aranjuez los turistas son recibidos en las viviendas de algunos habitantes, mientras que en la zona media no hay infraestructura, y hasta ahora se está desarrollando una finca para turismo rural.

Capital Financiero-Productivo

Las actividades productivas dentro del CB varían según el sector, en la parte alta de Monteverde se concentran en el turismo (70%), ganadería y lechería (20%) y 10% en agricultura. En la zona media y alta de la cuenca del Aranjuez la mayor actividad productiva se deriva de las actividades agropecuarias (hortalizas, pepino, caña, café), hay turismo rural y algunos empleos (30) proporcionados por la generación eléctrica. Por su parte, la zona baja tiene como principal actividad productiva la pesquería, sin embargo también hay sectores con ganadería de engorde o doble propósito, cultivos agroindustriales, salina en la época de verano, cultivos de camarón en el invierno y cultivos de hortalizas, legumbres y maíz. En la parte media del corredor es la ganadería la actividad productiva principal y algunas plantaciones maderables.

Las fuentes de empleo se generan más que todo en el sector de Monteverde, en las diferentes actividades que involucra el turismo, la planta de leche de Dos Pinos y en la parte media y baja, los empleos son generados por PIPASA, las piñeras y las meloneras.

Capital Político

Las autoridades más reconocidas dentro del corredor son la fuerza pública, el SINAC, el MAG y la municipalidad. El acceso a la participación y los procesos de decisión es muy bajo para todos los sectores del corredor aunque se reconoce que en algunas ocasiones si se provee información sobre los espacios para participar. No se reconocen autoridades encargadas del control de las amenazas del cambio climático. Existe dentro del corredor muy poco conocimiento sobre las leyes y normativas, las personas se informan de las mismas cuando las requieren por necesidad.

La participación de las comunidades durante la creación del CBPC no fue muy activa puesto que este fue establecido a partir de políticas del Estado (GRUAS) y de algunos análisis ambientales. Una vez ya creado el corredor se empezó a difundir información y ha habido mayor participación por parte de las comunidades. La zona media del corredor es la que menor participación presenta y se menciona que la mayoría de la zona no sabe de la existencia del corredor biológico.

Capital Natural

Los recursos naturales a lo largo del corredor son variables puesto que comprenden los bosques nuboso y lluvioso en la parte alta hasta los bosques de manglar en la zona baja, por lo cual dentro del corredor hay diversidad de servicios ecosistémicos por la amplia variedad de ecosistemas y biodiversidad. En general el uso que se le da a los recursos es para el consumo humano (alimentación), agropecuario y recreación.

Existen diferentes áreas protegidas privadas dentro del corredor (Reserva de Santa Elena, Reserva Biológica de Monteverde, Reserva de San Luis, Bosque Eterno de los Niños, Reserva Ensenada Lodge) y a sus alrededores algunas áreas silvestres protegidas pertenecientes al SINAC como el área protegida de Arenal, la Reserva Biológica Alberto Manuel Brenes, RNVS Peñas Blancas, la Zona protectora de Montes de Oro y Zona protectora Arenal-Monteverde.

En cuanto a la calidad del agua, en la parte alta y media del corredor se considera buena y suficiente aunque en algunos sectores se puede decir que está algo contaminada y no apta para el consumo humano, por su parte en la zona baja la calidad del agua es mala y su cantidad es regular, y en general el recurso hídrico está contaminado.

Las actividades que se consideran que más contaminan el ambiente son la fábrica lechera, la ganadería, el vertimiento de aguas grises directo a los ríos, los cultivos de hortalizas

En cuanto al cambio climático en los últimos años se ha observado mayores sequías e inundaciones debido a los cambios en las temperaturas y las precipitaciones. Se ha observado una disminución en la cantidad de agua, la cantidad de agua lluvia ha disminuido una tercera parte en la zona alta; migración de especies, en la zona alta se ven especies como el chilense, el *Procnias tricarunculatus* (pájaro campana) ha disminuido su presencia, *Ramphastos sulfuratus* (curru negro) ya no se ve en la zona alta del corredor, el *Aulacorhynchus prasinus* (tucán corriente) ahora tiene mayor presencia en la zona alta al igual que el *Quiscalus mexicanus* (zanate), el piús y *Bothrops Asper* (terciopelo); hay mayor presencia de bosque secundario en la zona alta del corredor y regeneración de los bosques de manglar en la parte baja del corredor

Según los pobladores estos cambios se dan por el mal manejo de los recursos y la contaminación. Además, generan incertidumbre e inseguridad, puesto que generaran una

disminución en las fuentes productivas como alimentos por cambios en los tiempos de producción reduciendo la capacidad de ingreso de los pobladores.

De esta forma las amenazas que podrían exacerbarse por efectos directos del cambio climático son la pérdida de especies y recursos naturales, la disminución de servicios ambientales, el aumento de las plagas, la migración e inmigración de especies, la disminución de los mantos acuíferos.

6.1.1. Capitales de la comunidad por sectores del Corredor Biológico Pájaro Campana

Capitales de la comunidad zona alta de Monteverde

CAPITAL HUMANO	
Capacitaciones	Dentro del corredor biológico se han realizado actividades de capacitación por parte del MAG en el tema de prácticas agrícolas, SINAC-ACAT realizó la capacitación de Covirenas para la formación de 50 personas en vigilancia de recursos naturales. Por otro lado el Instituto Monteverde miembro del consejo local del CBPC, realizó talleres sobre formulación de proyectos y acompañamiento a 4 grupos para la elaboración del perfil, vínculo con colaborador estratégico, fuente de financiamiento y elaboración de la propuesta.
Nivel de Educación	El nivel de educación de la comunidad se encuentra entre medio y alto, sin embargo la mayoría cuentan con secundaria incompleta, pero por la presencia de diferentes institutos, universidades y ONG's dentro de la región hay personas con educación universitaria.
Origen de la población	La población perteneciente a esta zona está compuesta en su mayoría por gente nacida en la región, sin embargo se ve la presencia de muchos extranjeros.
Enfermedades	Las enfermedades que más se padecen en la región son la gripe, respiratorias dengue, problemas intestinales, presión alta, diabetes y el alcoholismo.
Liderazgo dentro de la comunidad	Los líderes de la comunidad son más que todo los funcionarios de las instituciones, ONG's y representantes de grupos organizados de los cuales un 60% son activos y proactivos, preocupados por su comunidad y la problemática, sin embargo en muchas ocasiones carecen de información oportuna y apropiada además de iniciativa a la hora de gestionar recursos. También se evidencia mayor participación en comunidades más desarrolladas, en las comunidades menos desarrolladas los líderes luchan por sus necesidades básicas.
CAPITAL SOCIAL	
Medios de comunicación	Los medios de comunicación existentes en la zona son: periódicos, televisión, noticias de la radio, información vía correo, redes sociales, información vía celular, radiocomunicación, perifoneo, boca a boca, reuniones, asambleas, eventos, anuncios en espacios comunales (iglesia, ADI, escuelas).

Organizaciones comunitarias	<p>Las organizaciones comunitarias que están dentro de la zona son: Asociación de Desarrollo, Comisión local de emergencias (CLE), Comisión de Educación Ambiental (CEAM), Comisión de manejo de sólidos de Monteverde, ASADAS, grupos estudiantiles organizados, asociación de productores, grupos de mujeres artesanales, Asociación de personas mayores.</p> <p>Su nivel de participación se considera bueno, eficiente y su importancia es alta pues dirigen temas relevantes en el desarrollo comunal, y velan por los intereses y recursos de la zona; sin embargo al principio son muy activas pero con el tiempo algunas personas pierden el interés en participar. Igualmente algunas de estas organizaciones tienen poder de influencia y mayor poder, otras existen por tradición y no son tan activos ni eficaces.</p>
Organizaciones que fomentan el manejo sostenible de los recursos naturales	Las organizaciones e instituciones que se dedican a fomentar el manejo sostenible de los recursos naturales son el SINAC-MINAE, CCT (Centro Científico Tropical, ACM (Asociación conservacionista de Monte Verde), Instituto Monteverde, FCC (Fundación Conservacionista de Costa Rica), Reserva de Santa Elena, Universidad de Georgia (UGA).
Actividades comunitarias	Las actividades comunitarias que se realizan en esta zona son reuniones, talleres, foros, exposiciones, cabalgatas, carreras ciclistas, caminatas recreativas, partidos de fútbol, recolección de basura.
Cooperación dentro de la comunidad	Existe una mediana cooperación entre las personas de la comunidad, entre las comunidades la cooperación es baja y existe integración entre las comunidades y las personas. En algunas ocasiones sin embargo en el desarrollo de algunos proyectos la cooperación puede ser nula. La habilidad para la resolución de conflictos debe ser fortalecida dentro de la región.
Papel de las organizaciones en el aprendizaje y manejo de los recursos naturales	El papel que podrían cumplir las diferentes organizaciones para el manejo de los recursos naturales es a través de una proyección comunal con actividades de enfoque ecosistémico y manejo y protección de cuencas. También estas organizaciones pueden contribuir en la divulgación de actividades, disseminación de información, educación, organización de actividades y así tener un mejor desempeño durante las mismas, así mismo pueden participar en los diferentes proyectos de investigación.
CAPITAL CULTURAL	
Caracterización de la región	Esta zona se caracteriza por tener conciencia ambiental por medio de prácticas ambientales y sociales que favorecen el turismo sostenible-rural-comercial y científico, de educación ambiental y con enfoque de protección, la visión está más enfocada a la conservación pues la mayoría de las personas cuentan con recursos naturales y trabajan y viven de ellos.
Actividades culturales	Durante el año se celebran las fechas ambientales. Además existen actividades como teatro, películas, foros y competencias de atletismo. Se realiza la celebración del 15 de septiembre, el festival de Monteverde Brilla y el Festival de la música
Platos típicos	Los platos típicos de la zona son: arroz, frijoles, carnes, pollo, pescado, pinto, arroz con leche, chorreadas, tortillas, queso casero y chicharrones
Uso tradicional de los	El uso tradicional de los recursos está más enfocado al ecoturismo y

recursos	proyectos de aventura natural. La madera es utilizada en trabajos de arte que involucran además plumas y piedras. Así mismo algunos de los recursos se utilizan como productos medicinales.
Cambio de los recursos naturales en los últimos 10 años	En los últimos 10 años dentro de la zona protectora Arenal-Monteverde han aumentado la cantidad de bosque y en general el corredor biológico se encuentra en un proceso de regeneración. Las aguas de las quebradas se ven sucias por aguas negras o grises además de notarse una disminución en la cantidad de agua. También los períodos secos son más fuertes, las temperaturas más altas. Se ha visto especies de zonas más bajas subiendo hacia esta región. Los suelos se encuentran más conservados.
Actividades comunitarias que afectan los recursos naturales	Las principales actividades que afectan los recursos naturales son el turismo sin control, la no existencia de un sistema de alcantarillado con tratamiento, la falta de un plan regulador, las carreras dentro del bosque, extracción de madera del bosque para construcciones (tala ilegal), la ganadería y la agricultura, extracción de material de los ríos
Características que hacen diferente a la región	Las características que hacen diferente a esta región son que gran parte del área posee cobertura boscosa, la principal actividad es el turismo y cuenta con influencia de la zona atlántica y del pacífico en el clima, lo que la hace contar con una calidad del ambiente diferente. También es una región que cuenta con mayor presencia de organizaciones y mayor capacidad de recursos (económicos, educación, información)
CAPITAL FISICO-CONSTRUIDO	
Centros Educativos	Dentro de la región existen escuelas en casi todas las comunidades, mientras que la presencia de colegios se restringe a solo unas comunidades, por este los alumnos al terminar la escuela primaria deben viajar hacia otras comunidades para asistir a la educación secundaria, en Monteverde existen 3 secundarias. Hay presencia de universidades con sedes de la UNED, la UMCA y UGA.
Servicios públicos	Las comunidades cuenta con los servicios públicos de electricidad con calidad buena; agua potable con calidad buena, aunque en algunas zonas las cañerías pasan por sitios inadecuados; las viviendas en su mayoría son de concreto o madera; puestos de salud pero con un servicio regular e insuficiente; oficina ambiental SINAC-MINAE, Fuerza Pública, MEP (Ministerio de educación pública)
Medios de transporte	El transporte más utilizado por los pobladores son vehículo particular, motos, cuadraciclo, taxi, microbús y bus
Infraestructura Turística	La zona cuenta con infraestructura para atender turistas, hay diferentes reservas naturales, ICT (Instituto Costarricense de Turismo) y diferentes proyectos privados teniendo mayor oferta que demanda.
CAPITAL FINANCIERO PRODUCTIVO	
Actividades productivas	Las actividades productivas que se desarrollan en la región son el Ecoturismo, turismo rural, agricultura, agricultura orgánica y ganadería caficultura. El turismo abarca un 70%, la ganadería y lechería 20% y la agricultura y otros 10%
Actividades generadoras	Las actividades generadoras de empleo son todas aquellas relacionadas

de empleo	con el turismo (hoteles, centros comerciales, reservas, restaurante, venta de suvenires, guías naturalistas), empleos en las reservas naturales. Algunas fincas ganaderas también generan algunos empleos para los peones. Y recolectores de café. La fábrica de quesos es otra fuente de empleo para las personas de la región
Acceso al Financiamiento	Las comunidades cuentan con el Banco de Costa Rica, Banco Nacional y Banco Popular para acceder a créditos. En el caso de requerir financiamiento para actividades comunales el financiamiento se da por fondos privados o cooperación con organizaciones.
CAPITAL POLITICO	
Autoridades	Las autoridades de la región son el SINAC, Fuerza pública-OIJ, alcalde del municipio, Ministerio de salud y el MAG, MEP, tráfico, maestros, guardia rural, líderes religiosos y síndicos
Incentivos para la conservación	Existen incentivos para la conservación de los recursos con el programa de pago por servicios ambientales (PSA) del MINAE-FONAFIFO y de donaciones de ONG's ambientales sin embargo es muy poco lo que existe.
Presencia de otras organizaciones	Dentro de la región se encuentran además Universidades (UNED-UGA), reservas privadas y mixtas
Acceso y participación en procesos de decisión	Las comunidades tiene acceso a la participación a través de asambleas, de manera escrita, en foros y comisiones sin embargo está participación no se da en todos los procesos de decisión y se puede considerar que es poca
Participación en la creación del corredor biológico	La creación del corredor fue por medio del establecimiento de políticas del Estado y análisis ambientales, después de esto se inició a mostrar la iniciativa de los corredores a través de talleres sin embargo la participación es más que todo de las comunidades de Monteverde los otros sectores muy poco.
Autoridades encargadas del control de las amenazas del cambio climático	El SINAC-MINAE realiza actividades de protección, reforestación, educación y administración en función de controlar o modificar las amenazas del cambio climático.
Conocimiento de las leyes y normativas existentes	Existe conocimiento de las leyes y normativas por parte de las diferentes instituciones del corredor sin embargo a nivel de la población el conocimiento es muy poco
CAPITAL NATURAL	
Recursos naturales de la comunidad	Los recursos naturales con los que cuenta la comunidad son el bosque (Nuboso, lluvioso y otros), el agua (ríos y cascadas), aire puro, biodiversidad, suelo y servicios ecosistémicos. El uso que se le da a estos recursos es de consumo humano (alimentación), recreación, salud y protección por medio del ecoturismo
Áreas protegidas cerca de la región	Las áreas protegidas que se encuentran cerca de la región es la Zona Protectora Arenal-Monteverde, Zona Protectora Montes de Oro, RNVS Peñas Blancas, RB Alberto Manuel Brenes, Reserva de Santa Elena, Reserva Biológica Monteverde, Bosque Eterno de los niños, Reserva de San Luis
Recursos naturales que generan mayor beneficio	Los recursos naturales que más le genera beneficio a la comunidad son el bosque, la belleza escénica, el agua, el suelo y el aire, cabe destacar que

a la comunidad	aquellos recursos que atraen el turismo son los que más beneficios proporcionan.
Recurso hídrico	La calidad del agua de la región es buena y su cantidad es suficiente, sin embargo se puede decir que el agua se encuentra entre medianamente contaminada y poco contaminada. También es irregular en el verano
Actividades que contaminan el ambiente	Las actividades que más contaminan el ambiente son la fábrica lechera, la ganadería y el vertimiento de aguas grises directo al ambiente. El ecoturismo produce contaminación por residuos sólidos y ruido excesivo.
Residuos sólidos	Los desechos sólidos en la región son transportados a basurero y existe una comisión de reciclaje una vez al mes. Unas pocas personas queman o entierra los residuos sólidos.
Aguas servidas	Las aguas servidas de la región van directamente al ambiente sin ningún tipo de tratamiento ni control, en algunas ocasiones van a tanque séptico
Suelos	Los suelos de la región son de mucho drenaje, con muchos minerales, fértiles, ácidos-nitratos y nitritos, de origen volcánico y apto para la producción. Sin embargo, los suelos se encuentran muy degradados y erosionados
Cambios en el clima	En los últimos años se han observado cambios en las temperaturas y precipitaciones, con mayores sequías e inundaciones, mucha variación. Además se ha observado migración de especies.
Opinión de los cambios	Estos cambios generan incertidumbre, inseguridad y se deben generar cambios a nivel mundial en la humanidad, además tienen una influencia directa por el desarrollo de la comunidad y es una problemática para algunas especies de animales, anfibios y aves. Además, estos cambios generan impactos negativos en el balance del sistema.
Causas de los cambios	La razón de estos cambios son la contaminación de la atmosfera y la tala de bosques (poca cobertura boscosa), los residuos sólidos y contaminación
Afectación ecológica y social de estos cambios	Las comunidades ecológicas y sociales se han afectado mucho, los ecosistemas se han deteriorado y hay mucha presión sobre los recursos, menor disponibilidad del recurso hídrico y efectos en la producción agrícola.
Actividades realizados con respecto a las amenazas del cambio climático	Las actividades que se han desarrollado para hacer algo con respecto a las amenazas del cambio climático son la reforestación y educación (campañas de limpieza de quebradas y manejo de desechos)
Impactos potenciales del cambio climático	Los impactos del cambio climático sobre las actividades productivas y los medios de vida son la disminución de posibilidades y menos fuentes productivas como los alimentos, además alteran los tiempos de producción. Esto igualmente reduce la capacidad de ingreso de los pobladores. Por otro lado hay nuevas especies y algunas dañinas llegan a la zona
Servicios ambientales, recursos naturales y actividades productivas afectadas por el cambio climático	Todos los servicios ambientales, recursos naturales (biodiversidad, agua) y actividades productivas (agricultura y turismo) han cambiado por el cambio climático
Amenazas existentes que	Las amenazas que podrían exacerbarse por efectos directos del cambio

podrían exacerbarse	climático son la pérdida de especies y recursos naturales y la disminución de servicios y bienes ambientales. Aumento de plagas, migración de especies e inmigración de especies.
Amenazas fuera del corredor	Actividades productivas comerciales y sin control y el aumento de la población son amenazas externas al corredor que tienen influencia sobre el mismo. También la pérdida de hábitats fuera del corredor favorece la migración de especies.

Capitales de la comunidad cuenca media y alta Aranjuez

CAPITAL HUMANO	
Capacitaciones	Capacitaciones en técnicas agropecuarias ambientalmente sostenibles, uso de tecnologías limpias, manejo de desechos sólidos, saneamiento de agua y cooperación impartidas por el MAG, INA. La UNED realizó capacitaciones en turismo y el CBPC en gestión de proyectos (3 talleres básicos).
Nivel de Educación	El nivel de educación es muy variado. Sin embargo los jóvenes terminan la secundaria y en la mayoría de los casos salen a continuar con la universidad (aproximadamente el 80% de los jóvenes). Antes no era así, por lo que las personas mayores cuentan con la primaria y algunos con secundaria
Origen de la población	La población perteneciente a esta zona está compuesta en su mayoría por gente nacida en la región. La mayoría de la población emigra pues salen a estudiar y no regresan.
Enfermedades	Las enfermedades que más se padecen en la región son las respiratorias, hipertensión, diabetes y la gripe común.
Liderazgo dentro de la comunidad	Los líderes de estas comunidades son activos. Sin embargo, no son del todo reconocidos por la comunidad, son muy criticados. Además, se considera que les falta trabajar un poco más pero también se reconoce que trabajan dentro de lo que tienen y las capacidades que tienen.
CAPITAL SOCIAL	
Medios de comunicación	Los medios de comunicación existentes en la zona son: persona a persona, teléfono, perifoneo, asambleas, rótulos pegados en pulperías y otros sitios y facebook.
Organizaciones comunitarias	Las organizaciones comunitarias que están dentro de la zona son: Asociaciones de desarrollo, Comités de agua, deporte, salud, escuela; Asociación de mujeres, Asociación de productores agropecuarios, Asociación centro agrícola cantonal, Asociación ambientalistas, Asociación de desarrollo territorial sostenible de las cuencas Aranjuez-Sardinal (ADETSAS), ASADAS, 2 asociaciones de turismo (una con 5 años de creación y otra con 2 años de creación), 2 empresas de crédito. Consideran que la Asociación de desarrollo se encuentra un poco apagada. El nivel de participación de estas organizaciones está entre un 20% y 30%, hay una participación equitativa entre hombres y mujeres; los jóvenes no participan por lo que en su mayoría estas organizaciones cuentan con personas mayores. Son de gran importancia porque permiten atraer, administrar y gestionar recursos, resolver dificultades comunales, capacitar a los pobladores y dar a conocer la zona para turismo.

Organizaciones que fomentan el manejo sostenible de los recursos naturales	Asociación agroecológica Aranjuez, CNFL, MAG, Asociación de productores agropecuarios.
Actividades comunitarias	Las actividades comunitarias que se realizan en esta zona son: trabajos en infraestructura comunal, mantenimiento de acueductos, capacitaciones, actividades recreativas (fútbol, bingos, bailes), ferias, actividades para los adultos mayores. Intercambio con extranjeros (estudiantes de universidad que desarrollan sus trabajos en la zona). Las actividades comunitarias ahora se realizan con menor frecuencia porque cuesta obtener los permisos necesarios.
Cooperación dentro de la comunidad	La cooperación entre las personas y las comunidades es muy poca, los que trabajan siempre son los mismos, hay personas que nunca participan. Antes no era así, había participación de toda la comunidad. Ahora hay muchas divisiones e interés personal.
Papel de las organizaciones en el aprendizaje y manejo de los recursos naturales	Estas organizaciones podrían tener más acceso a los pobladores y manejar recursos para el aprendizaje y manejo de los recursos naturales.
CAPITAL CULTURAL	
Caracterización de la región	Esta zona se caracteriza por su clima pues los temporales son diferentes a otras zonas, por su alta biodiversidad y la hospitalidad de las personas.
Actividades culturales	Se celebran las fiestas patronales, los rosarios de diciembre, Semana Santa, el 15 de septiembre.
Platos típicos	Tortillas de maíz y queso (aliñados), picadillo de arracacha, tamal asado y en hoja, cajetas y mieles
Uso tradicional de los recursos	En poca cantidad y en su mayoría es para realizar artesanías. Algunas veces se usan las plantas para tratamientos medicinales, anteriormente se usaba la grasa del zorro pero últimamente no.
Cambio de los recursos naturales en los últimos 10 años	Se ven más animales de la zona baja como el chilense. El curre (tucán pequeño) desde hace 6 años ya no se ve, antes había mucho, mientras que el tucán corriente ahora se ve más, ha ido subiendo y desplazando al quetzal. El pájaro campana ha disminuido su presencia. El tepescuincle antes había más. El Zanate y Pius se ven ahora antes no. Hay presencia de terciopelo que antes no se veía. El yigüirro ahora hay en menor cantidad. Ahora hay presencia de bosque secundario (por fincas con áreas de regeneración), hay menos pastizales. Antes en esta zona no se daba el mango ahora sí. Ahora hay plantas invasoras (no son de la zona ni reconocidas) y malezas en los cultivos. La cantidad de agua lluvia ha disminuido una tercera parte. Antes las quebradas se llenaban y alcanzaban un ancho de 5m ahora parecen acequias.
Actividades comunitarias que afectan los recursos naturales	Reparación de caminos, caza.

Características que hacen diferente a la región	Tener un deslizamiento muy grande (Cerro el Silencio), hay buena cantidad de agua
CAPITAL FISICO-CONSTRUIDO	
Centros Educativos	Hay escuela primaria en la mayoría de las comunidades y colegios en: Miramar, Cedral, Aranjuez
Servicios públicos	Las comunidades cuentan con los servicios públicos de electricidad; agua potable; las viviendas en su mayoría son de madera; puestos de salud pero con un servicio regular e insuficiente.
Medios de transporte	El transporte más utilizado por los pobladores son bus, vehículo particular, bestias
Infraestructura Turística	La zona tiene escasa infraestructura para atender a turistas. Una de las asociaciones de turismo cuenta con un espacio para atender turista. Por lo general, el turista se hospeda en las casas de los habitantes de la zona.
CAPITAL FINANCIERO PRODUCTIVO	
Actividades productivas	Las actividades productivas que se desarrollan en la región son: agropecuarias, turismo rural y generación eléctrica. San Rafael tiene plantaciones de teca y ochote, en Bajo Caliente se siembra café, hortalizas (tomate, chile dulce, vainica), pepino y caña. Algunos pocos trabajan con helechos. La comercialización de los productos es muy difícil, sale muy costos y es complicado sacarlos de la zona. Las plantaciones de chayote son de extranjeros y se favorecen personas de otros lados pero no de la región.
Actividades generadoras de empleo	Las actividades generadoras de empleo son las relacionadas con la agricultura. La planta eléctrica genera empleo (21 personas de la zona trabajan en la planta eléctrica). El turismo como tal no se considera una fuente de empleo pero si una fuente de ingresos puesto que los turistas se hospedan en los hogares de la zona.
Acceso al Financiamiento	Las comunidades cuentan con financiamiento propio, fondos del estado y entidades cooperantes.
CAPITAL POLITICO	
Autoridades	Las autoridades de la región son el Alcalde, Ministerio de seguridad pública, Municipalidad, salud, líderes religiosos, síndicos municipales, el SENASA y Fitosanitaria y el MINAE.
Proyectos gubernamentales	Reparación de caminos, reparación de puentes, ayudas del IMAS
Incentivos para la conservación	Existen incentivos para la conservación de los recursos con el programa de pago por servicios ambientales (PSA) del MINAE-FONAFIFO y fondos del CNFL
Presencia de otras organizaciones	Dentro de la región se encuentran además MINAE, IDA, MAG, CNFL, IMAS, CCSS
Acceso y participación en procesos de decisión	Las comunidades tienen muy poco acceso a la participación, solo cuando hay elecciones. La municipalidad realiza reuniones donde informan de los proyectos e invitan a algunas reuniones pero mucho. En la Asociación de Desarrollo se puede participar siempre y cuando se esté afiliado
Participación en la creación del corredor	El corredor biológico en sus inicios no contemplaba la cuenca del río Aranjuez por lo que en su creación no fueron tomados en cuenta, luego

biológico	se reconoció que está zona era de gran importancia y se agregó la cuenca del río Aranjuez al CBPC, desde ese momento se empezó a trabajar en este sector y a comunicar las iniciativas del corredor
Autoridades encargadas del control de las amenazas del cambio climático	No se reconocen
Conocimiento de las leyes y normativas existentes	Existe muy poco conocimiento sobre las leyes y normativas. A manera general se sabe que no se debe cazar ni talar un árbol. En temas de agua en conocimiento es muy poco.
CAPITAL NATURAL	
Recursos naturales de la comunidad	Los recursos naturales con los que cuenta la comunidad son: agua, aire y biodiversidad, el eso que se le da estos es de protección y agropecuario
Áreas protegidas cerca de la región	Las áreas protegidas que se encuentran cerca de la región son: Bosque Eterno de los Niños, reservas forestales, Reserva de Monteverde, Alberto Brenes.
Recursos naturales que generan mayor beneficio a la comunidad	
Recurso hídrico	La calidad del agua de la región es buena y su cantidad es suficiente y se considera medianamente contaminada. El agua es menos contaminada de Cedral hacia arriba, luego que se va contaminando por los desechos y aguas servidas de las comunidades. Se han realizado análisis en la zona baja y reportan una calidad buena biológicamente hablando, pero no para consumo humano.
Actividades que contaminan el ambiente	Las actividades que más contaminan el ambiente son los cultivos de hortalizas y ganadería extensiva. También están las porquerizas que no se manejan adecuadamente, los agroquímicos en la chayoteras.
Residuos sólidos	Los desechos sólidos en la región son quemados, enterrados y tirados a los ríos. Tecno ambiente cobra por recibir la basura.
Aguas servidas	Las aguas servidas de la región van directamente a cauces naturales.
Suelos	Los suelos de la región son frágiles, textura media y de altas pendientes.
Cambios en el clima	En los últimos años se han observado cambios en las temperaturas y mayores sequías. Es más caliente en verano y hay más lluvias. Ahora se reconoce una época seca de 2 meses hace 10 años no sólo eran 15 días máximo.
Opinión de los cambios	Estos cambios se dan por la contaminación y mal manejo de los recursos.
Causas de los cambios	La razón de estos cambios son las diferentes acciones del hombre, más emisiones de carbono, y la tala de árboles a nivel mundial. En esta zona la gente antes no quemaba y ahora sí.
Afectación ecológica y social de estos cambios	Hay una disminución de agua lo que afecta a las diferentes especies y los sistemas productivos. Ahora hay más plagas en los cultivos e infecciones en los humanos. Aunque en la zona no hay presencia de broca ni mosca blanca en los cultivos consideran que por el cambio estas pueden llegar y en cuanto a los humanos piensan que por los cambios en el clima el dengue y la malaria podrían aparecer.

Actividades realizados con respecto a las amenazas del cambio climático	Se han realizado actividades para la protección del recurso hídrico, saneamiento de agua, reforestación y manejo de desechos. El programa bandera azul menciona aminorar el cambio climático. Hace unos años hubo conciencia de no explotar el bosque pero por la crisis económica ahora la gente está regresando al bosque.
Impactos potenciales del cambio climático	Los impactos del cambio climático sobre las actividades productivas y los medios de vida son la disminución de posibilidades y menos fuentes productivas como los alimentos por escasez de agua.
Servicios ambientales, recursos naturales y actividades productivas afectadas por el cambio climático	La disponibilidad del agua.
Amenazas fuera del corredor	Migración de personas.

Capitales de la comunidad zona media del corredor biológico

CAPITAL HUMANO	
Capacitaciones	Se han realizado capacitaciones por parte del INA y el MAG principalmente en temas de agricultura, orquídeas, abonos orgánicos, manipulación de alimentos, quesos, hidroponía, lombricultura. En el sector de Guacimal hubo una capacitación por parte de la ASADA de cómo trabajar en equipo sin embargo su difusión fue muy mala por lo cual tuvo muy poca participación. En la comunidad de Santa Rosa la Asociación de Desarrollo se encarga de gestionar cada año por lo menos un curso de capacitación con el INA.
Nivel de Educación	El nivel de educación es muy variable, sin embargo la mayoría termina la secundaria, algunos pocos no terminan la primaria. El acceso a la universidad es muy limitado y acuden a ella solo los que consiguen beca. Aunque ahora existe un programa de educación nocturna para adultos son muy pocos los interesados en seguir este programa.
Origen de la población	En general la población de este sector corresponde a personas nacidas en el lugar. En este caso la gente de la comunidad emigra buscando nuevas opciones laborales.
Enfermedades	La más común es la gripe
Liderazgo dentro de la comunidad	Los pobladores de las comunidades reconocen quienes son los líderes, se sabe en qué proyectos están trabajando y tienen buena participación en las reuniones
CAPITAL SOCIAL	
Medios de comunicación	Los medios de comunicación más frecuentes son el Teléfono, celular, radio, letreros en la pulpería y vos a vos.
Organizaciones comunitarias	Asociación de desarrollo, Juntas de educación, ASADAS, Patronato escolar, comité de salud, comité de deportes, Consejo económico de la Iglesia, Grupo de adultos mayores, Grupo de apicultores, Grupo protección de riego. En general la participación en estos grupos es buena, aunque los jóvenes no se integran mucho y en su mayoría son mujeres

	<p>las que pertenecen a los diferentes grupos. En el caso de la comunidad de Santa Rosa la participación es equilibrada entre hombres y mujeres y hay presencia de jóvenes.</p> <p>Estas organizaciones son de gran importancia porque gestionan recursos para la comunidad.</p>
Organizaciones que fomentan el manejo sostenible de los recursos naturales	<p>No se reconocen organizaciones que fomenten el manejo de los recursos naturales.</p> <p>En este sector el CBPC es desconocido, la mayoría de la comunidad no sabe que existe.</p>
Actividades comunitarias	Partidos de futbol, bingos, actividades ciclísticas, carreras de cintas, desfile de bueyes. En general estas actividades lo que buscan es recaudar fondos.
Cooperación dentro de la comunidad	Para la realización de actividades culturales existe cooperación entre los diferentes habitantes, sin embargo en aspectos relacionados con los recursos naturales es muy poco la colaboración (denuncias por tala o extracción de agua del río)
Papel de las organización en el aprendizaje y manejo de los recursos naturales	Esta organizaciones podrían agruparse y trabajar en educación para los niños, además podrían ser un puente para establecer contactos con instituciones que trabajen para el manejo de los recursos naturales
CAPITAL CULTURAL	
Caracterización de la región	
Actividades culturales	Celebración patronal el 15 de mayo donde son 4 días de diversas actividades.
Platos típicos	Tortillas, gallo pinto
Uso tradicional de los recursos	Las plantas se usan para tratamientos medicinales
Cambio de los recursos naturales en los últimos 10 años	Los ríos ahora se encuentran más secos (Guacimal, Sardinal, Seco), el río Guacimal ni en invierno se llena
Actividades comunitarias que afectan los recursos naturales	Tala de árboles, envenenamiento de río por extracción de material, quemas, secan parte del río para sacar camarones, desvían el río hasta con tractores. La ganadería como tal no se considera una actividad que afecte los recursos naturales aunque si tienen acceso directo a los ríos
Características que hacen diferente a la región	
CAPITAL FISICO-CONSTRUIDO	
Centros Educativos	Escuelas en las comunidades. Para ir al colegio se deben desplazar a Judas o a las Juntas si se quiere hacer el horario diurno, recientemente funciona el CINDEA que es colegio en horario nocturno en Sardinal por lo cual de otras comunidades se deben desplazar hasta Sardinal.
Servicios públicos	Cuentan con los servicios de electricidad, agua potable proporcionada por ASADA la cual tiene en general buena gestión, EBAIS se considera presta un buen servicio, dependiendo de la comunidad hay atención 2 veces por semana o cada 15 días dependiendo de la distancia.
Medios de transporte	Bus, carro propio, moto

Infraestructura Turística	En este sector no hay infraestructura para atender al turista. Hasta ahora se está desarrollando turismo rural comunitario pero solo hay una finca con este proyecto, hacia el sector de Fernández hay aguas termales.
CAPITAL FINANCIERO PRODUCTIVO	
Actividades productivas	Ganadería en su mayoría de engorde, hacia la parte baja existe más ganadería de leche; plantaciones maderables. Las familias cuentan con cultivos pero estos son de subsistencia.
Actividades generadoras de empleo	Grupo Montes de Oro (Arroz), PIPASA, Palmar (Ingenio de Caña), las piñeras, restaurantes de carretera, algunas personas se trasladan a Puntarenas a trabajar en kioscos, aproximadamente el 70% de la población se traslada a Monteverde a trabajar ya sea en actividades relacionadas con el turismo o en la industria lechera.
Acceso al Financiamiento	Con el IMAS para financiamiento de vivienda. Para ejecutar diferentes proyectos los habitantes prefieren vender animales antes que pedir un préstamo. También recurren a los amigos o vecinos y parte de la deuda la pagan con producción.
CAPITAL POLITICO	
Autoridades	Delegación rural de policía, Supervisor de educación, Municipalidad. La comunidad de Santa Rosa no hay presencia de autoridad.
Incentivos para la conservación	Hay algunas fincas con PSA, se identifica una en Guacimal y otra en Estrella
Presencia de otras organizaciones	No identifican otras organizaciones
Acceso y participación en procesos de decisión	No hay participación, no se sabe cuándo son las sesiones.
Participación en la creación del corredor biológico	En la creación del correo biológico no hubo participación. Sin embargo, desde el 2011 han empezado a tenerse en cuenta para las actividades del mismo en lo que a organizaciones se refiere, la mayoría de los habitantes desconoce la existencia del corredor
Autoridades encargadas del control de las amenazas del cambio climático	No se conocen autoridad encargadas del control de las amenazas del cambio climático.
Conocimiento de las leyes y normativas existentes	Se desconocen las leyes y normativas, solo se asesoran en el tema cuando necesitan de las mismas.
CAPITAL NATURAL	
Recursos naturales de la comunidad	Las montañas, el agua y las tierras, bosque seco. El uso que se le da a estas es para el ganado de doble propósito y madera
Áreas protegidas cerca de la región	No identifican áreas protegidas cerca de la región
Recursos naturales que generan mayor beneficio a la comunidad	Las montañas y el agua
Recurso hídrico	La calidad y cantidad de agua es buena.
Actividades que contaminan el ambiente	Extracción de material de los ríos, quemas
Residuos sólidos	En Guacimal el camión de basura pasa todos los días, las comunidades

	más alejadas queman o entierran la basura. Si se quiere tener acceso para la recolección de basura se debe pagar una afiliación.
Aguas servidas	
Suelos	Hay muy buenos suelos, se puede sembrar por lo menos los productos de la canasta básica. Hay una zona con mucha arcilla y no se puede sembrar.
Cambios en el clima	Ahora llueve torrencialmente, además las estaciones no están definidas
Opinión de los cambios	
Causas de los cambios	Estos cambios se deben por la tala de los árboles
Afectación ecológica y social de estos cambios	Las especies animales están subiendo hacia esta zona, por ejemplo ahora se ve el Guipipia.
Actividades realizadas con respecto a las amenazas del cambio climático	No se han realizado actividades con respecto a las amenazas del cambio climático
Impactos potenciales del cambio climático	La producción ganadera se va a afectar por escases de agua
Servicios ambientales, recursos naturales y actividades productivas afectadas por el cambio climático	La disponibilidad de agua y la ganadería.
Amenazas existentes que podrían exacerbarse	Caza
Amenazas fuera del corredor	Caza

Capitales de la comunidad zona baja del corredor

CAPITAL HUMANO	
Capacitaciones	Capacitación por parte del MAG en el tema de Mipymes, la UNED sobre el manejo de desechos sólidos, el CBPC en elaboración de proyectos, la UNA en cómputo, gestión empresarial, inglés, manipulación de alimentos, el INA y CNP en fortalecimiento de grupos
Nivel de Educación	En las comunidades costeras hay mucha deserción escolar, siendo el nivel de educación bajo. De 100 habitantes 5 o 6 llegan a ser profesionales. En Costa de Pájaros los jóvenes tienden a terminar el bachillerato, y en Morales hay varios con carrera profesional.
Origen de la población	La mayoría son de la región
Enfermedades	Dengue es la enfermedad principal y gripe, también se presenta dolor de huesos y artritis.
Liderazgo dentro de la comunidad	Los líderes comunitarios son participativos, y tienen más compromiso con la comunidad, se preocupan por promocionar pero presentan dificultades en la comunicación. Aunque se considera que los líderes ven el liderazgo como algo que les genera beneficio propio.
CAPITAL SOCIAL	
Medios de comunicación	Los medios de comunicación son persona a persona, perifoneo, telefonía, internet (poco correo electrónico), carteles, invitación personales para participar en actividades.

Organizaciones comunitarias	Asociaciones de desarrollo integral, Asociaciones para el desarrollo de proyectos productivos, ASADAS, Asociaciones de pescadores, asociación de mujeres, sindicato de pescadores. En algunos sectores la participación no es muy activa, sin embargo Costa de Pájaros y Cocoroca consideran ser participativos y colaboradores. La importancia de estas organizaciones es alta puesto que luchan por la comunidad.
Organizaciones que fomentan el manejo sostenible de los recursos naturales	La UNED, UNA, El Mariposario (proteger, exhibir y producir mariposas), Manos a la obra del IMAS, Asociación agropecuaria, grupo de protección de iguanas.
Actividades comunitarias	MountainBike, actividades de fútbol, turnos, festejo, ferias, bailes típicos, marimba, carreras de panga, bingos, rifas, actividades de venta de comidas..
Cooperación dentro de la comunidad	Existe cooperación entre las personas y las comunidades
Papel de las organización en el aprendizaje y manejo de los recursos naturales	Las asociaciones de pescadores podrían cumplir un papel muy importante si fueran más activas y difundieran información. También podrían cumplir un papel de educación en los niños.
CAPITAL CULTURAL	
Caracterización de la región	El clima.
Actividades culturales	El capital cultural esta poco desarrollado en las comunidades costeras del Golfo de Nicoya. Sin embargo se celebran las fiestas patronales, hay cabalgatas, algunas comunidades cuentan con redondel para actividades taurinas. Se celebra la Virgen del Mar el 16 de julio.
Platos típicos	Picadillo, pinto, pescado, ceviche, todo lo relacionado con mariscos y atol de maíz.
Uso tradicional de los recursos	Las plantas se usan para tratamientos medicinales. Gualislama para el estómago, caraño para dolor de oído, indio pelado para las úlceras, bledo para la infección de riñones, mirto para las inflamaciones, hoja de guanábana para el azúcar, hoja de naranjo agrio para los nervios, saragundí para las alergias,
Cambio de los recursos naturales en los últimos 10 años	Se han intensificado las quemas de cerros y potreros, el bosque ripario ha sido muy afectado por la tala, se ha disminuido el tamaño de las reservas y los ríos han perdido caudal. Hace 10 años se talaba el manglar para construcción de casas y carbón, ahora se encuentra en proceso de regeneración.
Actividades comunitarias que afectan los recursos naturales	La tala de bosques, tala de manglar, pesca indiscriminada (sobrexplotación, rastra, encerronas), quemas, contaminación de la agricultura y la ganadería).
Características que hacen diferente a la región	Contar con playas y manglares
CAPITAL FISICO-CONSTRUIDO	
Centros Educativos	Hay escuela en todas las comunidades. Colegio en Judas y Costa de Pájaros diurno y nocturno (CINDEA)
Servicios públicos	El tipo de vivienda es muy pobre; el servicio de electricidad es bueno; se

	cuenta con agua potable; hay puestos de salud con servicio insuficiente; hay servicio de internet y telefonía
Medios de transporte	Vehículos particulares (principalmente motos), bus y embarcaciones marítimas
Infraestructura Turística	Si hay infraestructura pero de poca calidad y cantidad está muy poco desarrollado
CAPITAL FINANCIERO PRODUCTIVO	
Actividades productivas	La principal actividad es la pesquera, hay ganadería de engorde o doble propósito, cultivos agroindustriales (plantas empacadoras de frutas, piña y sandía), salinas (en verano), cultivos de camarón (invierno), cultivos de ostras, cultivos de chile, vainica, tomates, hortalizas, legumbres y maíz.
Actividades generadoras de empleo	Las escuelas y colegios, procesadoras de sal, pulperías y cantinas, acueductos, trabajos ocasionales en las fincas, Formoquiza (empresa de producción de químicos), la piñera en Sardinal y cultivos de sandía en Manzanillo. Sin embargo se considera que son muy pocas las ofertas de empleo.
Acceso al Financiamiento	Acceso a créditos bancarios aunque es muy poco, apoyo del IMAS, los proyectos productivos se han desarrollado por donaciones del PPD y con fidecomisos
CAPITAL POLITICO	
Autoridades	Consejo Municipal, síndicos, fuerza pública, Mar Viva, Incopesca, Guardacostas (marino y terrestre). No se reconocen autoridades en el sector ambiental.
Proyectos gubernamentales	Reparcheo de calles
Incentivos para la conservación	No existen incentivos para la conservación, aunque se conoce que en el sector hay una finca con PSA.
Presencia de otras organizaciones	
Acceso y participación en procesos de decisión	La participación en los procesos de decisión es casi nulo, aunque si hay convocatorias.
Participación en la creación del corredor biológico	En la creación del CB no hubo participación, es en 2011 cuando empezaron a participar principalmente las comunidades de Judas, Coyolito y Aranjuez.
Autoridades encargadas del control de las amenazas del cambio climático	El corredor biológico, la UNED y la UNA brindan charlas relacionadas a esta temática y otras actividades como limpieza de calles, ríos y playas.
Conocimiento de las leyes y normativas existentes	Hay poco conocimiento de las leyes y normativas. Hay mucha arrogancia en los habitantes
CAPITAL NATURAL	
Recursos naturales de la comunidad	Ríos, playas, manglar y mar. Se hacen visitas y recorridos por los manglares y playas. El uso que se le da a estos recursos es para actividades económicas.
Áreas protegidas cerca de la región	Reserva encenada lodge, Laguna de Orocu, Cerro pelón y Cerro lagarto.
Recursos naturales que	El mar con la pesca comercial y recreativa

generan mayor beneficio a la comunidad	
Recurso hídrico	La calidad del agua es mala y la cantidad es entre regular y poca y se puede considerar que el recurso hídrico está contaminado.
Actividades que contaminan el ambiente	La extracción de material de los ríos, la pesca por el uso de aceites, combustible y otros desechos, el cultivo de caña durante la safra, la ganadería, las quemadas.
Residuos sólidos	No hay recolección de desechos, se queman o entierran
Aguas servidas	Las aguas servidas van a las quebradas o playas y patios traseros de las casas
Suelos	Los suelos son secos y áridos.
Cambios en el clima	Se han observado cambios en las temperaturas, hay mayores sequías, han disminuido las lluvias
Opinión de los cambios	Se requiere de mucho trabajo y del compromiso de las instituciones y de las comunidades para lograr acciones efectivas.
Causas de los cambios	Las causas son la devastación de los árboles y las quemadas. Así mismo, la obtención de riquezas en corto plazo, la creencia que los recursos son infinitos y la poca conciencia
Afectación ecológica y social de estos cambios	Hay pérdida de hábitats para animales silvestres y ha aumentado la pobreza de las comunidades
Actividades realizadas con respecto a las amenazas del cambio climático	Se han realizado muy pocas actividades como siembras, reciclaje y reforestación.
Impactos potenciales del cambio climático	Los mantos acuíferos disminuyen, los ríos y quebradas se secan y no hay agua para los cultivos, las cosechas se pierden, se reduce la cantidad de peces, los camarones buscan aguas más frescas.
Servicios ambientales, recursos naturales y actividades productivas afectadas por el cambio climático	Disminución de agua para cultivos, desaparición o migración de animales silvestres, servicios más caros
Amenazas existentes que podrían exacerbarse	La disminución del agua y la disminución de alimentos. Las sequías pueden ser más fuertes y frecuentes
Amenazas fuera del corredor	Migración de la población

6.4 Análisis de las implicaciones de los resultados de la tesis para el desarrollo e insumos para la formación de políticas

Los resultados del trabajo de tesis permitieron entender la importancia de los procesos participativos en la toma de decisiones. Si bien, el estudio se basó en la adaptación de la biodiversidad ante el cambio climático, se reconoce la gran importancia que tienen las comunidades en el desarrollo y ejecución de actividades que contribuyan a la conservación y adaptación de la biodiversidad. Ante esto se debe reconocer que son los pobladores los que recibirán beneficios de la biodiversidad a través de los diferentes servicios ecosistémicos que se generan lo que contribuye a alcanzar las necesidades básicas de las comunidades y pobladores.

Por esta razón el proceso participativo dentro de este trabajo de tesis inició con la elaboración de una serie de talleres en diferentes sectores del Corredor Biológico Pájaro Campana con el fin de realizar un análisis del territorio a partir de los capitales de la comunidad. En cada uno de los talleres participaron diferentes miembros de la comunidad, vecinos, líderes comunales y representantes de organizaciones comunales que aportaron su conocimiento de la zona para entender las diferentes dinámicas y recursos con los que cuenta la comunidad. Este análisis arrojó una clara diferenciación de los sectores dentro del corredor biológico y demostró que las prioridades en cada uno de ellos son diferentes y por ende los procesos de desarrollo deben ser manejados diferentes en cada uno de ellos.

Sin embargo, es importante resaltar que dentro de los procesos participativos sería recomendable contar con personas representantes de todos los sectores dentro de un territorio para que de esta manera los diferentes puntos de vista sean tomados en cuenta y no dejar pasar por alto algunos aspectos que son importantes pero que por no tener participantes dentro de los talleres no se toman en cuenta.

El análisis de fortalezas, oportunidades, debilidades y amenazas (Tabla 8) del corredor biológico refleja que en el capital humano y social presenta fortalezas pues existen buenos niveles de educación, programas de capacitación y organizaciones comunitarias que trabajan en función del desarrollo de la comunidad. En cuanto al capital natural, el corredor se ve fortalecido pues por tener diferentes estratos altitudinales cuenta con una variedad de ecosistemas, 12 zonas de vida y 3 ecosistemas bien marcados (bosque nuboso, bosque seco y bosque de manglar). En cuanto a debilidades el capital político es uno de los más afectados puesto que dentro del corredor no se identifica claramente a la autoridad y existe bajo conocimiento de las leyes y normativas. El capital cultural mostró una clara amenaza en la conservación de los recursos naturales que existen diferentes actividades que impactan negativamente a la biodiversidad y los ecosistemas. A nivel de oportunidades es el capital social el que mayores aportes puede traer al corredor por la presencia de diferentes instituciones que contribuyen con la educación, el manejo de los recursos naturales y el desarrollo de la comunidad.

Cuadro 8. Análisis de fortalezas, debilidades, oportunidades y amenazas de los capitales del Corredor Biológico Pájaro Campana

Fortalezas	Debilidades
<ul style="list-style-type: none"> • La mayoría de los habitantes dentro del corredor son nativos de la región • Existencia de escuelas en la mayoría de las comunidades • Existen instituciones con programas de educación ambiental • En las diferentes zonas del corredor se han realizado actividades de capacitación • El servicio turístico genera empleo • Existen diferentes tipos de organizaciones locales que trabajan en pro de la comunidad. • Existen grupos de personas con interés de participar en las actividades que realicé el corredor • En la zona alta existe presencia de organización que trabajan por el manejo de los recursos naturales. • Diversidad de sistemas productivos • Diversidad de ecosistemas naturales • Diversidad de servicios ecosistémicos • Dentro del corredor existen reservas que se dedican a fomentar la conservación de la biodiversidad • Los pobladores reconocen impactos del cambio climático (cambios en temperaturas y precipitaciones, desplazamiento de especies) 	<ul style="list-style-type: none"> • Falta de comunicación, información e iniciativa para gestionar recursos por parte de los líderes de las comunidades • Las reservas existentes dentro del corredor se encuentran en su mayoría en la zona alta • Poca presencia de los jóvenes dentro de las organizaciones locales existentes • Pocas organizaciones locales que trabajan en el manejo de recursos naturales • Poca cooperaciones entre los miembros de las comunidad • Bajo conocimiento de las leyes y normativas • Presencia de actividades que afectan los recursos naturales (tala de árboles, sobreexplotación de recursos, quemas, minería contaminación por ganadería y agricultura • Bajo seguimiento y control de algunas actividades practicadas en la zona (minería, tala de árboles) • Pocas fuentes de empleo • Poca participación en los procesos de decisión • Escasa participación de los finqueros en las labores comunitarias • Baja incidencia para desarrollar proyectos a nivel local • No se reconocen autoridades encargadas del control de las amenazas del cambio climático • Escaza organización de productores frente a eventos climáticos extremos
Oportunidades	Amenazas
<ul style="list-style-type: none"> • Existe presencia de diferentes organizaciones no gubernamentales, gubernamentales y educativas que apoya el corredor • Existen instituciones gubernamentales como INA, MAG, UNA que realizan capacitaciones • Existencia de programas de educación ambiental • Existencia de una organización que trabaja en manejo integral de fincas • Manglar en proceso de regeneración • Iniciativa de proyectos en turismos rural comunitario 	<ul style="list-style-type: none"> • Falta mayor presencia de la municipalidad dentro del corredor • Migración de población joven • Disminución del recursos hídrico • Tala indiscriminada de árboles • Sobreexplotación de los recursos • Disminución del tamaño de reservas en la zona baja • Migración de especies • Contaminación con agroquímicos y actividades ganaderas

El proceso participativo continuó con la elaboración de una línea base para el plan de adaptación de la biodiversidad ante el cambio climático dentro del corredor. Así, se realizó la construcción colectiva de la visión del territorio lo que permitió a los participantes del taller entender las diferentes condiciones y características de las diferentes zonas presentes dentro del corredor, puesto que muchos de ellos solo conocen la realidad de su sector más no

aquella de las diferentes regiones que pertenecen al corredor. La visión planteada por los participantes fue bastante general sin considerar las diferencias de los territorios ni las implicaciones del cambio climático en el territorio. Este factor es un aspecto a considerar puesto que el desarrollo de las comunidades se verá afectado por los cambios en los procesos y dinámicas del sistema que trae consigo el cambio climático, ya que esto también lleva consigo modificaciones en los diferentes sistemas productivos y por ende medios y estrategias de vida de las comunidades. De esta manera, se reconoce que dentro del corredor se hace necesario un mayor trabajo en sensibilización y educación ambiental sobre cambio climático.

La definición de líneas estratégicas de acción también se realizó de manera participativa, y evidenció la necesidad de promover y fortalecer la educación tanto formal como informal en el sector ambiental y de cambio climático. La educación ambiental fue planteada como estrategia de adaptación pero también como actividades para varias de las otras estrategias formuladas. La educación no solo contribuirá a la adaptación de la biodiversidad sino también al desarrollo sustentable de las comunidades.

Otro aspecto que fue tratado dentro del proceso fue la necesidad de integrar a los pobladores dentro de los procesos del corredor biológico de manera que estos sean incentivados y logren apropiarse de los procesos ejecutados y de esta manera asegurar su permanencia en el tiempo.

Así mismo el planteamiento de cinco estrategias encaminadas al manejo y conservación de los recursos naturales contribuirá no solo a lograr la adaptación de la biodiversidad ante el cambio climático sino también al desarrollo sustentable de las comunidades que habitan dentro del corredor biológico y a la resiliencia de los ecosistemas propiciando el mantenimiento de los

Por otro lado, los resultados obtenidos durante el proceso de esta tesis se enmarcan dentro de políticas nacionales que se encuentran dirigidas al manejo y conservación de los recursos naturales así como a las acciones dirigidas a enfrentar el cambio climático. De esta manera, responde de manera positiva a los objetivos propuestos dentro del PNCB y a la ENCC. Así, este estudio es un primer paso para implementar planes de adaptación a escala local en áreas funcionales para la conservación puesto que guía hacia la obtención de planes de adaptación que faciliten la toma de decisiones en el manejo de las áreas funcionales para la conservación.

La adaptación no debería ser vista como un tema aislado de otros objetivos de conservación dentro de las áreas funcionales de conservación para la biodiversidad y debería ser incorporado dentro de los planes existentes y en las políticas para la toma de decisión. Últimamente, el manejo adaptativos han cobrado importancia en el manejo de los recursos naturales, contar con un monitoreo sobre los avances en la adaptación genera oportunidades para integrar el cambio climático dentro de estos procesos adaptativos de planificación.

Integrar el cambio climático dentro de la planeación y manejo de los recursos naturales puede traer ventajas estratégicas y reducir los costos a futuro.

A partir de los resultados obtenidos, este estudio puede contribuir a la formación de políticas mediante la inclusión de los planes de adaptación como un objetivo de los planes estratégicos de los corredores biológicos que propone el PNCB deben ser necesarios para el funcionamiento de los corredores biológicos. El Estado por medio del SINAC debería impulsar la elaboración de los planes de adaptación al cambio climático en las diferentes áreas funcionales de conservación de manera que se mejoren las capacidades de las comunidades y la biodiversidad para responder ante las amenazas del cambio climático.

Finalmente, se establece la necesidad de contar con un proceso participativo en el que se involucren los diferentes sectores para lograr la toma de decisiones consensuadas. También estos procesos facilitarán el involucramiento y empoderamiento de las personas para la ejecución de actividades que contribuyan a la adaptación al cambio climático.

6.5 Comparación entre los componentes de los Estándares Abiertos y componentes de la metodología propuesta

Cuadro 9. Comparación entre los componentes de los Estándares Abiertos y componentes de la Metodología propuesta.

Componentes Estándares Abiertos	Componentes Metodología Propuesta
<p>Conceptualizar</p> <ul style="list-style-type: none"> • Definir el objetivo de estudio y equipo de trabajo • Definir alcance, visión y objetivos • Identificar amenazas críticas • Analizar la situación de conservación 	<p>Conceptualizar (Análisis del Territorio)</p> <ul style="list-style-type: none"> • Identificar unidad de análisis y actores clave • Análisis del impacto potencial del cambio climático • Análisis de la capacidad adaptativa del cambio climático • Análisis de las amenazas no climáticas • Análisis de los capitales de la comunidad
<p>Plan de Acción y Monitoreo</p> <ul style="list-style-type: none"> • Desarrollar metas, estrategias, supuestos y objetivos • Desarrollar plan de monitoreo • Desarrollar plan operativo 	<p>Planificar estrategias de adaptación</p> <ul style="list-style-type: none"> • Identificar elementos críticos para la adaptación • Identificar estrategias de adaptación • Identificar acciones específicas para cada estrategias de adaptación • Identificar posibles actores para ejecutar las estrategias de adaptación
<p>Implementar acciones de monitoreo</p> <ul style="list-style-type: none"> • Desarrollar plan de trabajo y línea de tiempo • Establecer y refinar el presupuesto • Implementar los planes 	<p>Implementar acciones y monitoreo para la adaptación</p> <ul style="list-style-type: none"> • Desarrollar un plan operativo anual • Desarrollar programas y proyectos para las estrategias definidas • Implementar las acciones de adaptación definidas previamente
<p>Analizar, usar, adaptar</p> <ul style="list-style-type: none"> • Preparar datos para el análisis • Analizar los resultados • Adaptar el plan estratégico 	<p>Analizar los datos de cambio climático y manejo adaptativo del plan de adaptación al cambio climático</p> <ul style="list-style-type: none"> • Evaluar los datos de monitoreo incluidos en las estrategias de adaptación • Analizar los resultados de las diferentes estrategias de adaptación para identificar evolución de la adaptación • Adaptar el plan de adaptación a partir de las lecciones aprendidas
<p>Capturar y difundir el conocimiento</p> <ul style="list-style-type: none"> • Documentar el aprendizaje • Compartir el aprendizaje • Crear un ambiente de aprendizaje 	<p>Capturar y difundir el conocimientos sobre la adaptación al cambio climático</p> <ul style="list-style-type: none"> • Documentar el aprendizaje en la implementación de estrategias de adaptación • Difundir y compartir lo aprendido con otras áreas funcionales para la conservación de biodiversidad

Anexo 1. Listas de asistencia a talleres



Solutions for environment and development
Soluciones para el ambiente y desarrollo

TALLER IDENTIFICACIÓN DE CAPITALES DE LA COMUNIDAD

Fecha 27 de JUNIO 2013

	Nombre	Institución	Ocupación	Correo Electrónico
1	Noe Vargas L	CBPC	Coordinador	noevargas@gmail.com
2	Maribel Morales R.	ASDPS SR	Estudiante.	
3	Esmeralda Louisa P	—	Pensionada	
4	Andrés Ramírez M	ASDPS SR	Estudiante	
5	Alexander Alvarado	vecino	Agricultor	monterverdecc@gmail.com
6	Veronica Sheehan	vecina	" "	" "
7	Olga delgado ✓	vecina	AMA casa	
8	Cecilia Piedrahita	CATIE	Estudiante	

1 1 1 1 1



Solutions for environment and development
Soluciones para el ambiente y desarrollo

TALLER IDENTIFICACIÓN DE CAPITALES DE LA COMUNIDAD

Fecha 27 de Junio 2013

	Nombre	Institución	Ocupación	Correo Electrónico
1	Ana Yancy Jiménez C.	OSREO / ACOPAC	Bióloga	anajc8@yahoo.com
2	Rosbedina Viquez	Lider comunal de Cocinas de campo		
3	Rodrig Barahona Gutierrez	Asociacion Agrícola de Cocinas	Lider Comunal	rodrigo.barahona.gutierrez@hotmail.com
4	Jesús Aguilar Viquez	ASOC Productora de Cocinas	presidenta	
5	Ulma Alvarado Alvarez	ASMUPUMO	Productora	ulma23@hotmail.com
6	Anavel R.V.	Asociacion mariposa	Presidenta	
7	Hydia Espinoza Medina	Dir de orocu Post	Presidenta	
8	Esther Ledezma Barahona	Asoc Manosas del Golfo	secretaria	ledezmadelgolfo@hotmail.com
9	Catalina Piedrahita	CATIE	Estudiante	



Solutions for environment and development
Soluciones para el ambiente y desarrollo

TALLER IDENTIFICACIÓN DE CAPITALES DE LA COMUNIDAD

Fecha 28 de Junio 2013.

Nombre	Institución	Ocupación	Correo Electrónico
Alex A Diaz Perera	MAG. Cedral	Sif. Operaria	aadp0860@hotmail.com
Abdalah Brais Gómez	DRN / CNPL	Ing. Agrícola	abrus@cnpl.go.cr
Marros González Rojas	ASROECO Turis	Biólogo	gonzalrojas@yahoo.com
Cecilia Tambo de la Cruz	ADC	trabaja en el hogar	
Daisy Jiménez Salas	ADC	Estudiante Universitaria	jimeneedaisy@hotmail.com
Albany González Rojas	aditron		
Clara Holiza Marín	ASOC de turismo Cedral	Amade casa	
Carloman Jimenez	ASOC de Productores.		



Solutions for environment and development
Soluciones para el ambiente y desarrollo

TALLER DEFINICIÓN DE ESTRATEGIAS DE ADAPTACIÓN

Fecha 03/09/2013

	Nombre	Institución	Ocupación	Correo Electrónico
✓	1 Noé Vargas Leiton	CBPC	Coordinador CBPC	coordinacion@cbpc.org
✓	2 Ana Yancy Jiménez	ACO PAC / SINAC	Prog. Educ. amb. y CB	anajr8@yahoo.com
	3 Luis Chavarria Ruiz	CECJ	Sub Coord CECJ	luischava.chavarria297@gmail.com
	4 Yaronica Sheehan	-		monteverdece@gmail.com
	5 Juan Carlos Brante			
	6 Esther Ledezma Ch.	Asoc. Mariposas del Golfo	Secretaría	Calofachlogallo@hotmail.com
	7 Silvia del Rey A	Asoc. Mariposas del Golfo	Local 2	
	8 Anavel R.V.	Asoc. Mariposas del Golfo	Presidenta	
✓	9 Abdalab Brais Gómez	CNFL/DRN	Aj. Supervisión Cuencos Anjeal	abrais@cunfl.gd.cr
✓	10 Debra Hamilton	IMV / FCC	Directora IMV	debra.hamilton@mvins.net
	11 Francisco Aldana	C.B.P.C CECJ	Coordinador CECJ	aldana.costarica@gmail.com
✓	12 Yaxine Maria Arias Nunez	Reserva Santa Elena	Directora RPNSE	administracion@reservasantaelena.org
✓	13 Evelyn Casares C	Fundación C.C	Directora FCC	casaresevelyn@gmail.com
	14 Catalina Piedrahíta	CATIE	Estudiante	

Anexo 2. Especies de fauna y flora consideradas dentro del análisis de impacto potencial

Especies de FLORA

	Familia	Especie	Criterio de selección
1	Apocynaceae	<i>Aspidosperma spruceanum</i>	escasa
2	Fabaceae	<i>Cynometra retusa</i>	muy escasa
3	Combretaceae	<i>Terminalia amazonia</i>	amenazada
4	Combretaceae	<i>Terminalia oblonga</i>	amenazada
5	Fabaceae/Papilionaceae	<i>Dussia macrophyllata</i>	amenazada
6	Lepidobotryaceae	<i>Ruptiliocarpon caracolito</i>	amenazada
7	Sapotaceae	<i>Sideroxylon capiri</i>	amenazada
8	Anacardiaceae	<i>Astronium graveolens</i>	amenazada
9	Fabaceae/Papilionaceae	<i>Dalbergia retusa</i>	vulnerable, peligro de extinción
10	Meliaceae	<i>Swietenia humilis</i>	vulnerable, peligro de extinción
11	Meliaceae	<i>Swietenia macrophylla</i>	peligro de extinción
12	Zygophyllaceae	<i>Guaicum sanctum</i>	peligro de extinción
13	Fabaceae	<i>Lonchocarpus phaseolifolius</i>	peligro critico
14	Verbenaceae	<i>Vitex cooperi</i>	peligro de extinción
15	Euphorbiaceae	<i>Garcia nutans</i>	peligro de extinción
16	Sapotaceae	<i>Pouteria juruana</i>	peligro de extinción
17	Opiliaceae	<i>Agonandra macrocarpa</i>	Vulnerable
18	Bignoniaceae	<i>Amphitecna isthmica</i>	Vulnerable
19	Clusiaceae	<i>Clusia croatii</i>	Vulnerable
20	Boraginaceae	<i>Cordia croatii</i>	Vulnerable
21	Annonaceae	<i>Cymbopetalum torulosum</i>	Vulnerable
22	Araliaceae	<i>Dendropanax sessiliflorus</i>	Vulnerable
23	Aquifoliaceae	<i>Ilex costaricensis</i>	Vulnerable
24	Sapotaceae	<i>Pouteria congestifolia</i>	Vulnerable
25	Araliaceae	<i>Schefflera brenesii</i>	Vulnerable
26	Rubiacaceae	<i>Tocoyena pittieri</i>	Vulnerable
27	Olacaceae	<i>Chaunochiton kappleri</i>	Vulnerable

Especies de ANFIBIOS

	Familia	Especie	Criterio de selección
1	Bufo	<i>Atelopus chiriquiensis</i>	CR, amenazada
2	Bufo	<i>Atelopus senex</i>	CR, amenazada, endémica
3	Bufo	<i>Atelopus varius</i>	CR
4	Bufo	<i>Incilius luetkenii</i>	Amenazada
5	Bufo	<i>Incilius melanochlorus</i>	Amenazada, endémica
6	Centrolenidae	<i>Teratohyla spinosa</i>	Amenazada
7	Craugastoridae	<i>Craugastor angelicus</i>	CR, endémica
8	Craugastoridae	<i>Craugastor fleischmanni</i>	CR, endémica
9	Craugastoridae	<i>Craugastor melanostictus</i>	Amenazada
10	Craugastoridae	<i>Craugastor ranoides</i>	CR
11	Craugastoridae	<i>Craugastor taurus</i>	CR
12	Dendrobatidae	<i>Dendrobates auratus</i>	Amenazada
13	Dendrobatidae	<i>Oophaga granulifera</i>	VU
14	Hylidae	<i>Agalychnis annae</i>	EN, amenazada, endémica
15	Hylidae	<i>Anotheca spinosa</i>	Amenazada
16	Plethodontidae	<i>Bolitoglossa lignicolor</i>	VU
17	Plethodontidae	<i>Bolitoglossa robusta</i>	Amenazada
18	Plethodontidae	<i>Bolitoglossa subpalmata</i>	EN
19	Plethodontidae	<i>Oedipina poelzi</i>	EN, endémica
20	Plethodontidae	<i>Oedipina pseudouniformis</i>	EN, endémica
21	Hyllidae	<i>Duellmanohyla uranochroa</i>	CR, endémica
22	Hyllidae	<i>Isthmohyla rivularis</i>	CR
23	Hyllidae	<i>Isthmohyla tica</i>	CR
24	Ranidae	<i>Lithobates vibicarius</i>	CR
25	Leptodactylidae	<i>Physalaemus pustulosus</i>	amenazada

Especies de REPTILES

	Familia	Especie	Criterio de selección
1	Polychrotidae	Norops altae	Reducida
2	Polychrotidae	Norops carpenteri	Reducida, amenazada
3	Polychrotidae	Norops lemuringus	Reducida
4	Polychrotidae	Norops pentaprion	Reducida
5	Gymnophthalmidae	Ptychoglossus plicatus	Amenazada
6	Gekkonidae	Thecadactylus rapicauda	Reducida, amenazada
7		Clelia Clelia	

Especies de AVES

	Familia	Especie	Criterio de selección
1	Cotingidae	<i>Carpodectes antoniae</i>	EN, amenazada
2	Cotingidae	<i>Carpodectes nitidus</i>	amenazada
3	Cotingidae	<i>Cephalopterus glabricollis</i>	EN, amenazada
4	Cotingidae	<i>Cotinga ridgwayi</i>	VU
5	Cotingidae	<i>Procnias tricarunculatus</i>	VU
6	Cracidae	<i>Crax rubra</i>	VU, amenazada
7	Cracidae	<i>Penelope purpurascens</i>	amenazada
8	Eurypygidae	<i>Eurypyga helias</i>	amenazada
9	Furnariidae	<i>Campylorhamphus pusillus</i>	amenazada
10	Furnariidae	<i>Deconychura longicauda</i>	amenazada
11	Heliornithidae	<i>Heliornis fulica</i>	peligro
12	Icteridae	<i>Icterus mesomelas</i>	peligro extinción, amenazada
13	Momotidae	<i>Hylomanes momotula</i>	amenazada
14	Odontophoridae	<i>Odontophorus gujanensis</i>	amenazada
15	Picidae	<i>Melanerpes chrysauchen</i>	amenazada
16	Psittacidae	<i>Amazona albifrons</i>	amenazada
17	Psittacidae	<i>Amazona auropalliata</i>	VU, amenazada, peligro
18	Psittacidae	<i>Amazona farinosa</i>	amenazada
19	Psittacidae	<i>Ara ambiguus</i>	EN, peligro
20	Psittacidae	<i>Ara macao</i>	peligro
21	Psittacidae	<i>Aratinga canicularis</i>	amenazada
22	Psittacidae	<i>Bolborhynchus lineola</i>	amenazada
23	Psittacidae	<i>Brotogeris jugularis</i>	amenazada
24	Psittacidae	<i>Pionus senilis</i>	amenazada
25	Psittacidae	<i>Pyrrhura hoffmanni</i>	amenazada
26	Psittacidae	<i>Touit costaricensis</i>	VU, amenazada
27	Rallidae	<i>Aramides axillaris</i>	amenazada
28	Strigidae	<i>Bubo virginianus</i>	amenazada
29	Strigidae	<i>Lophotrix cristata</i>	amenazada
30	Thraupidae	<i>Lanio leucothorax</i>	amenazada
31	Threskiornithidae	<i>Mesembrinibis cayennensis</i>	amenazada
32	Tinamidae	<i>Crypturellus boucardi</i>	amenazada
33	Tinamidae	<i>Tinamus major</i>	amenazada
34	Trochilidae	<i>Amazilia boucardi</i>	EN, amenazada, endémica
35	Trochilidae	<i>Elvira cupreiceps</i>	amenazada, endémica
36	Trochilidae	<i>Lophornis helenae</i>	amenazada
37	Troglodytidae	<i>Cistothorus platensis</i>	peligro extinción
38	Trogonidae	<i>Trogon aurantiiventris</i>	amenazada
39	Trogonidae	<i>Trogon clathratus</i>	amenazada
40	Tyrannidae	<i>Aphanotriccus capitalis</i>	VU, amenazada
41	Vireonidae	<i>Vireo pallens</i>	amenazada