



CENTRO AGRONÓMICO TROPICAL
DE INVESTIGACIÓN Y ENSEÑANZA
ESCUELA DE POSGRADO

**Congruencia espacial entre zonas importantes para la
conservación de la biodiversidad y para la provisión de servicios
ecosistémicos, un instrumento para el ordenamiento del paisaje en la
región centroamericana**

Por

Carolina Patricia Polania Silgado

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, 2011


Esta tesis ha sido aceptada en su presente forma por la División de Educación y la Escuela 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**

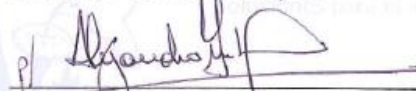
FIRMANTES:

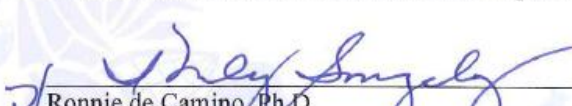

Bryan Finegan, Ph.D.
Co-Director de tesis

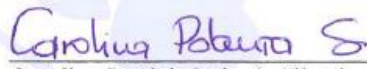

Pablo Imbach, M.Sc.
Co-Director de tesis


Raffaele Vignola, Ph.D.
Miembro Comité Consejero


Muhammad Ibrahim, Ph.D.
Miembro Comité Consejero


José O. Rivera, M.Sc.
Coordinador, Especialización en Práctica para el Desarrollo


Ronnie de Camino, Ph.D.
Decano de la Escuela de Posgrado, a.i.


Carolina Patricia Polanía Silgado
Candidata

DEDICATORIA

*A mis padres por darme la vida, por ser la luz que ilumina mi camino y mi motor para
recorrerlo*

A mi hermano por existir

A Rosa María⁺ y Pedro Manuel⁺ por darme su amor más allá de la vida

A Canela⁺, Jerónimo⁺ y Niña por ser ángeles de felicidad, compañía y luz

AGRADECIMIENTOS

Todo lo vivido en esta etapa de mi vida y el lograr culminarla no hubiera sido posible sin el apoyo de:

Mis padres quienes me enseñaron a luchar por mis sueños y me han apoyado en todo momento

A los docentes y personal de posgrado del CATIE por toda su colaboración y por brindarme las herramientas académicas para trabajar por la conservación de la naturaleza y por el desarrollo humano sostenible

Los proyectos MESOTERRA del grupo Gama y FINNFOR de la cátedra de bosques de CATIE quienes financiaron el desarrollo de esta investigación

A Bryan Finegan mi asesor principal quien además de motivarme para venir a CATIE ha sido más que mi profesor, mi maestro y guía literario

A Pablo Imbach mi codirector de tesis por el apoyo total, por permitirme aprender de él y retarme permanentemente

A los miembros del comité Raffaele Vignola y Muhammad Ibrahim por todos sus comentarios y aportes los cuales enriquecieron esta investigación

A Fernando Casanoves, mi maestro, amigo y ángel de la guarda, por creer en mí y apoyarme en todo momento, sin él hubiera sido muy difícil llegar a este punto

A Memo, Christian y Juan Carlos por aguantar mi ignorancia geográfica y ayudarme todos los días a superarla un poco

A toda mi familia catiana, con quienes además de compartir el camino académico, conocí un poco del mundo a través de sus ojos y de su corazón, gracias por todos los momentos, por las lágrimas, por la risa, por bailar y gritar

A mis muérganas del alma, Priscila, Gabriela, Karime, Susan por ser mis hermanas, compartir tantas alegrías y tristezas, por estar conmigo siempre

A Nubia, Diana, Fulvio, Nelsiton, Florecita rockera, Sergio, Jean Pierre y a todos mis compañeros de la promoción 2009-2010

A mis compañeros de la promoción 2010-2011 por su amistad y apoyo incondicional, a Santiago y Nestor por su apoyo en temas de SIG, a Emily por ser quien es y por enseñarme tantas cosas, a Rebe por los momentos compartidos, Claudia por ser una aliada emocional y una enfermera excepcional, a Gustavo por no dejarme bailar sola, a Daniel por estar ahí siempre

A Mime por ser mi amiga, mi cómplice, mi conciencia

A Oscar por todo el apoyo y la compañía, por querer enseñarme a perder el miedo

A mi Niña del alma, quien con su compañía y su mirada se ganó mi corazón

A todos los ángeles que se me cruzaron en el camino, por enseñarme tantas cosas, muchas gracias

CONTENIDO

DEDICATORIA	III
AGRADECIMIENTOS	IV
CONTENIDO	VI
RESUMEN	XI
SUMMARY	XII
ÍNDICE DE CUADROS	XIII
ÍNDICE DE FIGURAS	XVI
LISTA DE UNIDADES, ABREVIATURAS Y SIGLAS	XXI
1 INTRODUCCIÓN	1
1.1 Objetivos del estudio	2
1.1.1 <i>Objetivo general</i>	2
1.1.2 <i>Objetivos específicos</i>	2
1.2 Preguntas de investigación.....	3
2 MARCO CONCEPTUAL	4
2.1 Servicios Ecosistémicos (SE)	4
2.1.1 <i>Stock de carbono (regulación del clima)</i>	5
2.1.2 <i>Agua potable</i>	7
2.1.3 <i>Productos forestales (madera y leña)</i>	9
2.2 Biodiversidad y enfoques de conservación.....	11
2.2.1 <i>Ecorregión</i>	12
2.2.2 <i>Áreas de aves endémicas (EBAs)</i>	14
2.2.3 <i>Corredor Biológico Mesoamericano</i>	16
2.3 Amenazas para la producción y provisión de SE y para la protección de la biodiversidad.....	17
2.4 Articulación entre biodiversidad y SE.....	19
3 REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	22
4 ARTÍCULO 1. ÁREAS PRIORITARIAS PARA PROVISIÓN DE SERVICIOS ECOSISTEMICOS EN CENTROAMERICA	25
4.1 Resumen.....	25
4.2 Introducción.....	25
4.3 Metodología.....	27

4.3.1	<i>Área de estudio</i>	27
4.3.2	<i>Datos</i>	29
4.3.3	<i>Procedimientos</i>	30
4.3.4	<i>Calidad de agua potable</i>	33
	4.3.4.1 <i>Oferta</i>	33
	4.3.4.2 <i>Demanda</i>	34
4.3.5	<i>Stock de carbono</i>	36
	4.3.5.1 <i>Oferta</i>	36
4.3.6	<i>Provisión de madera</i>	37
	4.3.6.1 <i>Oferta</i>	37
4.3.7	<i>Provisión de leña</i>	38
	4.3.7.1 <i>Oferta</i>	38
	4.3.7.2 <i>Demanda</i>	38
4.3.8	<i>Amenaza para la provisión de SE</i>	38
4.3.9	<i>Áreas de alta prioridad</i>	39
4.4	<i>Resultados</i>	41
4.4.1	<i>Áreas prioritarias para provisión de un SE</i>	41
	4.4.1.1 <i>Calidad de agua potable</i>	41
	4.4.1.2 <i>Stock de carbono</i>	43
	4.4.1.3 <i>Provisión de madera</i>	46
	4.4.1.4 <i>Provisión de leña</i>	48
4.4.2	<i>Áreas prioritarias para provisión de múltiples SE</i>	50
	4.4.2.1 <i>Calidad de agua potable y stock de carbono</i>	50
	4.4.2.2 <i>Calidad de agua potable y provisión de madera</i>	52
	4.4.2.3 <i>Stock de carbono y provisión de madera</i>	54
	4.4.2.4 <i>Calidad de agua potable, stock de carbono y provisión de madera</i>	56
	4.4.2.5 <i>Calidad de agua potable y provisión de leña</i>	57
	4.4.2.6 <i>Stock de carbono y provisión de leña</i>	59

4.4.2.7	Calidad de agua potable, stock de carbono y provisión de leña.....	59
4.5	Discusión	61
4.6	Conclusiones y recomendaciones	66
4.7	Referencias bibliográficas.....	68
4.8	Anexos	72
4.8.1	<i>Anexo 1. Base de datos de capas de información usada para la identificación de áreas prioritarias para provisión de SE.....</i>	<i>72</i>
4.8.2	<i>Anexo 2. Formato de entrevista.....</i>	<i>74</i>
4.8.3	<i>Anexo 3. Mapas temáticos intermedios Guatemala</i>	<i>76</i>
4.8.3.1	Indicadores de oferta calidad de agua potable.....	76
4.8.3.2	Indicadores de demanda calidad de agua potable	76
4.8.3.3	Indicadores de oferta stock de carbono	78
4.8.3.4	Indicadores de oferta de provisión de madera.....	78
4.8.3.5	Amenaza Guatemala.....	79
4.8.4	<i>Anexo 4. Mapas temáticos intermedios Honduras.....</i>	<i>80</i>
4.8.4.1	Indicadores de oferta calidad de agua potable.....	80
4.8.4.2	Indicadores de demanda calidad de agua potable	80
4.8.4.3	Indicadores de oferta stock de carbono	81
4.8.4.4	Indicadores de oferta de provisión de madera.....	82
4.8.4.5	Amenaza Honduras	82
4.8.5	<i>Anexo 5. Mapas temáticos intermedios Nicaragua.....</i>	<i>83</i>
4.8.5.1	Indicadores de oferta calidad de agua potable.....	83
4.8.5.2	Indicadores de demanda calidad de agua potable	84
4.8.5.3	Indicadores de oferta stock de carbono	85
4.8.5.4	Indicadores de oferta de provisión de madera.....	86
4.8.5.5	Amenaza Nicaragua	87
4.8.6	<i>Anexo 6. Códigos de Departamentos por país.....</i>	<i>87</i>
4.8.7	<i>Anexo 7. Mapas temáticos intermedios local.....</i>	<i>88</i>
4.8.7.1	Indicadores de oferta calidad de agua potable.....	88
4.8.7.2	Indicadores de demanda calidad de agua potable	89
4.8.7.3	Indicadores de oferta stock de carbono	89

4.8.7.4	Indicadores de oferta de provisión de leña.....	90
4.8.7.5	Amenaza local.....	90
5	ARTÍCULO 2. CONGRUENCIA ESPACIAL ENTRE ÁREAS PRIORITARIAS PARA PROVISIÓN DE SERVICIOS ECOSISTÉMICOS Y ÁREAS PARA CONSERVACIÓN DE LA BIODIVERSIDAD.....	91
5.1	Resumen.....	91
5.2	Introducción.....	91
5.3	Metodología.....	93
5.3.1	<i>Área de estudio</i>	93
5.3.2	<i>Datos</i>	93
5.3.3	<i>Procedimientos</i>	96
5.4	Resultados.....	97
5.4.1	<i>Las estrategias de conservación por país</i>	97
5.4.2	<i>Relación de las estrategias de conservación con los usos de suelo definidos para los tres países</i>	100
5.4.2.1	EBA's.....	100
5.4.2.2	CBM.....	101
5.4.2.3	Ecorregión.....	103
5.4.3	<i>Relación espacial de las estrategias de conservación con las áreas prioritarias para provisión de SE</i>	105
5.4.3.1	Calidad de agua potable.....	105
5.4.3.2	Stock de carbono.....	109
5.4.3.3	Provisión de madera.....	113
5.4.3.4	Agua potable y stock de carbono.....	117
5.4.3.5	Agua potable y provisión de madera.....	121
5.4.4	<i>Stock de carbono y provisión de madera</i>	125
5.4.5	<i>Agua potable, stock de carbono y provisión de madera</i>	129
5.5	Discusión.....	134
5.5.1	<i>Relación de las estrategias de conservación con los usos de suelo definidos para los tres países</i>	134

5.5.2	<i>Relación espacial de las estrategias de conservación con las áreas prioritarias para provisión de SE.....</i>	135
5.6	Conclusiones y recomendaciones	140
5.7	Referencias bibliográficas.....	141
5.8	Anexos	143
5.8.1	<i>Anexo 1. EBAs presentes en la zona de estudio.....</i>	143
5.8.2	<i>Anexo 2. CBM en la zona de estudio.....</i>	143
5.8.3	<i>Anexo 3. Ecorregiones en la zona de estudio.....</i>	144
5.8.4	<i>Anexo 4. Capas utilizadas para el análisis de congruencia espacial.....</i>	144
5.8.5	<i>Anexo 5. Porcentajes de cada categoría de las estrategias de conservación, incluidas en los usos de suelo de cada país</i>	145
5.8.6	<i>Anexo 6. Porcentajes de las categorías del CBM que incluyen zonas de alta prioridad para la provisión de SE</i>	146
5.8.7	<i>Anexo 7. Porcentajes de las EBAs que incluyen zonas de alta prioridad para la provisión de SE</i>	147
5.8.8	<i>Anexo 8. a. Porcentajes de las ecorregiones que incluyen zonas de alta prioridad para la provisión de SE individuales.....</i>	148
5.8.9	<i>Anexo 8. b. Porcentajes de las ecorregiones que incluyen zonas de alta prioridad para la provisión de SE múltiples</i>	149
6	ARTICULO 3. IMPLICACIONES PARA EL DESARROLLO Y POTENCIAL DE LOS RESULTADOS PARA FORMULACIÓN DE POLÍTICAS	150
6.1	Implicaciones para el desarrollo desde una perspectiva integral y multidisciplinaria 150	
6.1.1	<i>Descripción por capitales de las comunidades de el Cuá y Waslala</i>	152
6.1.1.1	Capital humano.....	152
6.1.1.2	Capital cultural	153
6.1.1.3	Capital social (CATIE 2010).....	153
6.1.1.4	Capital político	154
6.1.1.5	Capital construido.....	155
6.1.1.6	Capital productivo-financiero.....	156
6.1.1.7	Capital natural / ecológico / ambiental.....	157
6.2	Potencial de los resultados para la formulación de políticas	158
6.3	Referencias bibliográficas.....	160

Polania Silgado, C. 2011. Congruencia espacial entre zonas importantes para la conservación de la biodiversidad y para la provisión de servicios ecosistémicos, un instrumento para el ordenamiento del paisaje en la región centroamericana. Tesis Mag. Sc. Turrialba, CR, CATIE. 181p.

RESUMEN

Mediante la aplicación de la metodología de análisis multicriterio (MCDA) combinada con herramientas de SIG, se construyeron modelos de priorización basados en criterios biofísicos de oferta, demanda y amenaza, que permitieron identificar áreas prioritarias para la provisión de servicios ecosistémicos (SE) a escala de país en Guatemala, Honduras y Nicaragua (calidad de agua potable, stock de carbono y provisión de madera) y a escala local en los Municipios de Waslala y el Cuá en Nicaragua, en donde se identificaron áreas prioritarias para la provisión de calidad de agua potable, stock de carbono y provisión de leña.

Los resultados se presentan en una escala de prioridad de 1 a 100 donde 100 es la máxima prioridad. Para efectos del análisis se definió 85 como el valor en la escala de prioridad a partir del cual se considera un área como prioritaria para la provisión de los SE individuales y múltiples analizados.

Con los resultados obtenidos, se evaluó la congruencia espacial entre áreas prioritarias para la provisión de SE y áreas importantes para la conservación de la biodiversidad, definidas de acuerdo a tres estrategias de conservación (Endemic Bird Areas (EBAs), Corredor biológico Mesoamericano (CBM) y ecorregión). La estrategia que mayor porcentaje de zonas de alta prioridad incluyó fue el CBM y dentro de esta la categoría AP (áreas protegidas actuales). Por lo que se propone como una opción viable de estrategia integral del conservación que aporte al cumplimiento de objetivos de conservación de biodiversidad y de SE.

Palabras clave: Análisis multicriterio, servicio ecosistémico, escala de prioridad, congruencia espacial y conservación de la biodiversidad

Polania Silgado, C. 2011. Congruencia espacial entre zonas importantes para la conservación de la biodiversidad y para la provisión de servicios ecosistémicos, un instrumento para el ordenamiento del paisaje en la región centroamericana. Tesis Mag. Sc. Turrialba, CR, CATIE. 181 p.

SUMMARY

By applying the methodology of multicriteria analysis (MCDA) combined with GIS tools, prioritization models were constructed based on biophysical criteria of supply, demand and threat to identify priority areas for the provision of ecosystem services (ES) at country level in Guatemala, Honduras and Nicaragua (drinking water quality, carbon stocks and wood supply) and a local level in the Municipalities of Waslala and The Cuá in Nicaragua (drinking water quality, carbon stocks and firewood supply).

The results are given on a priority scale from 1 to 100 where 100 is the highest priority. For the analysis 85 was defined as the value in the scale of priority from which is seen as a priority area for the provision of single and multiple SE analyzed.

With the results, we assessed the spatial congruence between areas for the provision of priority areas for the provision of ES and important areas for biodiversity conservation, defined according to three conservation strategies (Endemic Bird Areas (EBAs) Mesoamerican Biological Corridor (CBM) and ecoregion).

The strategy with the highest percentage of high priority areas was Mesoamerican Biological Corridor and its category AP (current protected areas). For that this is proposed as a viable comprehensive conservation strategy that contributes to the achievement of objectives of biodiversity conservation and SE.

Key words: Multicriteria analysis, ecosystem services, priority scale, spatial congruence, biodiversity conservation, Mesoamerican Biological Corridor

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro 1. Cobertura de agua potable en Centroamérica.	8
Cuadro 2. Variación de la superficie forestal en Centroamérica.	11
Cuadro 3. Ecorregiones presentes en el área de estudio, distribución y nivel de amenaza	14
Cuadro 4. EBAs presentes en el área de estudio, distribución y nivel de amenaza.....	16
ARTÍCULO 1. ÁREAS PRIORITARIAS PARA PROVISIÓN DE SERVICIOS ECOSISTEMICOS EN CENTROAMERICA	25
Cuadro 1. Valoración de los estados del indicador uso de suelo para el SE calidad de agua potable a escala de país	33
Cuadro 2. Valoración de los estados del indicador uso de suelo para el SE calidad de agua potable a escala local	33
Cuadro 3. Tipos de usuarios de agua potable	35
Cuadro 4. Valoración de los estados del indicador uso de suelo para el SE stock de carbono a escala de nacional y local.....	37
Cuadro 5. Zonificación de acuerdo a condiciones de distancia a fuentes hídricas y a pendientes.	38
Cuadro 6. Valoración de los estados del indicador uso de suelo para el SE provisión de leña a escala local.....	38
Cuadro 7. Porcentaje del área total de cada zona de estudio correspondiente a alta prioridad para calidad de agua potable.....	41
Cuadro 8. Porcentaje del área total de cada zona de estudio correspondiente a alta prioridad para stock de carbono	43
Cuadro 9. Porcentaje del área total de cada zona de estudio correspondiente a alta prioridad para provisión de madera.....	46
Cuadro 10. Porcentaje del área total de cada zona de estudio correspondiente a alta prioridad para provisión de leña	48
Cuadro 11. Porcentaje del área total de cada zona de estudio correspondiente a alta prioridad para calidad de agua potable y stock de carbono.....	50
Cuadro 12. Porcentaje del área total de cada zona de estudio correspondiente a alta prioridad para calidad de agua potable y provisión de madera	52
Cuadro 13. Porcentaje del área total de cada zona de estudio correspondiente a alta prioridad para stock de carbono y provisión de madera.....	54

Cuadro 14. Porcentaje del área total de cada zona de estudio correspondiente a alta prioridad para calidad de agua potable, stock de carbono y provisión de madera	56
Cuadro 15. Porcentaje del área total de cada zona de estudio correspondiente a alta prioridad para calidad de agua potable y provisión de leña	58
Cuadro 16. Porcentaje del área total de cada zona de estudio correspondiente a alta prioridad para stock de carbono y provisión de madera.....	59
Cuadro 17. Porcentaje del área total de cada zona de estudio correspondiente a alta prioridad para calidad de agua potable, stock de carbono y provisión de madera	60
ARTÍCULO 2. CONGRUENCIA ESPACIAL ENTRE ÁREAS PRIORITARIAS PARA PROVISIÓN DE SERVICIOS ECOSISTÉMICOS Y ÁREAS PARA CONSERVACIÓN DE LA BIODIVERSIDAD.....	91
Cuadro 1. Áreas para aves endémicas presentes en la zona de estudio.....	94
Cuadro 1. Áreas para aves endémicas presentes en la zona de estudio.....	96
Cuadro 3. Porcentaje del área de traslape de las tres estrategias evaluadas por país	99
Cuadro 4. Porcentaje del país prioritario para el SE calidad de agua potable	105
Cuadro 5. Porcentaje de las áreas prioritarias para el SE calidad de agua potable incluido por cada estrategia por país	106
Cuadro 6. Porcentaje del país prioritario para el SE stock de carbono.....	109
Cuadro 7. Porcentaje de las áreas prioritarias para el SE stock de carbono incluido por cada estrategia por país	110
Cuadro 8. Porcentaje del país prioritario para el SE provisión de madera.....	113
Cuadro 9. Porcentaje de las áreas prioritarias para el SE provisión de madera incluido por cada estrategia por país	114
Cuadro 10. Porcentaje del país prioritario para el SE calidad agua potable y stock de carbono	117
Cuadro 11. Porcentaje de las áreas prioritarias para el SE calidad de agua potable y stock de carbono incluido por cada estrategia por país.....	118
Cuadro 12. Porcentaje del país prioritario para el SE calidad de agua potable y provisión de madera	122
Cuadro 13. Porcentaje de las áreas prioritarias para el SE calidad de agua potable y provisión de madera incluido por cada estrategia por país	122
Cuadro 14. Porcentaje del país prioritario para el SE stock de carbono y provisión de madera	126

Cuadro 15. Porcentaje de las áreas prioritarias para el SE stock de carbono y provisión de madera incluido por cada estrategia por país.....	126
Cuadro 16. Porcentaje del país prioritario para el SE calidad de agua potable, stock de carbono y provisión de madera.....	130
Cuadro 17. Porcentaje de las áreas prioritarias para el SE calidad de agua potable incluido por cada estrategia por país	130

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Clasificación de los SE de acuerdo a la evaluación de los ecosistemas del milenio.	5
Figura 2. Representación del modelo de intercambio de carbono entre vegetación, suelo y atmósfera.....	5
Figura 3. Ecosistemas forestales en Centroamérica	10
Figura 4. Áreas protegidas y corredores biológicos del corredor biológico Mesoamericano.	17
Figura 5. Distribución de la deforestación en Centroamérica desde el año 2000.....	19
ARTÍCULO 1. ÁREAS PRIORITARIAS PARA PROVISIÓN DE SERVICIOS ECOSISTEMICOS EN CENTROAMERICA	25
Figura 1. Distribución porcentual de los usos de suelo en los tres países evaluados a. Guatemala b. Honduras c. Nicaragua	27
Figura 2. Distribución porcentual de los usos de suelo en la zona de interés.....	28
Figura 3. Ubicación área de estudio local en Nicaragua	29
Figura 4. Transformaciones, supuestos y modelos usados en la priorización de áreas para provisión de SE.....	32
Figura 5. Resumen del proceso metodológico.....	40
Figura 6. Porcentaje del área total de cada área de estudio con prioridad alta para la provisión del SE calidad de agua potable	41
Figura 7. Distribución regional de las prioridades para el SE calidad de agua potable	42
Figura 8. Distribución local de las prioridades para el SE calidad de agua potable.....	43
Figura 9. Porcentaje del área total de cada área de estudio con prioridad alta para la provisión del SE stock de carbono.....	44
Figura 10. Distribución regional de las prioridades para el SE stock de carbono	45
Figura 11. Distribución local de las prioridades para el SE stock de carbono	46
Figura 12. Porcentaje del área total de cada área de estudio con prioridad alta para la provisión de madera.....	46
Figura 13. Distribución regional de las prioridades para el SE provisión de madera	47
Figura 14. Porcentaje del área total de cada área de estudio con prioridad alta para la provisión de leña.....	49
Figura 15. Distribución local de las prioridades para el SE provisión de leña.....	49
Figura 16. Porcentaje del área total de cada área de estudio con prioridad alta para calidad de agua potable y stock de carbono	50

Figura 17. Distribución regional de las prioridades para el SE calidad de agua potable y stock de carbono.....	51
Figura 18. Distribución local de las prioridades para los SE calidad de agua potable y stock de carbono.....	52
Figura 19. Porcentaje del área total de cada área de estudio con prioridad alta para la calidad de agua potable y provisión de madera.....	53
Figura 20. Distribución regional de las prioridades para los SE calidad de agua potable y provisión de madera.....	54
Figura 21. Porcentaje del área total de cada área de estudio con prioridad alta para stock de carbono y provisión de madera.....	55
Figura 22. Distribución regional de las prioridades para los SE stock de carbono y provisión de madera.....	55
Figura 23. Porcentaje del área total de cada área de estudio con prioridad alta para calidad de agua potable, stock de carbono y provisión de madera.....	56
Figura 24. Distribución regional de las prioridades para los SE calidad de agua potable, stock de carbono y provisión de madera.....	57
Figura 25. Porcentaje del área total de cada área de estudio con prioridad alta para calidad de agua potable y provisión de Leña.....	58
Figura 26. Distribución local de las prioridades para los SE calidad de agua potable y provisión de leña.....	58
Figura 27. Distribución local de las prioridades para los SE stock de carbono y provisión de leña.....	59
Figura 28. Distribución local de las prioridades para los SE calidad de agua potable, stock de carbono y provisión de leña.....	60
ARTÍCULO 2. CONGRUENCIA ESPACIAL ENTRE ÁREAS PRIORITARIAS PARA PROVISIÓN DE SERVICIOS ECOSISTÉMICOS Y ÁREAS PARA CONSERVACIÓN DE LA BIODIVERSIDAD.....	91
Figura 1. Porcentaje del área total de cada país ocupado por cada estrategia.....	97
Figura 2. Porcentaje de las categorías dentro de cada estrategia a. EBAs, b. CBM, c. Ecorregión.....	99
Figura 3. Distribución de los usos de suelo en las EBAs, a. Guatemala; b. Honduras y c. Guatemala.....	101

Figura 4. Distribución de los usos de suelo en las categorías del CBM. a. Guatemala; b. Honduras y c. Guatemala.....	103
Figura 5. Distribución de los uso de suelo por ecorregiones, a. Guatemala, b. Honduras, c. Nicaragua.....	104
Figura 6. Porcentaje de zonas de alta prioridad para la provisión del SE calidad de agua potable incluido por las EBAs.	106
Figura 7. Distribución espacial y congruencia espacial entre las zonas prioritarias para provisión de SE y las EBAs.....	107
Figura 8. Porcentaje de zonas de alta prioridad para la provisión del SE calidad de agua potable incluido por el CBM	108
Figura 9. Distribución espacial y congruencia espacial entre las zonas prioritarias para provisión de SE y el CBM.....	108
Figura 10. Porcentaje de zonas de alta prioridad para la provisión del SE calidad de agua potable incluido por las ecorregiones	109
Figura 11. Porcentaje de zonas de alta prioridad para la provisión del SE stock de carbono incluido por las EBAs.....	111
Figura 12. Distribución espacial y congruencia espacial entre las zonas prioritarias para provisión de SE y las EBAs.....	111
Figura 13. Porcentaje de zonas de alta prioridad para la provisión del SE stock de carbono incluido por el CBM	112
Figura 14. Distribución espacial y congruencia espacial entre las zonas prioritarias para provisión de SE y el CBM.....	112
Figura 15. Porcentaje de zonas de alta prioridad para la provisión del SE stock de carbono incluido por las ecorregiones	113
Figura 16. Porcentaje de zonas de alta prioridad para la provisión de madera incluido por las EBAs	114
Figura 17. Distribución espacial y congruencia espacial entre las zonas prioritarias para provisión de SE y las EBAs.....	115
Figura 18. Porcentaje de zonas de alta prioridad para la provisión de madera incluido por el CBM	116
Figura 19. Distribución espacial y congruencia espacial entre las zonas prioritarias para provisión de SE y el CBM.....	116

Figura 20. Porcentaje de zonas de alta prioridad para la provisión de madera incluido por las ecorregiones	117
Figura 21. Porcentaje de zonas de alta prioridad para la provisión de los SE calidad de agua potable y stock de carbono incluido por las EBAs.	119
Figura 22. Distribución espacial y congruencia espacial entre las zonas prioritarias para provisión de SE y las EBAs	119
Figura 23. Porcentaje de zonas de alta prioridad para la provisión de los SE calidad de agua potable y stock de carbono incluido por el CBM.	120
Figura 24. Distribución espacial y congruencia espacial entre las zonas prioritarias para provisión de SE y las EBAs	120
Figura 25. Porcentaje de zonas de alta prioridad para la provisión de los SE calidad de agua potable y stock de carbono incluido por las ecorregiones.	121
Figura 26. Porcentaje de zonas de alta prioridad para la provisión de los SE calidad de agua potable y provisión de madera incluido por las EBAs.....	123
Figura 27. Distribución espacial y congruencia espacial entre las zonas prioritarias para provisión de SE y las EBAs.....	123
Figura 28. Porcentaje de zonas de alta prioridad para la provisión de los SE calidad de agua potable y provisión de madera incluido por el CBM.....	124
Figura 29. Distribución espacial y congruencia espacial entre las zonas prioritarias para provisión de SE y el CBM.....	124
Figura 30. Porcentaje de zonas de alta prioridad para la provisión de los SE calidad de agua potable y provisión de madera incluido por las ecorregiones.....	125
Figura 31. Porcentaje de zonas de alta prioridad para la provisión de los SE stock de carbono y provisión de madera incluido por las EBAs.	127
Figura 32. Distribución espacial y congruencia espacial entre las zonas prioritarias para provisión de SE y las EBAs.....	127
Figura 33. Porcentaje de zonas de alta prioridad para la provisión de los SE calidad de agua potable y provisión de madera incluido por el CBM.....	128
Figura 34. Distribución espacial y congruencia espacial entre las zonas prioritarias para provisión de SE y las EBAs.....	128
Figura 35. Porcentaje de zonas de alta prioridad para la provisión de los SE stock de carbono y provisión de madera incluido por las ecorregiones.	129

Figura 36. Porcentaje de zonas de alta prioridad para la provisión de los SE calidad de agua potable, stock de carbono y provisión de madera incluido por las EBAs	131
Figura 37. Distribución espacial y congruencia espacial entre las zonas prioritarias para provisión de SE y las EBAs.....	131
Figura 38. Porcentaje de zonas de alta prioridad para la provisión de los SE calidad de agua potable, stock de carbono y provisión de madera incluido por el CBM.....	132
Figura 39. Distribución espacial y congruencia espacial entre las zonas prioritarias para provisión de SE y el CBM	132
Figura 40. Porcentaje de zonas de alta prioridad para la provisión de los SE calidad de agua potable, stock de carbono y provisión de madera incluido por las ecorregiones.....	133

LISTA DE UNIDADES, ABREVIATURAS Y SIGLAS

CBD:	Convenio de diversidad biológica
CBM:	Corredor biológico mesoamericano
CCAD:	Comisión centroamericana de ambiente y desarrollo
EBAs:	Áreas para aves endémicas
FSC:	Forest stewardship council
IPCC:	Panel intergubernamental sobre el cambio climático
MEA:	Millenium ecosystem assesment
MFS:	Manejo forestal sostenible
SE:	Servicio ecosistémico
TNC:	The Nature conservancy
WWF:	World wildlife found

1 INTRODUCCIÓN

Los vínculos entre la biodiversidad, los servicios ecosistémicos (SE) y el bienestar humano representan una de las justificaciones de mayor peso a favor de la conservación de la biodiversidad (MEA 2005, Ego et ál. 2009).

Los SE son los beneficios que las personas obtienen de los ecosistemas y de los cuales dependen (MEA 2005). Por su parte la biodiversidad incluye la variabilidad de organismos, especies y ecosistemas, su conservación, no es por sí misma un SE pero asegura los servicios de aprovisionamiento, ciclaje de nutrientes, formación y retención del suelo, regulación del clima, control de plagas y control de la contaminación, entre otros (MEA 2005, Ranganathan et ál. 2008), y su papel es facilitar el funcionamiento de los ecosistemas de tal forma que estos desarrollen su procesos ecosistémicos los cuales se consideran o no SE en la medida que aportan al bienestar de los seres humanos.

Es así, que la pérdida de una especie derivada de procesos como el cambio de uso del suelo, las perturbaciones naturales y antropogénicas, entre otros, puede alterar los servicios que el ecosistema presta, no solo por su papel dentro de la dinámica del mismo sino por las interacciones entre especies propias de los procesos ecosistémicos (MEA 2005).

Dentro del contexto del papel clave de la biodiversidad en la provisión de servicios ecosistémicos pareciera un paso lógico el incluir el valor de un área para la provisión de SE en los ejercicios de priorización de áreas para la conservación. Sin embargo, éstos en su mayoría solo han considerado la biodiversidad y la fragilidad del hábitat como criterios de decisión (Chan et ál. 2006, Naidoo et ál. 2008, Ego et ál. 2009, Wendland et ál. 2010). El reconocimiento de los SE como beneficios que los ecosistemas prestan a la sociedad y la importancia de definir áreas importantes para el mantenimiento de la provisión de los mismos, es apenas reciente (Chan et ál. 2006).

La identificación de áreas multipropósito (Naidoo y Ricketts 2006, Naidoo et ál. 2008) en las cuales se presente concordancia espacial entre los objetivos de conservación de biodiversidad y de provisión de SE, representa una oportunidad creciente para la canalización de esfuerzos y la definición e implementación de estrategias de conservación.

Centroamérica posee el 9% de la biodiversidad mundial en el 0.3% del territorio mundial que ocupa (Piva 2006), incluyendo una gran diversidad de ecosistemas (197 entre los que están los ecosistemas agrícolas y urbanos) (Vreugdenhil et ál. 2002). En la región habitan

aproximadamente 40 millones de personas quienes en alta proporción viven en condiciones de pobreza y/o habitan en zonas rurales ricas en biodiversidad (InBio 2007), por lo que en gran medida subsisten debido al uso directo o indirecto de diferentes SE. Guatemala, Honduras y Nicaragua, dónde fue desarrollada esta investigación, son países reconocidos por su biodiversidad la cual contrasta con tener las mayores tasas de deforestación en la región y bajo acceso a agua potable (PERFOR 2008).

Este trabajo busca determinar el grado en que áreas prioritarias para la conservación en la región definidas bajo tres diferentes enfoques (estado de conservación de las Áreas para aves endémicas -EBAs-, corredor biológico mesoamericano-CBM y ecorregiones), determinadas por las organizaciones conservacionistas y por los intereses de los gobiernos centroamericanos, garantizan además, el suministro de SE que para efectos de esta investigación fueron de aprovisionamiento (calidad de agua potable y productos forestales) y de regulación (stock de carbono-regulación del clima-). Se espera que la información generada provea nuevas perspectivas e instrumentos que aporten a la definición de estrategias integrales de conservación y desarrollo sostenible en Centroamérica.

1.1 Objetivos del estudio

1.1.1 Objetivo general

Desarrollar una metodología para priorizar áreas para la conservación, tomando en cuenta tanto su valor para la biodiversidad como su valor para los servicios ecosistémicos (SE) en la región centroamericana.

1.1.2 Objetivos específicos

1. Ubicar las áreas prioritarias para la provisión de SE de aprovisionamiento (agua y productos forestales) y de regulación (almacenamiento de carbono) a nivel regional y local.
2. Determinar el grado de congruencia espacial entre las áreas regionales priorizadas para la conservación (evaluación de ecorregiones terrestres, CBM y EBAs), con las áreas prioritarias identificadas para la provisión de SE.
3. Generar recomendaciones que faciliten la priorización de áreas para la conservación, considerando biodiversidad y SE.

1.2 Preguntas de investigación

¿Qué áreas y categorías de uso del suelo representan áreas prioritarias existentes para la provisión de SE relacionados con agua, carbono y productos forestales?

¿De qué manera incide el cambio de una escala regional a una local, sobre el análisis y los criterios de priorización de áreas para SE?

¿Las áreas priorizadas para conservación de biodiversidad tienen relación espacial con las áreas priorizadas para SE y con las áreas de traslape entre ellos (si existen)?

¿Cuál de las estrategias para la conservación de la biodiversidad implica mayores zonas de traslape (áreas ganar-ganar) en relación con cada uno de los SE y con zonas donde se traslapa la provisión de SE?

¿Qué lineamientos mínimos debería incluir una propuesta para la priorización de áreas ganar-ganar (biodiversidad y SE)?

2 MARCO CONCEPTUAL

2.1 Servicios Ecosistémicos (SE)

Los SE son los beneficios que las personas obtienen de los ecosistemas y de los cuales dependen (MEA 2005). Consisten en flujos de materiales, energía e información desde el capital natural, que se combinan con los capitales humanos para contribuir al bienestar humano (Constanza et ál. 1997). Estos beneficios pueden ser directos en el caso de los relacionados con consumo, o indirectos a través de la influencia en los procesos de los ecosistemas que son esenciales para la vida (Díaz y Dufffy 2006).

La evaluación de los ecosistemas del milenio (2005) propone cuatro grandes grupos para clasificar estos SE (Figura 1):

a) *de aprovisionamiento*: bienes producidos o proporcionados por los ecosistemas como alimentos, agua limpia, combustibles, madera, fibras, recursos genéticos, medicinas naturales y otros.

b) *de regulación*: servicios derivados de la regulación de los procesos ecosistémicos como la calidad del aire, regulación del clima, regulación hídrica, control de erosión, mitigación de riesgos, regulación de las enfermedades, control biológico y la polinización.

c) *culturales*: beneficios no materiales que enriquecen la calidad de vida, tales como la diversidad cultural, los valores religiosos y espirituales, conocimiento (tradicional y formal), inspiración, valores estéticos, relaciones sociales, sentido de lugar, valores de patrimonio cultural, recreación y ecoturismo.

d) *apoyo*: servicios necesarios para producir todos los otros servicios, incluida la producción primaria, la formación del suelo, la producción de oxígeno, retención de suelo, ciclaje de nutrientes entre otros.

Es importante mencionar, que los SE y las funciones o procesos ecosistémicos no necesariamente tienen una relación de uno a uno. En algunos casos un SE es el producto de dos o más procesos ecosistémicos mientras que en otros casos una función contribuye a la provisión de dos o más SE (Constanza et ál. 1997).



Figura 1. Clasificación de los SE de acuerdo a la evaluación de los ecosistemas del milenio.

Fuente: MEA (2005)

2.1.1 Stock de carbono (regulación del clima)

El carbono es uno de los elementos químicos más importantes ya que forma parte de todos los seres vivos conocidos (Figura 2). Actualmente, en su forma inorgánica de dióxido de carbono es el gas más importante en relación al efecto invernadero-cambio climático, ya que ha aumentado su concentración en la atmósfera en un 25% desde el inicio de la era industrial.

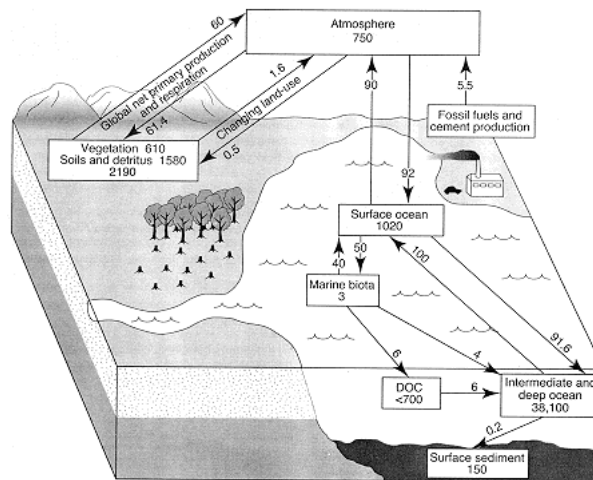


Figura 2. Representación del modelo de intercambio de carbono entre vegetación, suelo y atmósfera.

Fuente: Sherbinin (2002)

Este aumento se explica por dos fuentes antrópicas de emisión, el consumo de energías fósiles (petróleo, gas, carbón) y los cambios de uso de la tierra o las transformaciones de los ecosistemas (Locatelli 2001). Cuando un bosque crece sustrae carbono de la atmósfera para realizar su proceso de fotosíntesis. Se estima que los bosques mundiales almacenan en la biomasa aérea el 80% del carbono de la biosfera y el 40% en la biomasa subterránea (aprox. 2200 Gt de carbono), dos veces más que la cantidad existente en la atmósfera (Cao y Woodward 1998).

Dado que los flujos entre vegetación, suelo y atmósfera son 10 veces más grandes que las emisiones provenientes de combustibles fósiles (Schimel et ál. 1995 en Cao y Woodward 1998), cambios en la vegetación y en la configuración de los suelos y sus tasas de intercambio pueden afectar significativamente el carbono atmosférico (Locatelli 2001, IPCC 2005, Chan 2006, Naidoo y Ricketts 2006).

El CO₂ presente en la atmósfera puede reducirse mediante dos procesos, a través de la reducción de emisiones antropogénicas y/o la creación y/o mejoramiento de los sumideros de carbono en la biosfera (Andrade e Ibrahim 2003). Diferentes usos de la tierra pueden proveer el SE de carbono almacenado, siendo los ecosistemas no alterados los más valorados a este respecto (MEA 2005, Naidoo et ál. 2008) aunque actividades productivas como sistemas silvopastoriles, pueden ser sumideros importantes (Andrade e Ibrahim 2003).

Los sistemas que almacenan carbono son valiosos económicamente en la medida en que estén expuestos a riesgos de cambio o conversión a otro uso del suelo, y en que se estén previniendo potenciales emisiones de CO₂ (Nasi et ál. 2002, Naidoo y Ricketts 2006). En cuanto a bosques, estos se valoran económicamente por las emisiones evitadas del carbono normalmente almacenado en la biomasa aérea (Naidoo y Ricketts 2006).

El servicio de almacenamiento de carbono, se define a través de la mitigación de las emisiones de carbono causados por la deforestación. Este SE no es reconocido por el marco de Kioto, pero actualmente se negocia en los mercados voluntarios de carbono. Para la evaluación de este SE es ideal poseer información acerca de la cantidad de carbono almacenado antes y después del cambio de uso de la tierra (Wüncher et ál. 2008).

En el caso particular de Centroamérica, se calcula que se podrían llegar a comercializar en el mercado internacional unos 250 millones de toneladas de carbono durante el período 2003-2012, según los resultados del estudio sobre el potencial de mitigación de la región

realizado por el Proyecto de Bosques y Cambio Climático en América Central (PBCC). Los países con mayor nivel de carbono neto final son en orden de importancia, Panamá, Honduras, Nicaragua, Guatemala, El Salvador, Costa Rica y Belice (FAO s.f.).

2.1.2 Agua potable

Dentro de los servicios críticos para el bienestar humano que proveen los ecosistemas, están los relacionados con el agua debido a la dependencia en aspectos como el consumo, la producción de energía, navegación, recreación, el papel ecológico, la producción, entre otras (Aylward 2005 en Locatelli y Vignola 2009).

El agua puede ser considerada como un servicio de aprovisionamiento, ya que los ecosistemas son la fuente del agua usada por la gente y un servicio de apoyo, por ser necesaria para la vida en la tierra (MEA 2005).

Los bosques y ecosistemas de montaña están asociados con las mayores cantidades de agua dulce 57% y 28% de la escorrentía total respectivamente, por lo cual proveen de agua a al menos dos tercios de la población mundial. Sistemas cultivados y urbanos generan sólo el 16% y el 0,2% de la escorrentía global respectivamente, pero por su proximidad a los asentamientos humanos sirven a entre 4.5-5 millones de personas aunque esta proximidad esté asociada generalmente con la baja calidad del agua (MEA 2005).

El agua potable se define como el agua que se destina al consumo humano y adecuado para todos los usos domésticos habituales, y que cumple con los requisitos físicos, químicos y biológicos de acuerdo con las normas nacionales establecidas por la autoridad reguladora (WHO 2006).

De acuerdo a la OMS y UNICEF (2004), El acceso al agua potable se mide por el porcentaje de la población que utiliza fuentes de suministro de agua potable mejoradas como lo son, conexión de los hogares, fuentes de agua pública, pozos, pozos excavados cubiertos, fuentes protegidas y recolección de agua de lluvia. En el 2002, el 83% de la población del mundo utilizó fuentes de suministro de agua potable mejoradas. Los niveles más bajos de cobertura de agua potable se registran en África subsahariana y en Oceanía, mientras que regiones como África septentrional, América Latina y el Caribe y Asia occidental, han logrado niveles de cobertura cercanos o por encima del 90%.

En cuanto a la distribución del recurso, el 92% de la población urbana y el 70% de la población rural de los países en desarrollo utilizan fuentes de suministro de agua mejoradas lo que significa que por cada persona que no dispone de agua potable mejorada en los centros urbanos, hay seis personas en la misma situación en las zonas rurales (OMS y UNICEF 2004).

Centroamérica tiene 120 cuencas principales de las cuales 18 son transfronterizas que abarcan una extensión estimada de 276.322 Km², lo que corresponde aproximadamente a un 50% del territorio regional y aproximadamente al 10.7% de todas las cuencas transfronterizas del mundo. Existe en la región una gran riqueza hídrica, pero con una escasa planificación y mal uso del recurso (CCAD 2008).

La disponibilidad anual de agua per cápita en Centroamérica excede los 3,000m³ pero solo el 42% de la población rural y el 87% de la urbana tienen acceso a agua potable. Dos tercios de la población vive en la vertiente del océano pacífico donde solo se dispone del 30% del agua. Esta distribución desigual constituye un factor de presión sobre los recursos hídricos de la región (Cuadro 1) (OMS y UNICEF 2004, PERFOR 2008).

La región centroamericana, fue caracterizada como zona amarilla por el estudio realizado por la Comisión Mundial de Agua (2000). Esta clasificación indica deficiencia hídrica que en el caso de Centroamérica está más relacionada con aspectos de desarrollo y planificación, que con el faltante físico del recurso. Los casos más críticos por las bajas condiciones de acceso a este recurso son Honduras y Nicaragua, Sin embargo, Guatemala es el país que necesita la mayor inversión en términos totales, 1.038 millones de dólares (6,3 % del PIB Guatemala) (Alianza por el agua (S.f.)).

Cuadro 1. Cobertura de agua potable en Centroamérica.

Países, zonas y territorios	Año	Población			Cobertura de suministro de agua potable mejorado					
		Total (miles)	% Urbana	% Rural	Total		Urbana		Rural	
					% Total	% Agua corriente en los hogares	% Total	% Agua corriente en los hogares	% Total	% Agua corriente en los hogares
Belice	1990	186	48	52	-	-	100	92	-	-
	2002	251	48	52	91	80	100	99	82	63
El Salvador	1990	5.110	49	51	67	45	88	74	47	16
	2002	6.415	59	41	82	60	91	78	68	34
Guatemala	1990	8.749	41	59	77	48	88	67	69	34
	2002	12.036	46	54	95	55	99	58	92	53
Honduras	1990	4.868	40	60	83	59	89	82	78	43
	2002	6.781	45	55	90	72	99	92	82	55
Costa Rica	1990	3.076	54	46	-	-	100	99	-	-
	2002	4.094	60	40	97	92	100	99	92	81
Nicaragua	1990	3.824	53	47	69	54	92	89	42	15
	2002	5.335	57	43	81	62	93	86	65	31

Fuente: OMS y UNICEF (2004)

2.1.3 Productos forestales (madera y leña)

La producción anual de madera en troza en el mundo se ha calculado en 1,52 billones de m³ (FAO 2001 en Nasi et ál. 2002) de los cuales alrededor de cuatro quintas partes provienen de los países desarrollados. A pesar del reconocimiento cada vez mayor de otros productos del bosque, la madera continúa siendo el producto económico comercial más importante de la mayoría de los bosques (Nasi et ál. 2002).

En relación a los países pobres, todos coinciden en que la leña es el recurso forestal de mayor importancia. Las tasas de extracción pueden ser o no ser sostenibles, dependiendo de los tipos de vegetación y la densidad de población. La mayor parte de la producción es para el consumo directo o a escala local (Nasi et ál. 2002).

Es muy frecuente que a escala local los productos no maderables sean los más importantes ya que aunque en pocos casos corresponden a la fuente de ingresos principal, si constituyen una “red de seguridad” que ayuda a la gente a sobrevivir en casos extremos. Los bosques ofrecen materiales para la construcción de bajo costo, ingresos, combustible, suplementos alimenticios y medicinas tradicionales.

Los pagos de SE a gran escala presentan las mayores posibilidades de generar fondos para preservar los bosques tropicales. No obstante, la madera y los productos forestales continúan siendo la principal fuente de ingresos procedentes de los bosques tropicales. El principal desafío en el futuro será agregar valor a los bosques para que la deforestación se convierta en una opción poco atractiva económicamente (FAO 2009).

Menos de la séptima parte de los bosques del mundo están catalogados como áreas protegidas por lo que la mayoría de los servicios ambientales forestales se proporcionan conjuntamente con la producción de madera y otros productos. A este respecto, la producción puede ser compatible con la prestación de SE, pero sólo hasta cierto grado, por lo que se ha prestado mucha atención a la creación de sistemas de producción maderera que minimicen los daños ambientales y favorezcan la prestación continuada de SE.

De esta manera, la aplicación de una ordenación forestal sostenible que tenga en cuenta las funciones económicas, sociales y ambientales de los bosques es importante para garantizar el equilibrio entre los objetivos de producción y conservación (FAO 2009).

En la mayoría de los países de Centroamérica (Figura 3) la pérdida neta de superficie forestal disminuyó entre 2000 y 2005 en comparación con la década anterior (Cuadro 2). En

2010 cerca de la mitad de la región de América Latina y el Caribe estaba cubierta por bosques. La disminución de la superficie forestal se ha debido principalmente a la conversión de tierras forestales a usos agrícolas y al surgimiento de fuentes alternativas de ingresos, así como el crecimiento de la urbanización, el cual causará el abandono progresivo de la agricultura, lo que en un futuro causará la disminución de la deforestación y permitirá que algunas de las áreas deforestadas se convertirán de nuevo en bosques (FAO 2009, FAO 2011).

Con respecto a la leña, el uso en los hogares está disminuyendo en regiones como América del sur por el incremento del uso de combustibles fósiles y biocombustibles, mientras se mantiene estable en el Caribe y ha aumentado en Centroamérica, representando más de la mitad de las extracciones (FAO 2009, FAO 2011). En Centroamérica se consumen alrededor de 39 millones de m³ de madera para leña y carbón, esto es 13 veces más que el volumen autorizado oficialmente para abastecer la industria forestal existente en la región (CCAD 2008).



Figura 3. Ecosistemas forestales en Centroamérica

Fuente: PERFOR (2008)

Cuadro 2. Variación de la superficie forestal en Centroamérica.

País/área	Superficie forestal, 2005			Tasa de variación anual			
	Superficie forestal	% de la superficie de tierra	Superficie por 1 000 habitantes	1990–2000		2000–2005	
	(1 000 ha)	(%)	(ha)	(1 000 ha)	(%)	(1 000 ha)	(%)
Belice	1 653	72,5	5 883	0	0,0	0	0,0
Costa Rica	2 391	46,8	544	-19	-0,8	3	0,1
El Salvador	298	14,4	44	-5	-1,5	-5	-1,7
Guatemala	3 938	36,3	302	-54	-1,2	-54	-1,3
Honduras	4 648	41,5	667	-196	-3,0	-156	-3,1
Nicaragua	5 189	42,7	938	-100	-1,6	-70	-1,3
Panamá	4 294	57,7	1 306	-7	-0,2	-3	-0,1
Total de América Central	22 411	43,9	557	-380	-1,47	-285	-1,23

Fuente: FAO (2009)

2.2 Biodiversidad y enfoques de conservación

La diversidad biológica definida como “*la variabilidad de organismos vivos de cualquier fuente incluidos, entre otras cosas, los ecosistemas terrestres y marinos y otros ecosistemas acuáticos y los complejos ecológicos de los que forman parte; comprende la diversidad dentro de cada especie, entre las especies y de los ecosistemas*” (CBD 1992).

Al considerar la relación entre biodiversidad, investigación, conservación y uso sostenible, se deben contemplar además de las limitantes en el conocimiento total de la diversidad, los componentes que la incluyen (genes, especies, poblaciones, comunidades, ecosistemas, y procesos ecológicos). La información existente sobre la biodiversidad y su distribución ha sido y sigue siendo una herramienta importante para la planificación del uso de la tierra, por lo cual se han definido procedimientos prácticos para priorizar áreas de las cuales se posea información que justifique su protección.

Desde los años 70’s, las organizaciones conservacionistas respaldadas por numerosos científicos han propuesto varias estrategias para garantizar la preservación de la biodiversidad. En un principio la mayoría de estas propuestas se basaron en la protección de especies particulares, dada la sobreexplotación a la que las mismas estaban siendo sometidas (Redford et ál. 2003), sin reconocer entre otros aspectos que por ejemplo áreas con alta diversidad vegetal pueden no ser muy diversas en cuanto a fauna (Kareiva y Marvier 2007).

Posteriormente estas propuestas se reorientaron hacia los ecosistemas. Algunos enfoques se centraron en resaltar la importancia de la conservación de las especies y los ecosistemas para el disfrute humano, pero a partir de los años 90's los enfoques han evolucionado hacia visiones de paisaje, reconociendo no solo los elementos naturales sino al hombre y sus actividades como parte del mismo (Redford et ál. 2003).

Redford et ál. (2003), analizaron 21 enfoques provenientes de trece organizaciones basados en dos preguntas importantes, dónde (doce enfoques) y cómo conservar (nueve enfoques). El "dónde" implica prioridades geográficas, mientras el "cómo" hace referencia al desarrollo e implementación de estrategias para conservar los objetivos de conservación definidos en los lugares establecidos.

Las escalas a las cuales se han definido los lugares a conservar varían desde países o continentes, hasta el mundo. A pesar de las diferencias dadas por la pregunta que responden y por la escala de definición, varios de los enfoques se traslapan espacialmente y en sus intereses.

En la actualidad, existen numerosos enfoques regionales y locales para la conservación de la biodiversidad, algunos concebidos como unidades para la gestión de los recursos naturales y otros definidos en base a protección de especies, ecosistemas y a nivel de paisaje.

En la región centroamericana existen varios de los enfoques de conservación global y regional, como las ecorregiones, hotspots de diversidad biológica, áreas para aves endémicas (EBAs), centros de diversidad vegetal, corredor biológico mesoamericano (CBM), sistemas nacionales de áreas protegidas, entre otros. Dados los intereses y objetivos de conservación y a la información disponible para la región, las estrategias de ecorregión, CBM y EBAs, se consideran ejercicios importantes de priorización en el área.

2.2.1 Ecorregión

Se define como "*un área grande de tierra o agua que contiene un ensamblaje geográficamente distintivo de comunidades naturales y que se diferencia por el clima, la geología subterránea, la fisiografía, la hidrología, los suelos, y la vegetación*" (TNC 2006). A través de este enfoque se busca trabajar con aliados institucionales para conservar los sistemas ecológicos y mantener la viabilidad y persistencia de las especies nativas. Las ecorregiones varían en tamaño desde pocos kilómetros como los páramos de Costa Rica, hasta millones de kilómetros como el Cerrado de Brasil (Dinerstein et ál. 1995).

Los variados hábitats que conforman las ecorregiones se encuentran en diferentes grados de degradación, unos están totalmente transformados mientras otros conservan aún sus propiedades. El grado de protección varía desde casi completo hasta nulo.

La evaluación del estado de conservación de las ecorregiones terrestres de América Latina y el Caribe, utiliza elementos de la biología de la conservación y de la ecología del paisaje para determinar el estado de las ecorregiones y así definir metas y prioridades de conservación (Dinerstein et ál. 1995). Considerando los elementos mencionados, las prioridades de conservación definidas por esta metodología se basan en:

- Estado de conservación instantáneo
 - Pérdida de hábitat original
 - Número de grandes áreas de hábitat original
 - Grado de fragmentación y degradación
 - Tasa de conversión del hábitat remanente
 - Grado de protección
- Estado de conservación final :
 - Estado de conservación instantáneo
 - Evaluación de amenazas
- Distintividad biológica:
 - Riqueza de especies: plantas, mamíferos, aves reptiles, anfibios y mariposas
 - Endemismo
 - Complejidad de la distribución de especies en la región
 - Peculiaridad y rareza de fenómenos ecológicos en términos de estructura o propiedades dinámicas

Derivado de este análisis, de las 15 ecorregiones presentes en el área de estudio, 5 se encuentran en categoría crítica de amenaza (Dinerstein et ál. 1995, WWF s.f) (Cuadro 3).

Cuadro 3. Ecorregiones presentes en el área de estudio, distribución y nivel de amenaza

ECORREGIÓN	DISTRIBUCIÓN	GRADO DE AMENAZA REGIONAL
Central American montane forests	Sur de México, Guatemala, El Salvador, Honduras, norte de Nicaragua	Prioridad alta
Central American pine-oak forests	Sur de México, sur de Guatemala, Honduras, El Salvador, Nicaragua.	Prioridad moderada
Yucatán moist forests	Península de Yucatán, norte de Guatemala, norte de Belice	Prioridad moderada
Southern Mesoamerican Pacific mangroves	México, Guatemala, El Salvador, Nicaragua, Costa Rica, Panamá	Crítico
Petén-Veracruz moist forests	México, Guatemala	Crítico
Mesoamerican Gulf-Caribbean mangroves	México, Guatemala, Honduras, Nicaragua, Costa Rica	Vulnerable
Chiapas Depression dry forests	México, Guatemala	Crítico
Chiapas montane forests	México, Guatemala	Crítico
Sierra Madre de Chiapas moist forests	México, Guatemala, El Salvador	Prioridad alta
Central American Atlantic moist forests	Panamá, Costa Rica, sur de Nicaragua	Prioridad moderada
Central American dry forests	México, Guatemala, Honduras, El Salvador, Nicaragua, Costa Rica	Crítico
Motagua Valley thornscrub	Guatemala	Prioridad alta
Miskito pine forests	costa Caribe de Honduras y Nicaragua	Prioridad alta
Costa Rican seasonal moist forests	Costa Rica	Prioridad moderada
Isthmian-Atlantic moist forests	sur de Nicaragua, Costa Rica, Panamá	Vulnerable

2.2.2 Áreas de aves endémicas (EBAs)

Son áreas definidas usando como elemento principal las aves de distribución restringida o aves endémicas (rangos de distribución geográfica de menos de 50.000 km²). Este enfoque se basa en las aves por el gran conocimiento que sobre este grupo se tiene, por su papel como indicadores de áreas de alto endemismo y por su papel en la provisión de SE como control de plagas, polinización, dispersión de semillas, entre otros (Wenny 2011).

Aproximadamente el 25% de las especies de aves conocidas (2500 especies) tienen pequeños rangos de distribución geográfica donde las distribuciones de dos o más de estas

especies de rango restringido se superponen conformando las áreas de aves endémicas (EBAs).

La mayoría de zonas de aves endémicas son también importantes para la conservación de otras especies animales y vegetales de distribución geográfica restringida. Por ejemplo, hay una superposición de 70% entre la ubicación de zonas de aves endémicas y las zonas de plantas endémicas (Birdlife Int. s.f.).

El hábitat natural en la mayoría de las EBAs es el bosque (83%) especialmente los bosques tropicales de tierras bajas y bosques montanos húmedos. Las EBAs varían considerablemente en tamaño, desde unos pocos kilómetros cuadrados (en el caso de las islas oceánicas) a más de 100.000 km² y en el número de especies de rango restringido (de dos a 80). Las EBAs se encuentran en todo el mundo, pero la mayoría (77%) se encuentran en los trópicos y subtropicos, siendo Indonesia, México, Brasil, Perú, Colombia, Papúa Nueva Guinea y China, donde se concentra el mayor número con más de 10 zonas declaradas en cada uno.

El International council for bird preservation (ICBP) además de considerar los rangos de distribución de las aves, utiliza elementos que permiten categorizar las áreas en críticas, urgentes y altas. Los elementos de decisión se basan en:

- Categorías de amenaza de acuerdo a importancia biológica
 - Riqueza y área de aves de rango restringido
 - Unicidad taxonómica
 - Plantas y otros animales
- Grado de amenaza
 - Amenaza a las aves
 - Áreas protegidas

El Cuadro 4, muestra los EBAs existentes en la zona de estudio, y la categoría a la cual pertenecen.

Cuadro 4. EBAs presentes en el área de estudio, distribución y nivel de amenaza.

CÓDIGO DEL ÁREA	NOMBRE	PAÍS	CATEGORÍA
A09	Yucatán península	Belice, Guatemala, Honduras y México	Alta
A14	Northern central american highlands	México, Guatemala, El Salvador, Nicaragua y Honduras	Urge
A15	Northern central american pacific slope	México, Guatemala, El Salvador, Nicaragua y Honduras	Alta
A16	Southern central american caribbean slope	Costa rica, Guatemala, Nicaragua y Panamá	Alta

De acuerdo con Birdlife Int. (s.f.), Las EBAs del mundo están definidas como prioridades de acción de conservación. En el plano nacional, la información sobre la EBAs puede ser utilizado en la aplicación de los acuerdos de conservación como el CDB que, entre otras cosas, exige a los estados miembros identificar y reconocer oficialmente las zonas y ecosistemas importantes. A nivel local la acción puede estar dirigida a grupos enteros de especies y los ecosistemas de los que dependen, más que a una sola especie.

2.2.3 Corredor Biológico Mesoamericano

Es una iniciativa regional para la conservación de la diversidad biológica y de los ecosistemas de tal forma que se fomente un desarrollo económico y social sostenible (Miller et ál. 2001). El CBM según la declaración de la XIX cumbre de presidentes centroamericanos realizada en Panamá en 1997 se define como “ *Un sistema de ordenamiento territorial compuesto por la interconexión del sistema centroamericano de áreas protegidas (SICAP), con zonas aledañas de amortiguamiento y uso múltiple, que brinda un conjunto de bienes y servicios ambientales a la sociedad centroamericana y mundial, y promueve la inversión en la conservación y el uso sostenible de los recursos naturales; todo a través de una amplia concertación social, a fin de contribuir a mejorar la calidad de vida de los habitantes de la región*” (CCAD 2002).

Los objetivos específicos del CBM son (Miller et ál. 2001):

- Proteger sitios claves de biodiversidad
- Conectar estos sitios mediante corredores manejados de tal manera que se permita el movimiento y dispersión de plantas y animales
- Promover formas de desarrollo económico y social dentro y alrededor de estas áreas, que conserven la biodiversidad y a la vez sean socialmente equitativas y culturalmente sensibles

El CBM se basa en las relaciones de cooperación entre los gobiernos y las sociedades de los países centroamericanos, para establecer un sistema definido con el objetivo de restablecer la conectividad biológica entre las áreas protegidas desde México (cinco estados del sur) hasta Panamá (Figura 4).



Figura 4. Áreas protegidas y corredores biológicos del corredor biológico Mesoamericano.

Fuente: CCAD (2002)

2.3 Amenazas para la producción y provisión de SE y para la protección de la biodiversidad

En los últimos dos siglos el impacto de las actividades humanas en la tierra ha crecido enormemente y particularmente en los últimos 50 años, cuando más del 60% de los

ecosistemas que generan numerosos SE han sido degradados (MEA 2005), originando cambios graduales y situaciones como la desertificación, la pérdida de biodiversidad, desbalance en los ciclos de nutrientes y en los ciclos hídricos, entre otros (Sherbinin 2002).

La conversión de tierras de complejos sistemas naturales a sistemas agrícolas simplificados, es una de las causas más importante de las actuales tasas sin precedentes de pérdida de biodiversidad mundial (Matson et ál. 1997; Tscharrntke et ál. 2005 en Flynn et ál. 2009), varios estudios han encontrado que la disminución en la riqueza de especies afecta los procesos de los ecosistemas, por lo que los cambios de uso de la tierra están poniendo en peligro la provisión de SE (Quétier et ál. 2008, Flynn et ál. 2009).

Es difícil evaluar las consecuencias de los cambios de los ecosistemas y gestionarlos eficazmente, ya que muchas de las repercusiones tardan manifestarse debido a que pueden pasar largos periodos de tiempo antes que se hagan visibles, se pueden presentar a cierta distancia del lugar en el que el ecosistema fue modificado, y porque los costos y beneficios de los cambios suelen afectar a diferentes conjuntos de interesados (MEA 2005).

La MEA (2005) afirma que dada la velocidad y la intensidad de alteraciones como el cambio de uso del suelo se pueden presentar cambios no lineales (no graduales) que signifiquen impactos importantes sobre el bienestar humano. La creciente probabilidad del aumento de estos cambios proviene en gran medida de la pérdida de biodiversidad, ya que la pérdida de especies y de diversidad genética, disminuye la capacidad de resiliencia de los ecosistemas forzándolos a adoptar estructuras y/o funcionamientos diferentes.

Los efectos combinados del cambio de cobertura del suelo asociada a degradación, con otros generadores de cambio como el cambio climático, el aumento de la población y los niveles de pobreza, están originando modificaciones sustanciales en la distribución y funcionamiento de los ecosistemas (MEA 2005, González et ál. 2007, Locatelli y Vignola 2009). Es el caso de los bosques naturales tropicales, los cuales son de gran importancia para preservar la biodiversidad, el almacenamiento de carbono, entre otros SE, están desapareciendo aceleradamente debido a que no “producen” beneficios económicos a corto plazo, para las comunidades locales, por lo que usos alternativos del bosque (generalmente asociados con cambio de uso), se presentan como mejores opciones para satisfacer las necesidades locales (Pedroni et ál. 2008).

En Centroamérica, entre 1990 y 1995 se perdieron más de dos millones de hectáreas de bosque. Entre el 2000 y el 2005 la tasa de deforestación fue de 1.13 ha/año (Figura 5). La deforestación está relacionada con el desmonte para actividades agropecuarias, la extracción de madera, el uso de la leña para cocinar y la urbanización, entre otras (CCAD 2008).

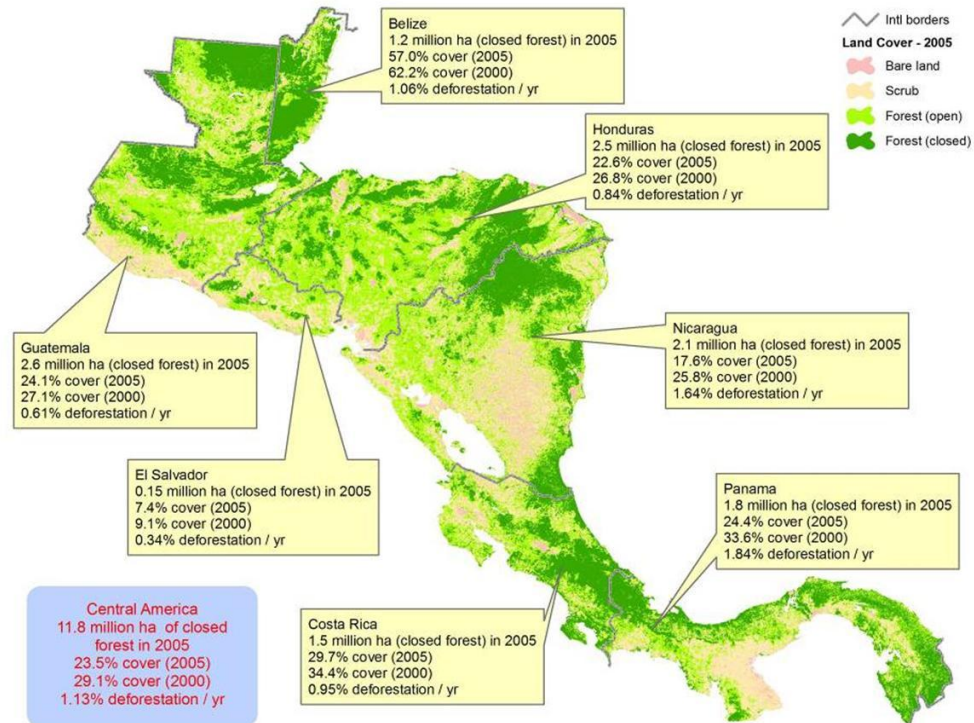


Figura 5. Distribución de la deforestación en Centroamérica desde el año 2000

Fuente: NASA, MOD44 product, De Clerck (Com. Pers. 2009)

2.4 Articulación entre biodiversidad y SE

La priorización de áreas importantes para la conservación de la biodiversidad, entre las que se encuentran las áreas protegidas, históricamente han contemplado factores relacionados exclusivamente con la diversidad biológica y/o con la fragilidad del hábitat (Chan et ál. 2006, Naidoo et ál. 2008, Egoh et ál. 2009, Wendland et ál. 2010).

El reconocimiento de los SE y la biodiversidad como un sistema interrelacionado es apenas reciente, y depende en gran medida de la identificación y concordancia espacial entre las zonas priorizadas por provisión de servicios de aprovisionamiento, apoyo, regulación y/o culturales y los que propenden por la conservación de la diversidad biológica (Naidoo et ál. 2008).

Una de las principales debilidades de esta reciente articulación, es la disponibilidad y características de la información en relación a biodiversidad y SE. En relación a la biodiversidad, en los últimos 20 años se ha avanzado en bases de datos globales de amplia resolución sobre los rangos de las especies de numerosos grupos taxonómicos, para complementar estos datos, se han desarrollado sofisticados métodos de priorización de esfuerzos de conservación (Naidoo et ál. 2008). En contraste, la estimación espacial de valores de SE apenas se encuentra en la fase inicial algunos estudios han utilizado los recientes avances tecnológicos en la selección de áreas prioritarias para biodiversidad y las han adaptado para SE (Naidoo et ál. 2008).

A pesar de las limitaciones existentes se han realizado avances en pro de la articulación y de la consolidación de una visión holística de la conservación, un ejemplo de estos avances es la nueva definición de área protegida presentada por la UICN (2008), “*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*”, en donde además se da lugar al reconocimiento del conjunto de SE de aprovisionamiento como alimentos, fibras, maderas y productos farmacéuticos; paisajes naturales de gran atractivo, que reportan millonarios ingresos a los países, servicios de apoyo relacionados con la regulación de los gases de la atmósfera, del clima, de los ciclos hidrológicos y de los mecanismos y procesos que determinan la productividad y estabilidad de los suelos, de los bosques, de los humedales, etc., resaltando el papel de las áreas protegidas en conjunto con otras áreas naturales, en el bienestar humano (MEA 2005, UICN 2008, FAO 2009).

El avance en la evaluación de SE globales debe generar mejores mapas de la ubicación de los sitios donde los SE son producidos, cuantificar la probabilidad de cambio de uso y su posible impacto sobre la provisión del servicio y entender el valor y los beneficios para poblaciones humanas vecinas y lejanas. Chan et ál. (2006), proponen algunos puntos importantes a tener en cuenta en el análisis de SE:

- Conveniencia y demanda: determinan la eficiencia de la priorización ya que sitios con altos valores en la producción no son seleccionados por baja conveniencia para conservación o por baja demanda.
- Escala espacial: los beneficios varían en la escala de la operación y dependencia de hábitat y esto puede afectar simultáneamente el manejo de múltiples servicios. Escalas

independientes de provisión y demanda pueden afectar la relación entre metas logradas y el tamaño total del beneficio demandado y su provisión. Las metas se ubican más fácilmente si la demanda ocurre a mayor escala y su provisión varía entre la escala local y regional, p. ej.: la demanda de carbono almacenado es global pero la provisión varía de acuerdo a la cobertura de vegetación y a las condiciones climáticas a nivel local y regional.

- Tensiones producidas por centros de población: para algunos SE la escala de la demanda está relacionada positivamente con el número y la distribución de personas cercanas los cuales pueden o no ser los beneficiarios directos del SE, mientras que otros son afectados negativamente o menos convenientes para el manejo entre más cerca se encuentren de las poblaciones humanas. De igual forma, el mismo SE puede representar valores diferentes para diferentes grupos de personas, estos valores pueden variar de acuerdo a la cercanía espacial, al estatus socioeconómico o a factores culturales (Naidoo y Ricketts 2006).

3 REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Alianza por el agua. s.f. Centroamérica agua y saneamiento, análisis situacional y retos. Consultado el 9 de febrero de 2010. Disponible en http://www.alianzaporelagua.org/index.php?option=com_content&task=view&id=52
- Andrade, H e Ibrahim, M. 2003. ¿Cómo monitorear el secuestro de carbono en los sistemas silvopastoriles?. *Agroforestería en las Américas*, 10 (39).
- Birdlife International. s.f. Endemic bird areas consultado el 21 de enero de 2010. Disponible En http://www.birdlife.org/action/science/endemic_bird_areas/index.html
- Cao, M y Woodward, I. 1998. Net primary and ecosystem production and carbon stocks of terrestrial ecosystems and their responses to climate change. *Global Change Biology* 4:185–198.
- CBD (Convenio sobre la diversidad biológica). 1992. Consultado el 6 de enero de 2010. Disponible <http://www.cbd.int/doc/legal/cbd-es.pdf>.
- CCAD (Comisión centroamericana de medio ambiente y desarrollo). 2002. El Corredor Biológico Mesoamericano: caracterización de corredores locales de desarrollo sostenible en el área prioritaria de la Región occidental de Panamá. Proyecto para la consolidación del corredor biológico centroamericano. Autoridad Nacional del Ambiente, Ed. Managua. 117 p.
- CCAD (Comisión centroamericana de medio ambiente y desarrollo). 2008. Programa Estratégico Regional para el Manejo de los Ecosistemas Forestales (PERFOR).
- Chan, K; Shaw, R; Cameron, D; Underwood, E y Daily, G. 2006. Conservation planning for ecosystem services. *PLoS Biology*. 4 (11e379): 2138-2152.
- Costanza, R., d'Arge, R., de Groot, R., Farber, S., Grasso, M., Hannon, B., Naeem, S., Limburg, K., Paruelo, J., O'Neill, R.V., Raskin, R., Sutton, P., van den Belt, V., 1997. The value of the world's ecosystem services and natural capital. *Nature* 387: 253–260.
- Dinerstein, E; Olson, D; Graham, D; Webster, A; Primm, S; Bookbinder, M y Ledec, G. 1995. Una evaluación del estado de conservación de las ecorregiones terrestres de América latina y el Caribe. Fondo Mundial para la naturaleza, Banco Mundial. Washington
- Egoh, B; Reyers, B; Rouget, M; Bode, M y Richardson, D. 2009. Spatial congruence between biodiversity and ecosystem services in South Africa. *Biological Conservation* 142: 553-562.
- Egoh, B; Reyers, B; Rouget, M y Richardson, D. 2011. Identifying priority areas for ecosystem service management in South African grasslands. *Journal of Environmental Management* 92: 1642-1650.
- FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación). S.f. El potencial de mitigación de Centroamérica. Consultado el 10 de febrero de 2010. Disponible en <ftp://ftp.fao.org/docrep/FAO/006/AD444S/AD444s04.pdf>.
- FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación). 2009. Situación de los bosques del mundo. Roma. 176 p.

- FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación). 2011. Situación de los bosques del mundo. Roma. 193 p.
- Flynn, D; Gogol-Prokurat, M; Nogeire, T; Molinari, N; Trautman, B; Lin, B; Simpson, N; Mayfield, M; y DeClerck, F. 2009. Loss of functional diversity under land use intensification across multiple taxa. *Ecology Letters* No. 12: 22–33.
- González, C; Locatelli, B; Imbach, P; Vignola, R; Pérez, C y Vaast, P. 2007. Identificación de bosques y sistemas agroforestales proveedores de servicios ecosistémicos para el sector agua potable en Nicaragua. *Recursos naturales y ambiente, comunicación técnica* 51-52.
- InBio (Instituto Nacional para la Biodiversidad). 2007. Centroamérica: Biodiversidad para el desarrollo. Consultado el 20 de enero de 2010. Disponible en <http://www.inbio.ac.cr/web-ca/index.htm>
- IPCC (Intergovernmental panel on Climate Change). 2005. IPCC Special Report on Carbon Dioxide Capture and Storage. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA, 442 p.
- Kareiva, p y Marvier, M. 2007. Conservation for the people. *Scientific American*. Octubre: 50-57
- Locatelli, B y Leonard, S. 2001. Un método para medir el carbono almacenado en los bosques de malleco (Chile). *Bois et forêts des tropiques*, 267 (1): 69-81
- Locatelli, B; y Vignola, R. 2009. Managing watershed services of tropical forests and plantations: Can meta-analyses help?. *Forest Ecology and Management*, 258: 1864–1870.
- MEA (Millennium Ecosystem Assessment). 2005. Ecosystems and human well-being: Biodiversity synthesis. Island Press Washington, D.C.
- Miller, K; Chang, E y Johnson, N. 2001. En busca de un enfoque común para el Corredor Biológico Centroamericano. World Resources Institute, USA. 49 p.
- Naidoo, R y Ricketts, T. 2006. Mapping the Economic Costs and Benefits of Conservation. *PLoS Biology* 4(11): e360. DOI: 10.1371/journal.pbio.0040360.
- Naidoo, R; Balmford, A; Constanza, R; Fisher, B; Green, R; Lehner, B; Malcolm, T y Ricketts, T. 2008. Global mapping of ecosystem services and conservation priorities. *PNAS*, 105(28): 9495-9500.
- Nasi, R; Wunder, S y Campos, J. 2002. Servicios de los ecosistemas forestales: ¿Podrían ellos pagar para detener la deforestación?. Colección Manejo Diversificado de Bosques Naturales, No. 28. CATIE, Costa Rica.
- OMS (Organización Mundial de la Salud) y UNICEF (Fondo de las Naciones Unidas para la Infancia). 2004. Programa conjunto de vigilancia del abastecimiento de agua y el saneamiento - Alcanzar los ODM en materia de agua potable y saneamiento: evaluación a mitad de periodo de los progresos realizados. New York.
- Pedroni, L; Imbach, P y Rodríguez, J. 2008. Finding threatened forest areas in the central volcanic mountain range conservation area in Costa Rica. *Environmental Monitoring Assess* 141:245–255. DOI 10.1007/s10661-007-9892-y.

- Quétier, F; Díaz, S y DiverSus Collaborative Research Network. 2008. The effects of functional biodiversity on ecosystem processes, ecosystem services and sustainability: An interdisciplinary approach. Global Land Project (GLP NEWS) No. 3.
- Ranganathan, J; Raudsepp –Hearne, C; Lucas, N; Irwin, F; Zurek, M; Bennett, H; Ash, N y West, P. 2008. Ecosystem Services: A Guide for Decision Makers. World Resources Institute.
- Redford, K; Coppolillo, P; Sanderson, E; Da Fonseca, G; Dinerstein, E; Groves, C; Mace, G; Maginnis, S; Mittermeier, R; Noss, R; Olson, D; Robinson, J; Vedder, A; y Wright, M. 2003. Mapping the conservation landscape. *Conservation biology*, 17(1): 116–131
- Sherbinin, A. 2002. A CIESIN Thematic Guide to Land-Use and Land-Cover Change (LUCC). Center for International Earth Science Information Network (CIESIN) Columbia University Palisades, NY, USA.
- TNC (The Nature conservancy). 2006. Conservation by design: A strategic framework for Mission success. Consultado el 25 de enero de 2010. Disponible http://www.nature.org/aboutus/howwework/cbd/files/cbd_brochure_en.pdf
- TNC (The Nature conservancy). s.f. Ciencia para la conservación en Mesoamérica y el Caribe, panorama del programa de ciencias. Consultado el 25 de enero de 2010. Disponible en http://www.nature.org/initiatives/protectedareas/files/conservation_science_in_mesoamerica_and_the_caribbean_overview_of_the_science_program_spanish.pdf
- Vreugdenhil, D; Meerman, J; Meyrat, A; Gomez, L y Graham, D. 2002. Map of ecosystem of central America: final report. World Bank, Washington D.C.
- Wendland, K; Honzák, M; Portela, R; Vitale, B; Rubinoff, S; Randrianarisoa, J. 2010. Targeting and implementing payment for ecosystem services: Opportunities for bundling biodiversity conservation with carbon and water services in Madagascar. *Ecological economics* 69: 2093–2107. doi:10.1016/j.ecolecon.2009.01.002.
- Wenny, D; Devault, T; Johnson, M; Kelly, D; Sekercioglu, C; Tomback, D y Whelan, C. 2011. The Need to Quantify Ecosystem Services Provided By Birds. *The Auk*, 128(1):1-14. Consultado el 15 de mayo de 2011. Disponible en <http://www.bioone.org/doi/full/10.1525/auk.2011.10248>.
- WHO (World Health Organization). 2006. The health and environmental lexicon: Multilanguage glossary of health and environment terminology.
- World wildlife foundation (WWF). S.f. Profiles terrestrial ecorregións. Consultado el 20 de Junio de 2011. Disponible en http://www.worldwildlife.org/wildworld/profiles/terrestrial/nt/nt0112_full.html

4 ARTÍCULO 1. ÁREAS PRIORITARIAS PARA PROVISIÓN DE SERVICIOS ECOSISTEMICOS EN CENTROAMERICA

4.1 Resumen

Mediante la aplicación de la metodología de análisis multicriterio (MCDA) combinada con herramientas de SIG, se construyeron modelos de priorización basados en criterios biofísicos de oferta, demanda y amenaza, que permitieron identificar áreas prioritarias para la provisión de servicios ecosistémicos (SE) en Guatemala, Honduras y Nicaragua (calidad de agua potable, stock de carbono y provisión de madera). Con el fin de evaluar el efecto de la escala en la definición de estas áreas se hizo el mismo ejercicio en los Municipios de Waslala y el Cuá en Nicaragua, en donde se identificaron las áreas prioritarias para provisión de calidad de agua potable, stock de carbono y provisión de leña.

Se elaboraron mapas que muestran la distribución de las áreas de prioridad en base a una escala de 1 a 100 siendo 100 alta prioridad, adicionalmente se definió 85 como valor de corte dentro de la escala de prioridad, lo cual permitió calcular el porcentaje del área de cada zona de estudio correspondiente a alta prioridad para la provisión de los SE evaluados, la distribución de estas áreas se relacionó con las condiciones biofísicas de las zonas. En cuanto al efecto de la escala en la identificación de áreas prioritarias para SE, no existe suficiente evidencia para atribuir las diferencias encontradas solo al efecto de la misma.

Palabras clave: servicios ecosistémicos, análisis multicriterio, áreas prioritarias, escala.

4.2 Introducción

Los servicios ecosistémicos (SE), son los beneficios que las personas obtienen de los ecosistemas y de los cuales dependen para su sobrevivencia (MEA 2005). Estos beneficios pueden ser directos en el caso de los que son consumidos directamente (p.ej. agua, madera, fibras, alimentos, entre otros) o indirectos a través del sustento de otros procesos de los ecosistemas que son esenciales para la vida (p.ej. regulación hídrica, ciclaje de nutrientes, ciclos biogeoquímicos, entre otros) (Díaz y Duffy 2006).

A pesar de la importancia de estos SE para el bienestar humano, la provisión de los mismos está amenazada por las actividades antrópicas (p.ej. cambio de uso de suelo, contaminación de fuentes hídricas), cuyos efectos en los últimos 50 años han avanzado con mayor rapidez que en cualquier otro periodo de la historia humana, ocasionando que más del 60% de los SE estén degradados (MEA 2005, Naidoo et ál. 2008).

Dado el riesgo de perder el suministro y/o el acceso a los diferentes SE, es necesario tomar decisiones informadas que aporten al mantenimiento y/o recuperación de los mismos, mediante la implementación de diferentes estrategias a través del paisaje (Hasslett 2010). Para lo anterior, la identificación de sitios en los cuales se genera el SE o donde existe el riesgo de perder su provisión (p.ej. debido al cambio de uso de suelo), así como el valor, flujo y beneficiarios a través del paisaje a diferentes escalas, son criterios importantes para mantener los ecosistemas, sus funciones, y la provisión de los SE en el presente y en el futuro (van Jaarsveld et ál. 2005; Chan et ál. 2006, Naidoo et ál. 2008).

La región Centroamericana y sus 40 millones de habitantes, dependen en gran medida del uso directo o indirecto de los SE que proveen los diferentes ecosistemas y especies determinados por las condiciones biofísicas y geográficas de la región (CCAD 2008).

Las bajas tasas de acceso a agua potable, la demanda de leña y carbón, las altas tasas de deforestación en América latina y el Caribe (-1.19% anual) (FAO 2011), la disponibilidad y la distribución desigual de los recursos, así como la escasa planificación (CCAD 2008) permiten afirmar que la provisión de los SE se encuentra amenazada.

Por lo anterior, la definición de áreas estratégicas para la provisión de SE, bajo criterios de oferta, demanda (Locatelli et ál. 2010) y amenaza (Egoh et ál. 2009, Wendland et ál. 2010), será un insumo importante para maximizar la eficiencia de acciones que contribuyan a garantizar la conservación de estas áreas estratégicas y al mejoramiento de la calidad de vida de los beneficiarios de los SE.

La metodología empleada en esta investigación, combina información biofísica de oferta, demanda y amenaza, que permitirá identificar áreas importantes para SE de aprovisionamiento (madera y leña) y SE de regulación (calidad de agua potable y stock de carbono -regulación climática-), así como determinar la relevancia de los usos de suelo y el efecto de la escala de evaluación, en la identificación de las áreas prioritarias para SE. Los resultados obtenidos serán comparados con estrategias regionales de conservación de

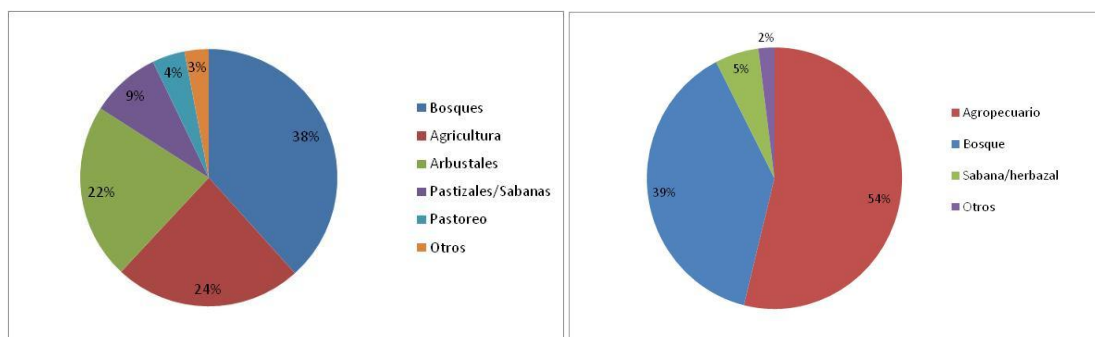
biodiversidad (Artículo 2), con el fin de evaluar la congruencia espacial entre estas dos metodologías de priorización.

4.3 Metodología

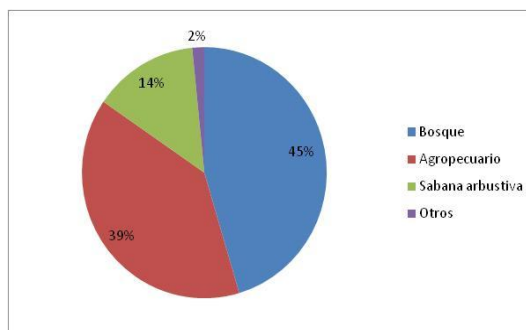
4.3.1 Área de estudio

La identificación de áreas importantes para la provisión de SE, se realizó a escala de país en Guatemala, Honduras y Nicaragua y a escala local para los Municipios de Waslala y el Cuá en Nicaragua (Figuras 1 a 3).

A escala de país y sin incluir los cuerpos de agua, Guatemala tiene una extensión de 107.109.31 km², el uso de suelo mejor representado es el bosque, seguido por agricultura y arbustales (Figura 1 a, Anexo 1). Honduras por su parte, tiene una extensión de 111.061.6 km² donde el uso principal es el agropecuario seguido por los bosques (siempreverdes, deciduos y semideciduos) (Figura 1b, Anexo 1) y Nicaragua tiene una extensión de 118.091.1 km², en donde los usos más representativos son el bosques (latifoliado, coníferas y mixto) seguido por el uso agropecuario (Figura 1c, Anexo 1).



a. b.



c.

Figura 1. Distribución porcentual de los usos de suelo en los tres países evaluados a. Guatemala b. Honduras c. Nicaragua

En cuanto a la escala local, el área de interés (Municipios de Waslala y el Cuá) tiene una extensión de 2.831.331km² que corresponde al 2.4 % del área terrestre de Nicaragua, los usos de suelo predominantes en la zona son los bosques seguidos por las pasturas con cobertura arbórea (CATIE 2010) (Figura 2 y 3).

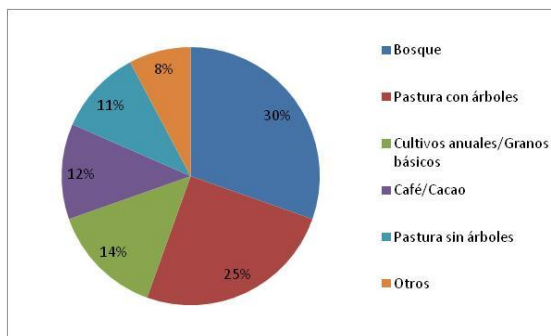


Figura 2. Distribución porcentual de los usos de suelo en la zona de interés

Waslala, está en la Región Autónoma del Atlántico Norte de Nicaragua. El punto más alto está localizado en el cerro de Zinica a 1247 m. El Municipio tiene una superficie de 1,329 Km² y una población de 43,676 habitantes, los usos de la tierra predominantes son las pasturas (35%), cultivos anuales entre el 17-20%, bosque (11%), cultivos perennes (5%), con predominio de cacao (3%) y café cultivado bajo sombra (2%) (CATIE 2010) (Figura 3).

El Cuá se ubica en el centro sur del Departamento de Jinotega, con alturas entre 350 y 1750 m. El municipio tiene una superficie de 770 Km² y población de 43,305 habitantes. Las actividades agropecuarias que sobresalen son las pasturas (34%), cultivos perennes (16%) con predominio de café cultivado bajo sombra de árboles y de musáceas, cultivos anuales (12-16%) y bosques (10%), el resto del área es ocupada por tacotales, arbustos y otros tipos de uso (CATIE 2010) (Figura 3).

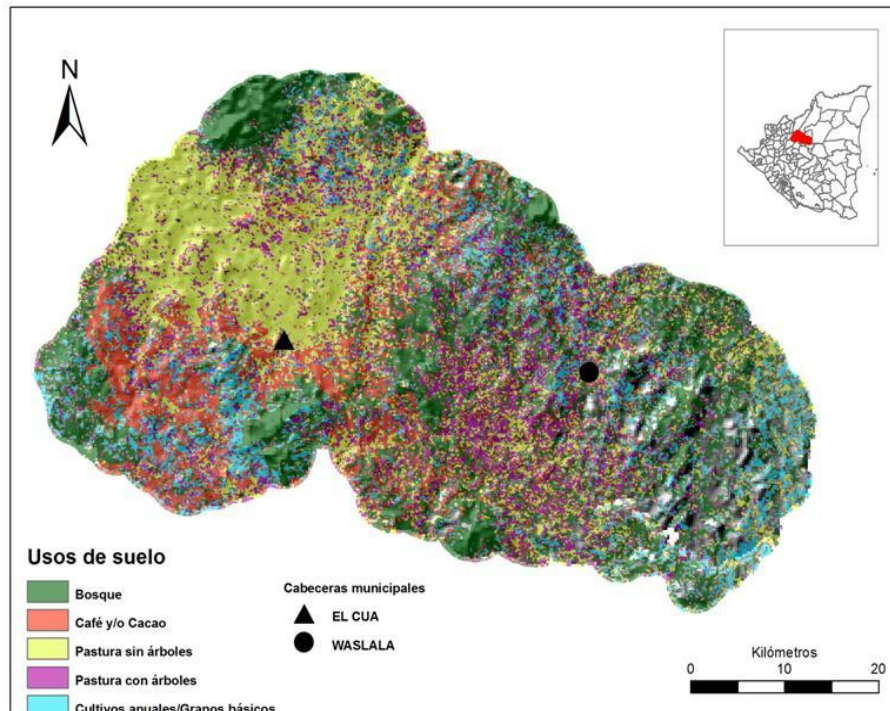


Figura 3. Ubicación área de estudio local en Nicaragua

4.3.2 Datos

La identificación de áreas prioritarias a escala nacional y local se enfocó en calidad de agua potable y stock de carbono. Adicionalmente, a escala nacional se evaluó provisión de madera y a escala local producción de leña. Para lo anterior, se emplearon técnicas de Análisis multicriterio (MCDA, por sus siglas en inglés) combinadas con herramientas de sistemas de información geográfica (SIG). Los criterios definidos para la priorización fueron la oferta, la demanda y la amenaza para los cuales se establecieron indicadores que permitieron construir modelos espaciales, para la priorización de áreas de acuerdo a cada SE evaluado.

Los criterios se definieron de acuerdo a la necesidad de identificar las zonas donde las condiciones biofísicas proveen un flujo de SE (oferta según el tipo de ecosistema), el número y tipos de beneficiarios del SE (demanda) y riesgo de pérdida del SE por cambio de uso de la tierra (amenaza) para lograr una aproximación a las áreas prioritarias para provisión de SE (Chan 2006, Wünsher 2008, Naidoo et ál. 2008).

El supuesto es que las áreas prioritarias son aquellas donde el servicio ofrecido por los ecosistemas es aprovechado por los usuarios y en donde estos ecosistemas (y por lo tanto los servicios que proveen), tienen riesgo de perderse principalmente por cambio de uso del suelo. Las áreas donde el servicio se produce pero no es consumido, así como aquellas en que es

consumido pero la provisión no tiene riesgo de perderse aparecen como áreas de baja prioridad.

Por lo anterior, las áreas con valores de alta prioridad provienen de la combinación de valores altos en todos los criterios evaluados, en el caso de áreas de prioridad media o baja, por lo menos uno de los criterios evaluados tuvo un valor bajo.

4.3.3 Procedimientos

Cada uno de los tres criterios (oferta, demanda y amenaza) fue caracterizado mediante indicadores que permitieran evaluar su estado, los indicadores se definieron de acuerdo a la disponibilidad de información (Anexo 1), cada indicador tiene estados que son los posibles valores o condiciones que puede tener el indicador.

Todos los estados de los indicadores fueron valorados mediante revisión de literatura con excepción de los del indicador uso del suelo, del criterio oferta a escala local, para los SE de calidad de agua y provisión de leña, los cuales fueron valorados mediante consulta a expertos a través de la aplicación de una entrevista semi estructurada realizada a actores estratégicos de las 31 comunidades evaluadas dentro del área de estudio local (45 entrevistas para agua potable y 50 para leña) (Anexo 2).

Posterior a la definición de indicadores asociados a cada criterio se procedió a construir modelos que permitieran la priorización de las áreas, debido a la falta de evidencia que justificara la asignación diferenciada de pesos entre los indicadores de cada criterio y entre los criterios, a todos, se les asignó el mismo valor dentro de los modelos (Figura 4).

La única excepción fue para el indicador tipo de usuarios, del criterio demanda del SE calidad de agua a escala de país y local, los cuales recibieron una valoración relacionada con la dependencia de cada tipo de usuario identificado frente al SE, ya que los usuarios que se abastecen de fuentes directas sin ningún tratamiento, dependen de la disponibilidad y del riesgo de perder el SE, más que usuarios conectados a redes de tubería, en las cuales en muchos casos se cuenta con tomas alternas para garantizar la provisión en época de escasez del recurso y usualmente incluyen algún sistema de tratamiento de aguas, lo cual no los hace tan dependientes de la calidad del SE.

Los indicadores tuvieron estados cualitativos y cuantitativos, los cuales incidieron en la escala de valoración para la priorización. A los cualitativos se les asignó un valor dentro de

una escala de 1 a 4 de acuerdo a la relevancia para el criterio de acuerdo al SE evaluado (p.ej.: uso del suelo).

En el caso de los cuantitativos (p.ej.: probabilidad de deforestación), se conservaron los valores correspondientes a los estados del indicador. Dado que las diferencias en la escala de valoración podría afectar significativamente los resultados obtenidos, las valoraciones de todos los indicadores fueron estandarizadas mediante “transformación lineal” (Malczewski, 1999), la cual permite convertir los datos brutos en datos estandarizados de 1 a 100 (Malczewski 1999).

Para lo anterior, se debe tener en cuenta el efecto de cada indicador dentro del criterio y los parámetros de categorización definidos es decir, es importante tener en cuenta el efecto de valores altos o de valores bajos (puede ser positivo o negativo) dentro de un indicador, ya que si valores altos representan beneficios (p.ej.: alta densidad de población, indica mayor demanda de agua potable) estos indicadores deben ser transformados con la ecuación de beneficio (Ecuación 1.1). Si por el contrario estos valores altos representan efectos negativos (p.ej.: alta probabilidad de deforestación implica mayor riesgo de perder la provisión del SE) se debe usar la ecuación de costo (Ecuación 1.2). La Figura 4, resume los indicadores usados por cada criterio, así como la estandarización realizada.

$$X'_{ij} = \left(\frac{X_{ij} - X_{j\min}}{X_{j\max} - X_{j\min}} \right) * 100 \quad \text{Ecuación 1.1}$$

$$X'_{ij} = \left(\frac{X_{j\max} - X_{ij}}{X_{j\max} - X_{j\min}} \right) * 100 \quad \text{Ecuación 1.2}$$

donde:

X'_{ij} = Valor transformado del pixel

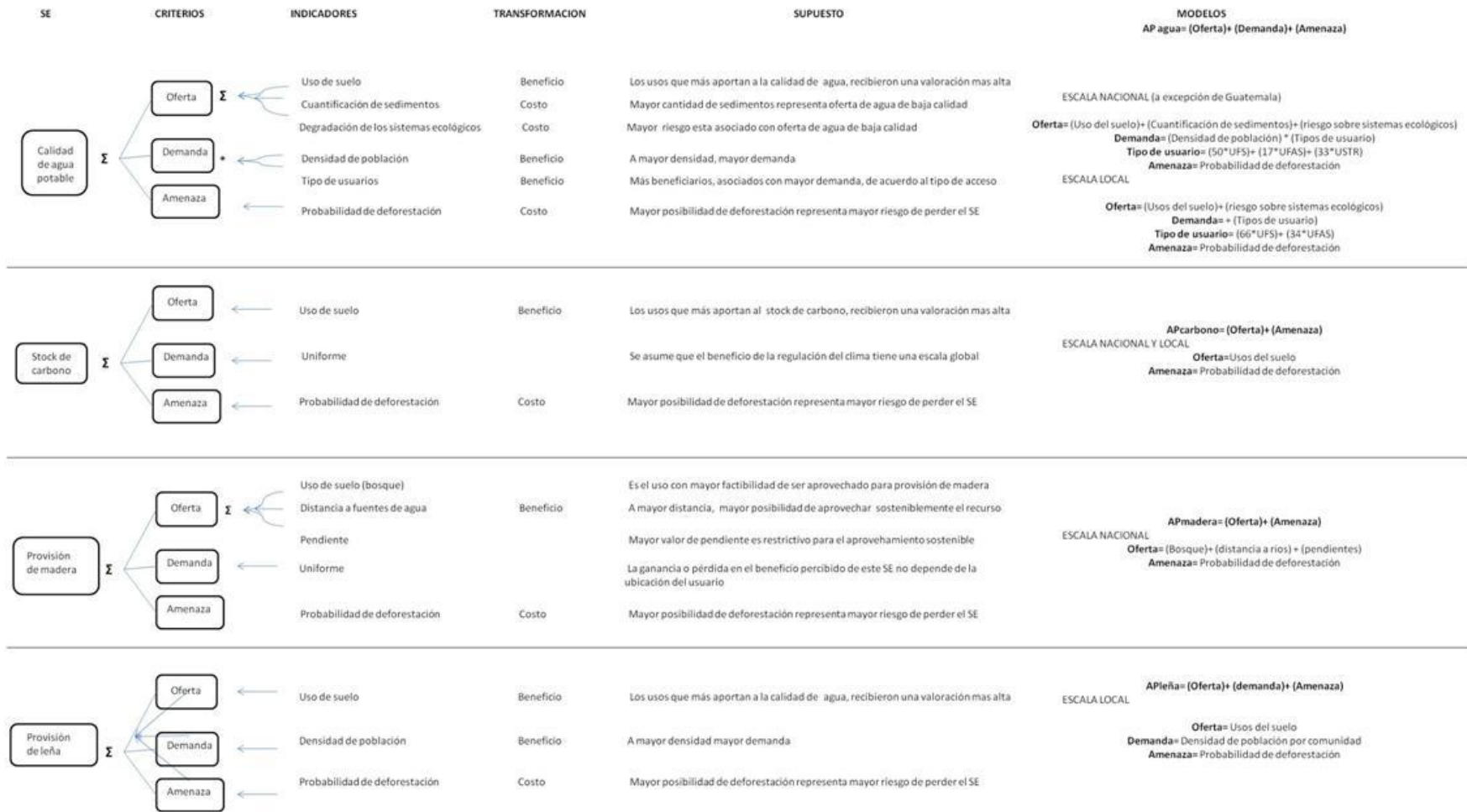
X_{ij} = Valor del pixel

$X_{j\max}$ = Valor máximo del pixel

$X_{j\min}$ = Valor mínimo del pixel

Posterior al procesamiento de las capas de información de los indicadores, se construyeron y aplicaron los modelos para la obtención de las capas de criterios, los cuales hacen parte del modelo para tener las áreas prioritarias para provisión de SE (Figura 4). En el caso de las áreas para provisión de SE múltiples, se sumaron las capas finales de las áreas prioritarias obtenidas para cada SE considerado (Ecuación 2).

$$APSE1 \text{ y } 2 = AP1 + AP2 \quad \text{Ecuación 2}$$



Σ: las capas de información se sumaron

*: Las capas de información se multiplicaron

Figura 4. Transformaciones, supuestos y modelos usados en la priorización de áreas para provisión de SE

A continuación se detallan los indicadores de oferta y demanda para cada SE, la amenaza o el riesgo de perder el SE, fue la misma para los tres SE a la escala de país y local.

4.3.4 Calidad de agua potable

4.3.4.1 Oferta

Uso del suelo: este indicador fue usado para los tres países (Cuadro 1), y a escala local (Cuadro 2), los mapas de uso de suelo, fueron reclasificados de acuerdo a su relevancia para la oferta de este SE, los usos definidos se valoraron cuantitativamente, mediante revisión bibliográfica (Anexo 1).

Cuadro 1. Valoración de los estados del indicador uso de suelo para el SE calidad de agua potable a escala de país

USO DE LA TIERRA	VALOR DE IMPORTANCIA ASIGNADO	GUATEMALA	HONDURAS	NICARAGUA
Bosques	4	X	X	X
Pastizales/sabanas	3	X	X	
Vegetación arbórea	3			X
Agropecuario	2			X
Agricultura/pastoreo	2	X	X	
otros	2	X	X	X
Asentamientos humanos	1	X	X	X
Cuerpos de agua	0	X	X	X

A escala local, los resultados de la valoración hecha por los entrevistados para cada uso fue promediada y se calculó la desviación estándar para definir el uso que más discrepancias en cuanto a su impacto sobre la provisión de agua potable tiene entre los entrevistados (Cuadro 2), los resultados obtenidos concuerdan con la valoración asignada mediante la revisión de literatura para el análisis nacional.

Cuadro 2. Valoración de los estados del indicador uso de suelo para el SE calidad de agua potable a escala local

USO DE SUELO	PROMEDIO DE VALORACIÓN	DESVIACIÓN ESTÁNDAR
Bosque	4	0
Café/cacao	1.1	1.16
Pastura sin árboles	0.25	0.65
Pastura con árboles	1.41	1.13
Cultivos anuales/granos básicos	0.2	0.67

Cuantificación de sedimentos: para la aplicación de este indicador, se usaron los resultados obtenidos por Estrada et ál. (2009), En donde se modela la descarga de sedimentos contenidos en las aguas superficiales de la zona costero-marina de las Ecorregiones Chiapas-Nicaragua, Caribe Occidental y Caribe Suroccidental, a partir de la Ecuación Universal de Pérdida de Suelo Revisada – EUPSR (RUSLE siglas en ingles) (Molina et ál. 2009), mediante la herramienta NSPECT (Nonpoint Source Pollution and Erosion Comparison Tool) (Eslinger 2005) (Anexo 1, Figura 4). Para este análisis se usaron los valores de sedimentos promedio (Ton/ha) por cuenca para (Honduras y Nicaragua), no se consideró la información para Guatemala, debido a que solo estaba disponible para una extensión muy reducida del país.

Degradación de los sistemas ecológicos: Se utilizaron los resultados obtenidos por TNC (2009) para las microcuencas del Caribe de Nicaragua y Honduras, en donde se identificó el nivel de degradación de los sistemas ecológicos según el efecto de elementos de riesgo como densidad de población humana, actividades agropecuarias, vías de transporte, zonas urbanas y ubicación de represas.

La valoración de la presión de los elementos mencionados se realizó, usando criterios de intensidad (afectación sobre las poblaciones de especies y/o sobre integridad ecológica) y extensión (amplitud espacial de la afectación referida en la intensidad) (Anexo 1, Figura 4).

4.3.4.2 Demanda

En el caso de la demanda se definieron dos indicadores, la densidad de población y los tipos de usuario, los indicadores se evaluaron a nivel departamental dada la disponibilidad de la información en los censos nacionales de población (Anexo 1).

Densidad de población: la densidad de población se considero a escala nacional y la información se obtuvo a nivel departamental de los censos nacionales de población (Anexo 1).

Tipos de usuario: A nivel nacional, la información sobre este indicador se extrajo de los censos de población, mientras que a escala local se obtuvo de las entrevistas aplicadas en las comunidades. Como estado del indicador, se valoró la forma de acceso al SE ya que permite diferenciar grados de dependencia de los usuarios de los flujos de provisión del SE. La información obtenida permitió diferenciar los tres tipos de usuarios propuestos por González et ál. (2007). Los tipos de usuarios fueron ajustados para cada país ya que se presentaron algunas variaciones en las formas de acceso al servicio (Cuadro 3).

Cuadro 3. Tipos de usuarios de agua potable

TIPO DE USUARIO	DESCRIPCIÓN	DEPENDENCIA DEL FLUJO DE PROVISIÓN SE	ACCESO AL SE
Usuarios fuera del sistema de acueducto para acceso a agua potable (UFS)	Usuarios que dependen de los usos del suelo y de las condiciones biofísicas de las zonas cercanas a las fuentes de agua para garantizar la calidad del agua de consumo	Alta	río, vertiente / quebrada / arroyo, lago laguna, ojo de agua o manantial
Usuarios de sistema colectivo de acceso a agua, sin ningún tipo de tratamiento para asegurar la calidad del agua regulado (USTR)	Usuarios que se abastecen de tonel (camión), vecinos y otros	Media	camión, vendedores ambulantes, pozos privados, otros
Usuarios de sistema colectivo de fuentes de agua Superficiales (UFAS)	Usuarios que tienen acceso al servicio a través de una red de distribución de agua sujeta a algún tipo de tratamiento para asegurar la calidad de agua	Baja	tubería pública o privada, tubería dentro de la vivienda, tubería dentro del terreno, puesto público/ pozo publico

Adaptado González et ál. (2007)

A escala nacional, se generó un mapa para cada uno de los tres tipos de usuarios con los valores por departamento del porcentaje de la población al que corresponde este tipo de usuario. A escala local solo se identificaron dos tipos de usuarios (UFS y UFAS), para analizar la distribución espacial de los UFS con base en la información recopilada en las entrevistas, se calculó el número de usuarios promedio por área de la microcuenca (usuarios/Km²), donde está ubicada la toma de agua.

En el caso de los UFAS locales, en el momento de aplicar las entrevistas se usaron hojas topográficas sobre las cuales los entrevistados identificaron los puntos de ubicación de las tomas que surten los acueductos veredales. Estos puntos fueron posteriormente relacionados con las microcuencas de la zona y se calculó el promedio ponderado de beneficiarios por microcuenca (usuarios/km²).

Posteriormente y de acuerdo a la dependencia de cada tipo de usuario de la provisión del SE, se propuso, con el apoyo de un experto (Imbach Com. pers) una ecuación con valores

diferenciados que permitiera resumir el indicador tipo de usuario a escala nacional y a escala local (Ecuación 3.1 y 3.2).

$$\text{Tipo de usuario} = (50 * \text{UFS}) + (33 * \text{USTR}) + (17 * \text{UFAS}) \quad \text{Ecuación 3.1}$$

$$\text{Tipo de usuario} = (66 * \text{UFS}) + (34 * \text{UFAS}) \quad \text{Ecuación 3.2}$$

donde:

UFS: Usuarios fuera del sistema de acueducto para acceso a agua potable

UFAS: Usuarios de sistema colectivo de fuentes de agua Superficiales

USTR: Usuarios de sistema colectivo de acceso a agua, sin ningún tipo de tratamiento para asegurar la calidad del agua regulado

Para la escala nacional, las capas resultantes de densidad de población y tipo de usuario, fueron multiplicadas para obtener la demanda total del SE (Figura4).

4.3.5 Stock de carbono

4.3.5.1 Oferta

La oferta de carbono se estimó según la cobertura del suelo basado en valores de stock de carbono reportados en la literatura para cada una de las categorías de uso de suelo a escala nacional y local. La valoración, se basó en datos de biomasa reportados, teniendo en cuenta que el stock de carbono corresponde a aproximadamente el 50% de la biomasa (Cuadro 4).

Cuadro 4. Valoración de los estados del indicador uso de suelo para el SE stock de carbono a escala de nacional y local

USO DE LA TIERRA	VALOR DE IMPORTANCIA ASIGNADO	GUATEMALA	HONDURAS	NICARAGUA	LOCAL
Bosque siempreverde	7		X		
Bosque semidecíduo	6		X		
Bosque decíduo	5		X		
Bosque latifoliado	7			X	
Bosque mixto	6			X	
Bosque coníferas	5			X	
Bosque (Nacional)	5	X			
Bosque (local)	4				X
Arbustales	4	X			
Manglar	4	X	X	X	
Café/cacao	3				X
Pastizales/sabanas/herbazal	3	X	X	X	
Humedales/Pantanos	3	X	X		
Agropecuario	2		X	X	
Agricultura	2	X			
Pastoreo	2	X			
Pastura con árboles	1				X
Pastura sin árboles	1				X
Cultivos anuales/granos básicos	1				X
Urbano	1	X	X	X	
Otros	1	X	X	X	
Cuerpo de agua	0	X	X	X	

4.3.6 Provisión de madera

Solo se presenta la oferta ya que se asume que el flujo en las áreas de provisión del SE no depende de la ubicación de los usuarios, debido a que la madera extraída es utilizada a diferentes escalas desde la local hasta la internacional.

4.3.6.1 Oferta

Como indicador de la oferta de este SE, se utilizó como base el uso del suelo más factible para el aprovechamiento de madera (bosque), teniendo en cuenta condiciones ideales y restrictivas del aprovechamiento forestal sostenible para bosques latifoliados, como lo son la pendiente y la distancia a fuentes de agua (Orozco et ál. 2006) (Cuadro 5).

Cuadro 5. Zonificación de acuerdo a condiciones de distancia a fuentes hídricas y a pendientes.

DISTANCIA (m)	PENDIENTE (%)	CATEGORIA DE MANEJO
0-15	Todas las pendientes	Protección hídrica
15-50	0-35	Producción
	35-40	Tránsito restringido
	40-75	Protección hídrica
	>75	Protección por pendiente
>50	0-35	Producción
	35-40	Tránsito restringido
	40-75	Protección hídrica
	>75	Protección por pendiente

Fuente: Orozco et ál. 2006

4.3.7 Provisión de leña

4.3.7.1 Oferta

El uso de suelo se valoró con la información que dieron los entrevistados a cada uno de los 5 usos evaluados. El Cuadro 6, muestra la valoración promedio y la desviación estándar de acuerdo a los resultados obtenidos en las entrevistas realizadas.

Cuadro 6. Valoración de los estados del indicador uso de suelo para el SE provisión de leña a escala local

USO DE SUELO	PROMEDIO DE VALORACIÓN	DESVIACIÓN ESTÁNDAR
Bosque	2.96	0.2
Café/cacao	2.21	0.96
Pastura sin árboles	0.35	0.95
Pastura con árboles	2.55	0.68
Cultivos anuales/granos básicos	0.37	0.79

4.3.7.2 Demanda

Aunque la información de la cantidad de usuarios, se obtuvo de las entrevistas aplicadas estos eran específicos para cada comunidad analizada, con el fin de tener información aproximada sobre la distribución de los posibles beneficiarios de este recurso, se asumió la densidad de población en un radio de 5 km, que es la distancia máxima a la que las personas se desplazan para recoger la leña ya sea a pié, con animales o con vehículos (Observ. Pers.).

4.3.8 Amenaza para la provisión de SE

Como indicador único de la amenaza para la provisión de los tres SE evaluados a escala de país y local, se usaron los resultados presentados por Cepal (2010), en el cual usando el modelo CLUE-S (*Conversion of Land Use and its Effects at Small región extent*), se estimó la probabilidad de cambio de uso de suelo basado en relaciones empíricas entre el tipo de

cobertura / uso y los factores que explican su presencia (Cepal 2010). Los factores analizados fueron: acceso a mercados, índice de desarrollo humano, elevación, pendiente –grados-, número de meses secos consecutivos, capacidad de uso del suelo, profundidad promedio del suelo, densidad de población, precipitación promedio anual y temperatura promedio anual.

Como indicador de la amenaza, solo se consideró la probabilidad de cambio de uso de las zonas con cobertura de bosque o probabilidad de deforestación.

4.3.9 Áreas de alta prioridad

Con el fin de delimitar áreas de alta prioridad, se calcularon los porcentajes de las zonas de estudio que correspondieron a zonas con valores iguales y/o mayores a 85 dentro de la escala de prioridad. El valor de 85 se estableció como un punto de corte por encima del cual se pudiera priorizar áreas, y se definió considerando las posibles fuentes de variación en los resultados relacionados con escalas y fuentes de información y la no ponderación de los criterios del modelo de priorización, entre otros. Los resultados se presentan a manera de porcentajes del país que corresponden a este nivel de importancia alto para la provisión de los SE.

Las zonas definidas como de alta prioridad para un SE provienen de valores altos de oferta, demanda y amenaza. En el caso de servicios múltiples (dos y/o tres), los valores de alta prioridad pueden provenir de la combinación de diferentes valores posibles que pueden tener los pixeles, bajo-bajo, alto-alto, alto-medio y/o medio-medio.

La Figura 5, presenta una descripción general de los pasos a seguir para la priorización de áreas prioritarias para provisión de SE, de acuerdo con la metodología utilizada en esta investigación.

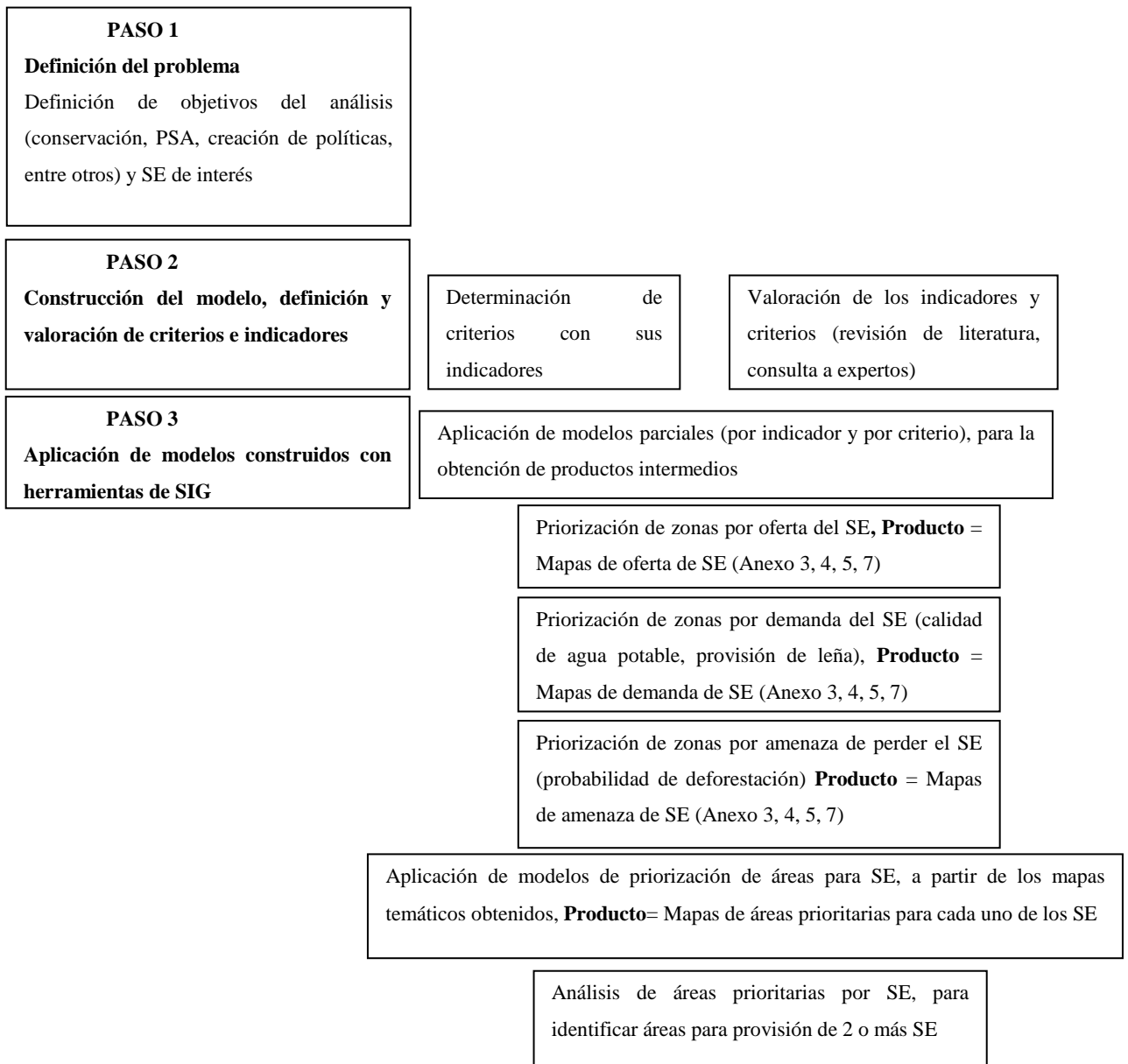


Figura 5. Resumen del proceso metodológico

4.4 Resultados

4.4.1 Áreas prioritarias para provisión de un SE

4.4.1.1 Calidad de agua potable

Respecto a este SE, se observan bajos porcentajes de áreas de alta prioridad (valor igual o mayor a 85) tanto a escala nacional como a escala local. De acuerdo a lo mencionado en la metodología, los resultados obtenidos para Guatemala provienen del uso de diferentes indicadores a los usados para Honduras y Nicaragua. Así, a escala de país, Nicaragua presenta el mayor porcentaje del territorio como área prioritaria para la provisión de este SE (Cuadro 7, Figura 6).

Cuadro 7. Porcentaje del área total de cada zona de estudio correspondiente a alta prioridad para calidad de agua potable

PAÍS	GUATEMALA	HONDURAS	NICARAGUA	ÁREA LOCAL TOTAL	ÁREA LOCAL MUESTREADA
% del área del país o del área local con prioridad de 85 o más	0.017	0.005	0.082	0.022	0.038

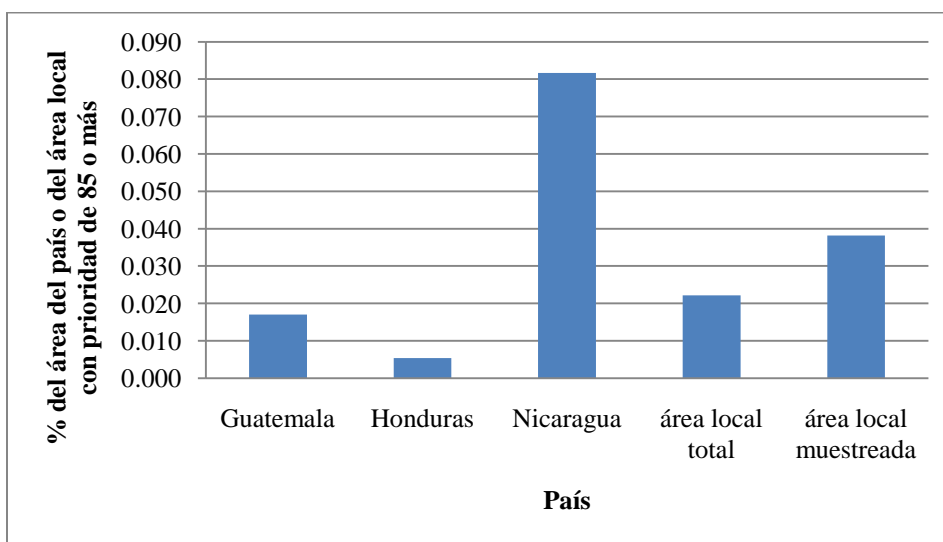


Figura 6. Porcentaje del área total de cada área de estudio con prioridad alta para la provisión del SE calidad de agua potable

Las Figuras 7 y 8 representan la distribución espacial del rango de prioridad para la provisión de calidad de agua en los tres países evaluados y para el área de interés local. En la Figura 7, se observa que en Guatemala hay una distribución más homogénea de zonas de alta prioridad por todo el país, lo cual podría estar asociado a que el uso del suelo fue el único

indicador de la oferta. Adicionalmente, se observa un patrón agrupado de área considerable en algunas zonas y en otras, principalmente del centro del país un patrón mas disperso.

En el caso de Honduras, las zonas de alta prioridad se encuentran más asociadas a la zona noreste en los departamentos de Gracias a Dios, Olancho y Colón (Anexo 6), incluyendo el área correspondiente a la reserva de biósfera del río Plátano, donde se observan zonas extensas. Nicaragua por su parte, presenta las prioridades más altas en el norte centro del país, en la zona de la frontera con Honduras y a lo largo de la costa Caribe, con una zona extensa en la zona de la región autónoma del atlántico norte (RAAN) (Anexo 6).

A escala de país, las áreas correspondientes a alta prioridad por su distribución se asocian principalmente a zonas con vegetación boscosa relacionadas o no con áreas bajo diferentes categorías de protección como es el caso de río Plátano en Honduras, las cuales pueden estar bajo una alta amenaza por cambio de uso de suelo debido a actividades como la ampliación de la frontera agrícola y la explotación forestal. De igual forma, características topográficas como fuertes pendientes y alta concentración de población humana, combinados de diferentes formas con los factores mencionados anteriormente, pueden estar dando origen a las zonas de alta prioridad.

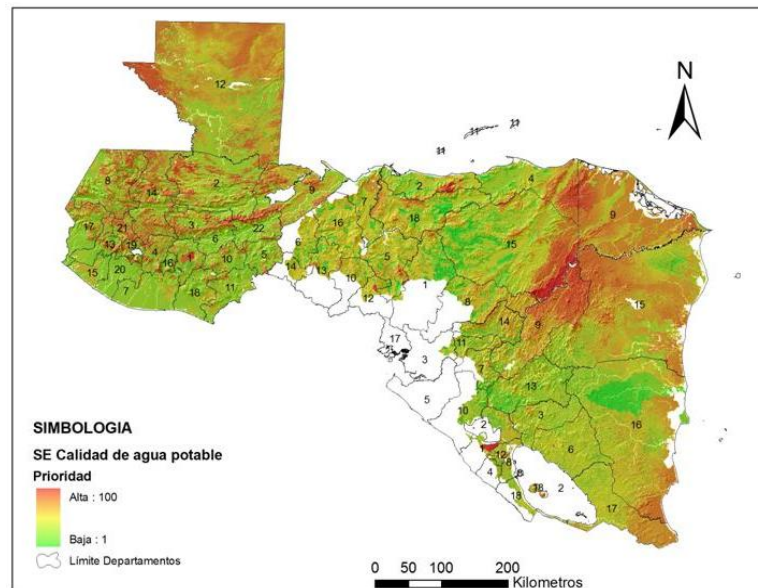


Figura 7. Distribución regional de las prioridades para el SE calidad de agua potable

Al observar los resultados para Nicaragua, el área correspondiente a la zona de estudio local aparece como una zona de prioridad baja y media. Al disminuir la escala de la observación a lo local (Figura 8), el área muestreada incluye zonas de alta, media y baja

prioridad. Las zonas de alta prioridad, están asociadas a la distribución y densidad de los usuarios beneficiarios del SE, las cuales en muchos casos se encuentran a lo largo de las vías por lo que los parches de alta prioridad siguen ciertos patrones lineales, así como a zonas de remanentes de bosques en lugares con fuerte pendiente.

La cordillera la Isabelia ubicada en la zona central de la zona de estudio y la cual separa los Municipios de Waslala y El Cuá, se observa como una hilera de parches de alta prioridad dado que coincide la presencia de bosques y fuerte pendiente, con la ubicación de varias de las tomas que abastecen las diferentes comunidades en la zona de estudio. Es importante mencionar que algunas de las zonas que aparecen como de baja o media prioridad pueden estar asociadas con sitios de los cuales no se obtuvo información sobre la demanda.

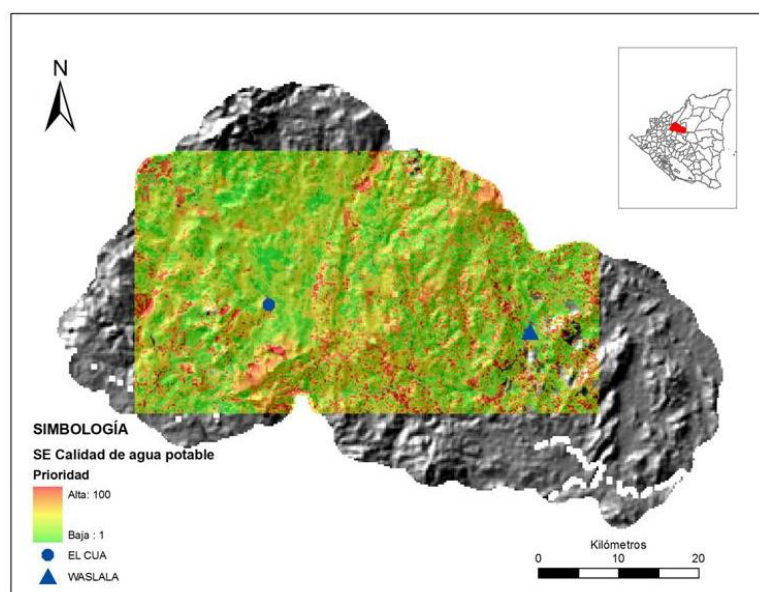


Figura 8. Distribución local de las prioridades para el SE calidad de agua potable

4.4.1.2 Stock de carbono

Para este SE a escala de país, Guatemala presenta el mayor porcentaje de su área como de alta prioridad seguida por Honduras y Nicaragua (Cuadro 8, Figura 9). Es importante recordar que para la priorización de estas áreas se usaron solo criterios de oferta y amenaza y que se usaron los mismos indicadores para los tres países y a escala local.

Cuadro 8. Porcentaje del área total de cada zona de estudio correspondiente a alta prioridad para stock de carbono

PAÍS	GUATEMALA	HONDURAS	NICARAGUA	ÁREA LOCAL TOTAL
% del área del país o del área local con prioridad de 85 o más	55.200	13.057	34.455	0.042

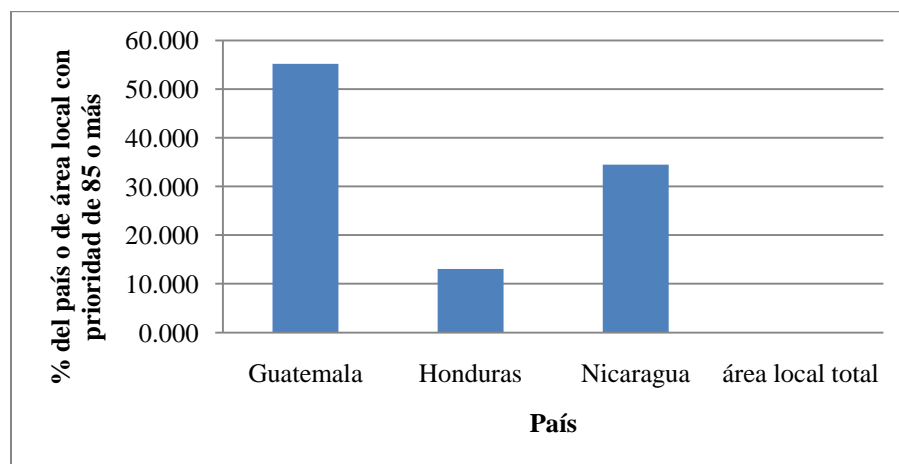


Figura 9. Porcentaje del área total de cada área de estudio con prioridad alta para la provisión del SE stock de carbono

Los altos valores obtenidos para Guatemala, pueden estar relacionados no solo con que el bosque sea el uso mejor representado en el país y se le haya asignado un valor de importancia alto o con la presencia de otros usos bien valorados como los arbustales, sino con que son zonas con un alto grado de riesgo de perder el SE, lo cual puede estar asociado con diferentes factores biofísicos. En el caso del Peten (Anexo 6) se observa un patrón de áreas extensas agrupadas, las cuales pueden estar relacionadas con el patrón de la ampliación de la frontera agrícola, sumado con diferentes iniciativas de aprovechamiento forestal que pueden estar ocasionando niveles de amenaza considerables. En el centro del país se observan numerosos parches de alta prioridad y la amenaza puede estar relacionada con la concentración de de asentamientos humanos, los cuales ejercen una fuerte presión sobre áreas remanentes que pueden ser importantes para la provisión de este SE (Figura 10).

En Honduras, similar a lo observado para calidad de agua potable, se observa una zona extensa de alta prioridad en los departamentos de Olancho y Colón (río Plátano) (Anexo 6), aunque también se encuentran parches dispersos por todo el país. Condiciones antrópicas como la ampliación de la frontera agrícola, aprovechamiento forestal y asentamientos humanos, entre otros, sumados a eventos naturales como los huracanes, pueden ayudar a explicar la distribución de estas zonas de alta prioridad (Figura 10).

En Nicaragua, las zonas de mayor prioridad se encuentran ubicadas en la zona del atlántico, correspondientes a la región de la RAAN (Región autónoma del atlántico norte) y de la RAAS (Región autónoma del atlántico sur) (Anexo 6), en donde no solo se encuentran las

áreas boscosas más extensas del país sino que es la zona más afectada por eventos climáticos extremos como los huracanes.

Al observar los niveles de prioridad local en el mapa a escala de país, la zona es principalmente de baja prioridad con parches dispersos de alta prioridad. Cuando se aumenta el detalle a disminuir la escala, se observa una buena representación de zonas de media a alta prioridad, siendo estas últimas las menos extensas (Cuadro 8, Figura 9).

Respecto a la distribución espacial, se observan amplias zonas con valores de baja prioridad, asociadas principalmente a las zonas donde además de presentar una topografía poco ondulada, dominan usos como las pasturas y los cultivos de granos básicos los cuales tuvieron valores de importancia baja.

Las zonas de alta prioridad se hayan asociadas a zonas con alta pendiente, relacionadas con remanentes de bosque y algunos cultivos de café y cacao, estos altos valores se explican no solo por la relevancia de estos usos de suelo para la provisión de este SE, sino por la alta amenaza a la que están sometidas principalmente los bosques por estar inmersos en matrices agrícolas con tendencia fuerte a expandirse, sin importar que los dos municipios hagan parte de la reserva de biósfera de Bosawas, El Cuá con parte de su extensión dentro de zona de protección y Waslala como parte de su zona de amortiguamiento (CATIE 2010) (Figura 11).

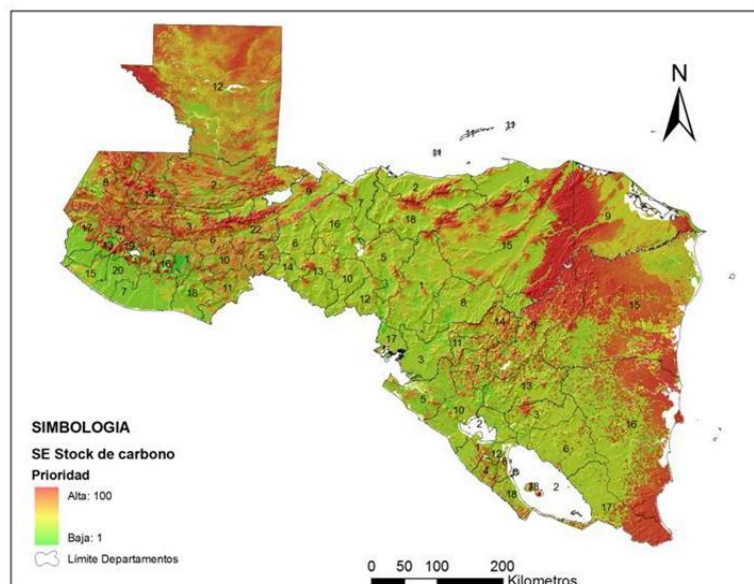


Figura 10. Distribución regional de las prioridades para el SE stock de carbono

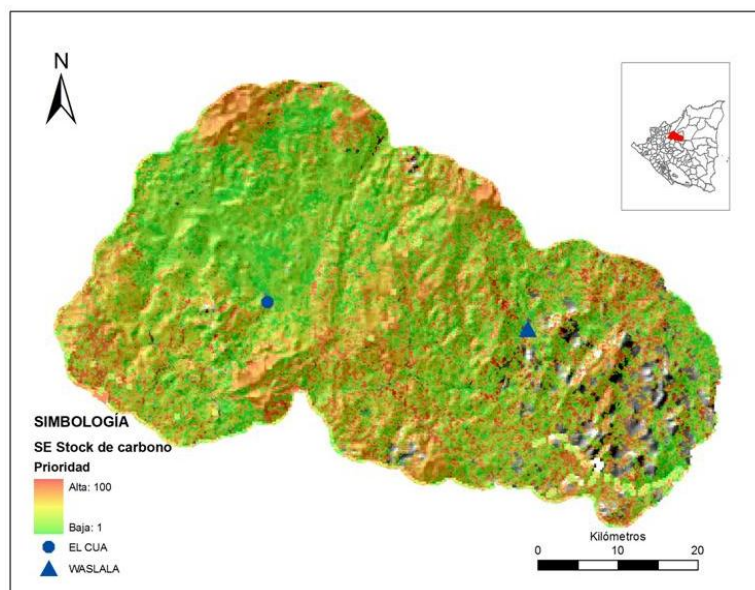


Figura 11. Distribución local de las prioridades para el SE stock de carbono

4.4.1.3 Provisión de madera

En cuanto a este SE, y teniendo en cuenta que uno de los supuestos de la metodología fue que el uso de suelo más relacionado con la provisión de este SE es el bosque, el país con mayor parte de su área clasificada como de alta prioridad es Guatemala (Cuadro 9, Figura 12).

Cuadro 9. Porcentaje del área total de cada zona de estudio correspondiente a alta prioridad para provisión de madera

PAÍS	GUATEMALA	HONDURAS	NICARAGUA
% del área del país o del área local con prioridad de 85 o más	27.185	13.189	9.338

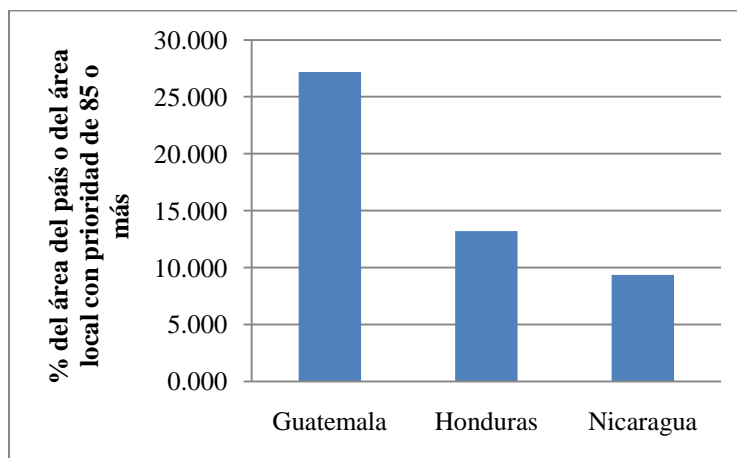


Figura 12. Porcentaje del área total de cada área de estudio con prioridad alta para la provisión de madera

Respecto a la distribución espacial de estas zonas de alta prioridad, la Figura 13 permite observar una mayor concentración de estas en el norte de Guatemala, en la región del Petén (Anexo 6), mientras en el resto del país se observa una distribución en parches pero concentrada hacia el centro oeste del país.

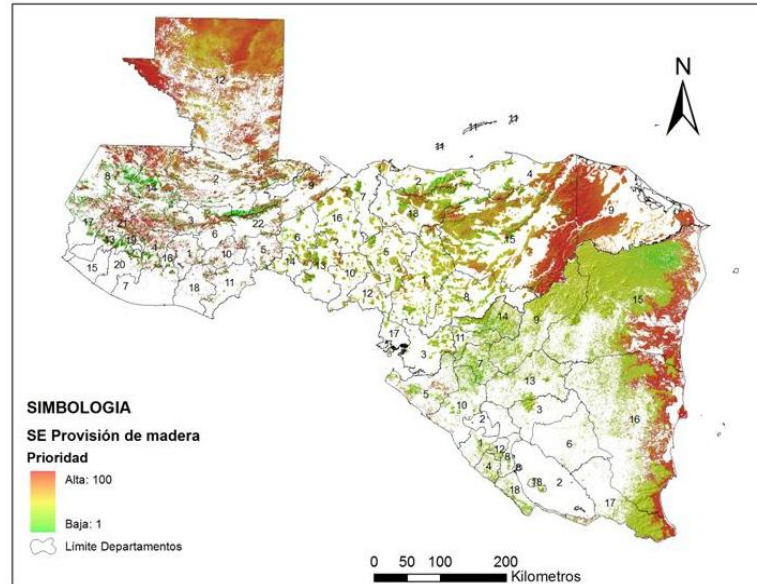


Figura 13. Distribución regional de las prioridades para el SE provisión de madera

En el caso de Honduras, se mantiene la alta prioridad para los departamentos de Olancho y Colón, en donde se ubica la reserva del río Plátano (Anexo 6), aunque se observan algunos parches mas disgregados en el resto del país. En el caso de Nicaragua, las zonas de alta prioridad, se concentran a lo largo de la costa Caribe del país (Figura 13).

La distribución descrita anteriormente, está determinada por los criterios utilizados para la definición de la oferta, en donde el bosque es una constante para los tres países, pero cambian las condiciones de los factores restrictivos de la oferta debido a los lineamientos de sostenibilidad del aprovechamiento forestal incorporado para el análisis (intensidad de la pendiente y la cercanía a fuentes de agua).

La amenaza se constituye en un factor determinante de la prioridad para la provisión, situaciones como la de la región del Petén en Guatemala (Anexo 6), en donde aunque se han implementado numerosas estrategias para combatir el aprovechamiento ilegal de madera, esta situación continúa siendo una fuerte amenaza para la provisión de madera bajo criterios de sostenibilidad.

En el caso de Honduras, la distribución de estas zonas de alta prioridad está explicada en parte por la amenaza relacionada por el interés para aprovechamiento actual y potencial de estos bosques caducifolios (aunque no fueron diferenciados) y por el posible efecto, que al igual que en Nicaragua pueden tener eventos naturales como los huracanes.

4.4.1.4 Provisión de leña

El porcentaje del área de estudio (muestreada y total) correspondiente a zonas de alta prioridad para la provisión de este SE fue bajo, lo cual aunque podría estar relacionado con el valor de importancia asignado a los usos de suelo, puede no estar reflejando del todo la realidad, ya que casi cualquier uso de suelo cercano a las viviendas es una fuente potencial de leña, en el mismo sentido, algunas de las zonas que aparecen como de baja o media prioridad, pueden estar asociadas con sitios de los cuales no se obtuvo información sobre la demanda.

De la misma manera, factores como la presencia de cultivos de café y cacao representan fuentes importantes que en ocasiones pueden llegar a suplir las necesidades de leña por periodos largos de tiempo y el que la amenaza considerada dentro del modelo, solo hizo referencia a la probabilidad de cambio de bosque a otro uso, sin considerar la probabilidad de cambio de otros usos importantes para la provisión de los SE, puede estar afectando los resultados obtenidos y explicar en parte los valores tan bajos (Cuadro 10, Figura 14).

Cuadro 10. Porcentaje del área total de cada zona de estudio correspondiente a alta prioridad para provisión de leña

PAÍS	ÁREA LOCAL TOTAL	ÁREA MUESTREADA
% del área del país o del área local con prioridad de 85 o más	0.082	0.153

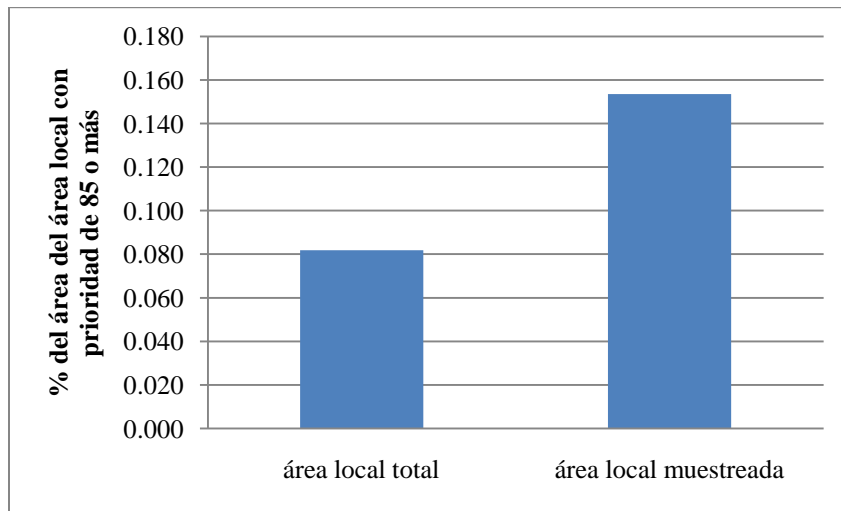


Figura 14. Porcentaje del área total de cada área de estudio con prioridad alta para la provisión de leña

En cuanto a la distribución espacial de las zonas de alta prioridad, estas siguen un patrón agrupado al sur de El Cuá, con pocos parches pequeños dispersos por el área de influencia de las comunidades evaluadas, se observa una concentración de zonas de baja prioridad hacia el norte de El Cuá, mientras que en el resto del área se observa una distribución relativamente uniforme de áreas de prioridad entre media y alta (Figura 15).

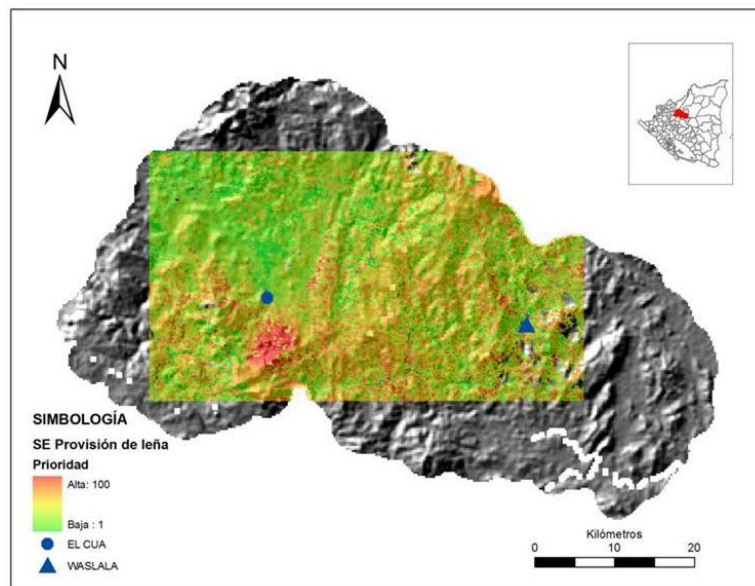


Figura 15. Distribución local de las prioridades para el SE provisión de leña

La distribución de estas áreas puede estar asociada además de los factores presentados anteriormente, con la distribución y con la amenaza a la que están expuestos los remanentes de

bosque en la zona y con la distribución y la densidad de los beneficiarios del SE (comunidades), el patrón observado es similar al que siguen las áreas prioritarias para calidad de agua potable.

4.4.2 Áreas prioritarias para provisión de múltiples SE

4.4.2.1 Calidad de agua potable y stock de carbono

Respecto a las áreas prioritarias para la provisión de estos dos SE, a escala de país, Honduras presentó el mayor porcentaje de su área de alta prioridad de acuerdo con el parámetro de 85 definido seguido por una gran diferencia por Guatemala y Nicaragua (Cuadro 11, Figura 16).

Estos resultados están relacionados con lo observado para cada SE por separado. El que Honduras a pesar de tener bajos porcentajes de su área como zonas de alta prioridad para cada SE por separado acá presente el mayor porcentaje, se debe a que la suma entre píxeles dio como resultado valores altos, estos píxeles pudieron haber correspondido a diferentes combinaciones (píxeles de alta prioridad, de baja prioridad con alta prioridad o píxeles de mediana prioridad) (Cuadro 11, Figura 16).

Los bajos valores para Guatemala y Nicaragua se asocian a bajos valores derivados de la suma de los píxeles (Cuadro 11, Figura 16).

Cuadro 11. Porcentaje del área total de cada zona de estudio correspondiente a alta prioridad para calidad de agua potable y stock de carbono

PAÍS	GUATEMALA	HONDURAS	NICARAGUA	AREA LOCAL TOTAL
% del área del país o del área local con prioridad de 85 o más	0.118	8.217	0.027	0.0004

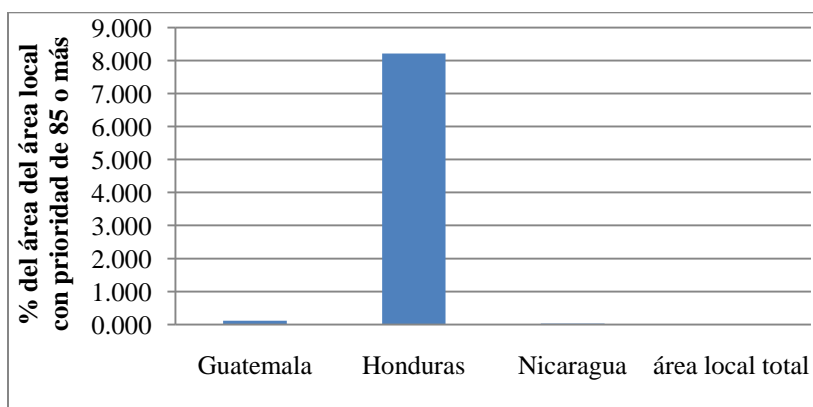


Figura 16. Porcentaje del área total de cada área de estudio con prioridad alta para calidad de agua potable y stock de carbono

A escala de país y a escala local, es necesario considerar que el SE con la distribución más restringida limita en gran parte la distribución de las áreas multipropósito, en este caso el SE limitante fue calidad de agua potable, por lo que el patrón de distribución de estas zonas para agua y carbono, sigue un patrón similar al de calidad de agua potable, las diferencias se observan principalmente en cuanto a la intensidad de la prioridad, observándose áreas extensas en la región de Petén y el centro del país en Guatemala, los departamentos de Olancho y Colón en Honduras y la zona de la RAAN en Nicaragua (Anexo 6) (Figura 17).

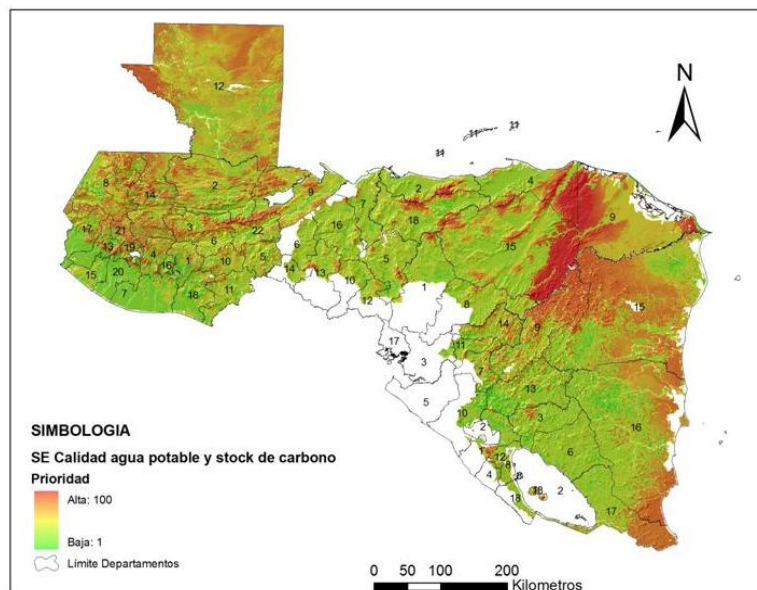


Figura 17. Distribución regional de las prioridades para el SE calidad de agua potable y stock de carbono

A escala local, el porcentaje que corresponde a alta prioridad es muy bajo y se distribuye en pequeños parches al oeste de El Cuá y al sur de Waslala principalmente. Algunas áreas de prioridad de media a alta, están distribuidas principalmente en zonas de alta pendiente, relacionadas con los remanentes de bosque existentes en la zona (Figura 18).

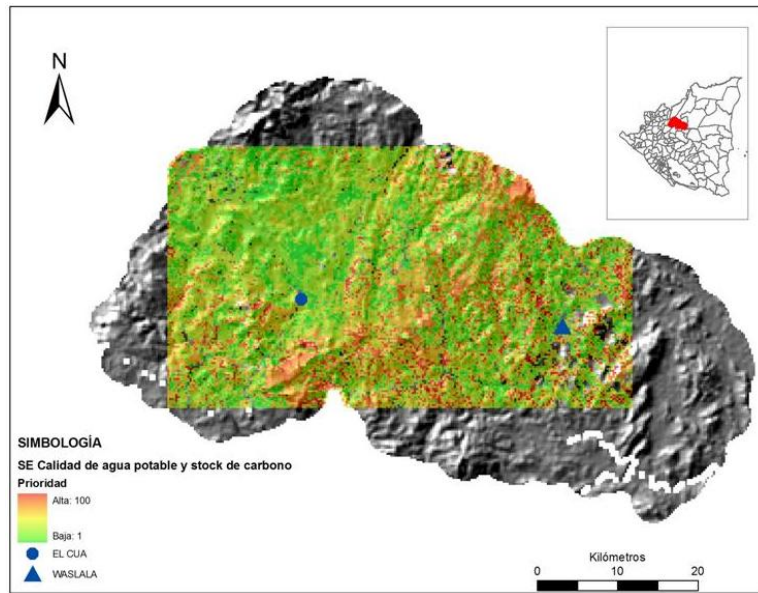


Figura 18. Distribución local de las prioridades para los SE calidad de agua potable y stock de carbono

4.4.2.2 Calidad de agua potable y provisión de madera

Nicaragua presenta el mayor porcentaje de área de alta prioridad relacionadas con SE de agua potable y con provisión de madera, seguido por Honduras y Guatemala (Cuadro 12, Figura 19). A pesar que Nicaragua presento un valor comparativamente bajo para provisión de madera, el porcentaje para calidad de agua potable fue el mayor entre los tres países, lo cual puede explicar en parte el mayor porcentaje de áreas de alta prioridad para estos dos SE, ya sea por la coincidencia de pixeles con alto valor, uno alto y otro bajo, y/o dos de mediano valor (Cuadro 12, Figura 19).

Cuadro 12. Porcentaje del área total de cada zona de estudio correspondiente a alta prioridad para calidad de agua potable y provisión de madera

PAÍS	GUATEMALA	HONDURAS	NICARAGUA
% del área del país o del área local con prioridad de 85 o más	0.017	1.053	7.213

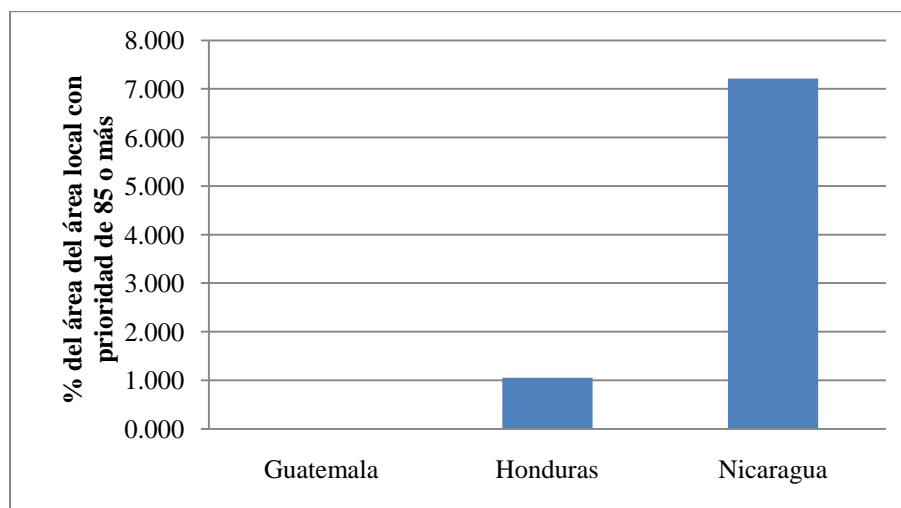


Figura 19. Porcentaje del área total de cada área de estudio con prioridad alta para la calidad de agua potable y provisión de madera

En el caso de Honduras y Guatemala, aunque los valores son bajos, debido seguramente a la poca coincidencia entre pixeles que sumados representen valores altos, es posible al observar la distribución espacial de la Figura 20, que la distribución de las áreas prioritarias esté determinada por la distribución de las áreas para provisión de madera, ya que es la que presenta la distribución más restringida, debido a que solo contempla los bosques como posible fuente del SE.

De la misma manera, a pesar de los bajos porcentajes, es posible observar zonas de media a alta prioridad que no fueron incluidos en el momento de definir las zonas de alta prioridad, las áreas de mayor prioridad se ubican a manera de grandes áreas al oeste de la región de Petén en Guatemala, en los departamentos de Olancho y Colón en Honduras y en parches dispersos por la costa Caribe de Nicaragua (Anexo 6) (Figura 20).

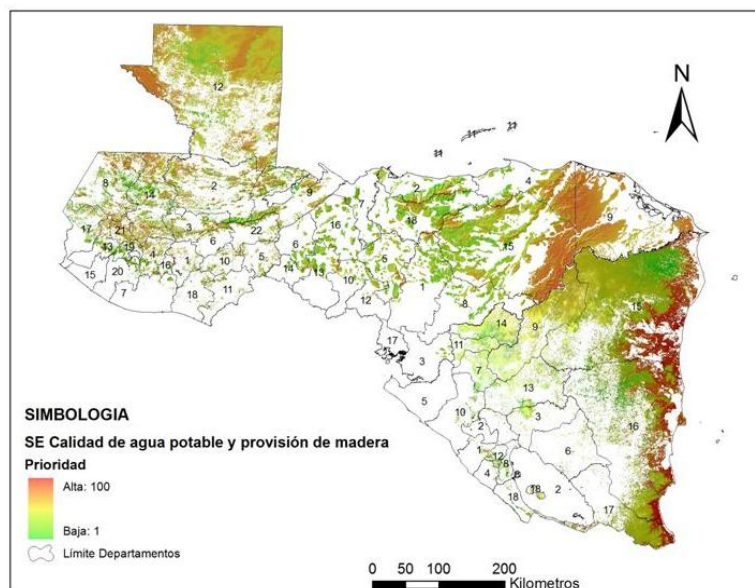


Figura 20. Distribución regional de las prioridades para los SE calidad de agua potable y provisión de madera

4.4.2.3 Stock de carbono y provisión de madera

Para estos dos SE, Guatemala presentó el mayor porcentaje de áreas de alta prioridad, seguido por Honduras y con un valor muy bajo por Nicaragua (Cuadro 13, Figura 21).

Para estos dos SE era de esperar que las zonas de bosque estuvieran incluidas como de alta prioridad, lo que no significa que la interpretación de resultados deba ser igual. Es necesario manejar este resultado con cuidado, ya que el manejo que se de para el SE de provisión de madera puede llegar a afectar la provisión del SE de stock de carbono

En este caso el mayor porcentaje obtenido para Guatemala, es consistente con los altos porcentajes para cada SE por separado, lo cual no necesariamente quiere decir que todas las zonas de alta prioridad para carbono, lo sean para madera. En este caso, también se pueden haber presentado situaciones en las que la suma de pixeles de diferente valor, dieron como resultado valores altos (Cuadro 13, Figura 21).

En el caso de Honduras y Nicaragua, el porcentaje también muestra cierta coincidencia entre pixeles, que favorecieron la obtención de valores altos (Cuadro 13, Figura 21).

Cuadro 13. Porcentaje del área total de cada zona de estudio correspondiente a alta prioridad para stock de carbono y provisión de madera

PAÍS	GUATEMALA	HONDURAS	NICARAGUA
% del área del país o del área local con prioridad de 85 o más	24.423	11.798	6.916

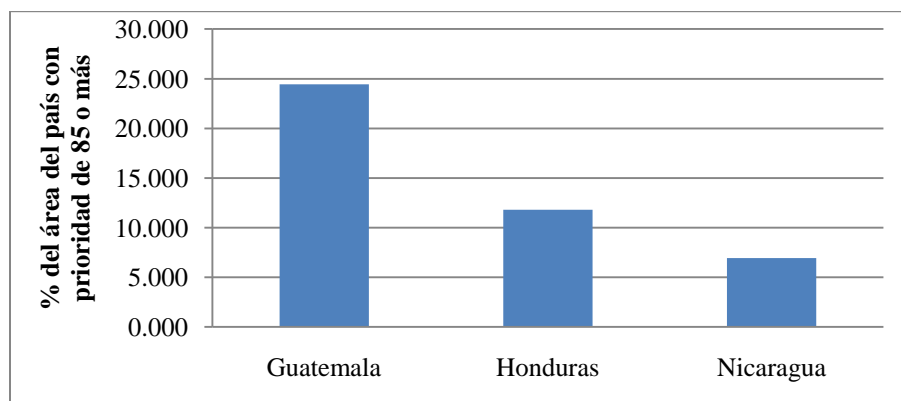


Figura 21. Porcentaje del área total de cada área de estudio con prioridad alta para stock de carbono y provisión de madera

En cuanto a la distribución espacial de las áreas de alta prioridad, en Guatemala se concentran al norte en la región de Petén, principalmente al oeste y algunos parches dispersos en el centro del país. Para Honduras, según lo esperado, se observa un gran área en los departamentos de Olancho y Colón, lo cual se explica ya que esta zona tuvo alta prioridad para los dos SE por separado (Anexo 6) (Figura 22).

En Nicaragua, las zonas de mayor prioridad, así como las zonas de media a alta prioridad, se ubicaron a manera de parches dispersos, siguiendo la costa Caribe del país. Para este caso, la extensión de las zonas de alta prioridad, estuvo dada por la distribución de las áreas de bosque definidas para la oferta de la provisión de madera (Figura 22).

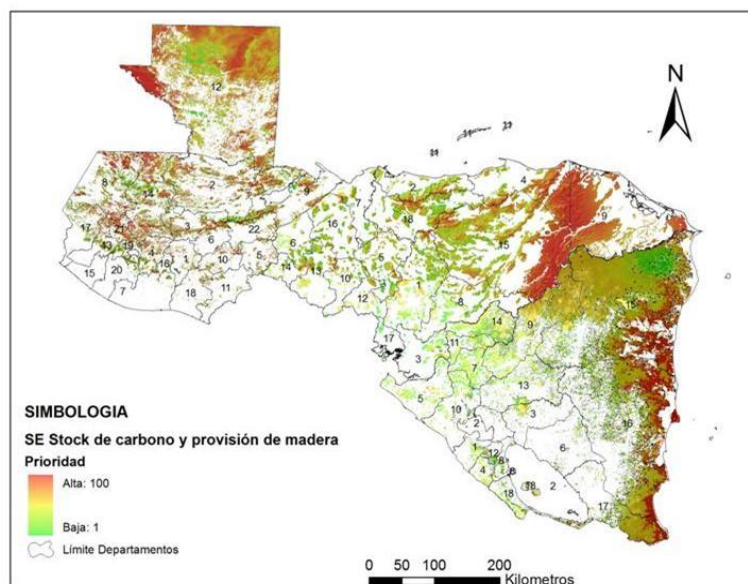


Figura 22. Distribución regional de las prioridades para los SE stock de carbono y provisión de madera

4.4.2.4 Calidad de agua potable, stock de carbono y provisión de madera

Al evaluar los porcentajes de los países que corresponden con zonas de alta prioridad para los tres SE, Guatemala presenta el mayor porcentaje seguido muy de cerca por Honduras y muy de lejos por Nicaragua (Cuadro 14, Figura 23).

Los porcentajes obtenidos, incluyen de cierta manera los diferentes valores para cada SE por separado, un alto grado de coincidencia entre pixeles con altos valores para cada SE por separado, favoreció pixeles con valores altos que permitieron definirlos como zonas de alta prioridad (Cuadro 14, Figura 23).

Cuadro 14. Porcentaje del área total de cada zona de estudio correspondiente a alta prioridad para calidad de agua potable, stock de carbono y provisión de madera

PAÍS	GUATEMALA	HONDURAS	NICARAGUA
% del área del país o del área local con prioridad de 85 o más	12.787	10.010	11.600

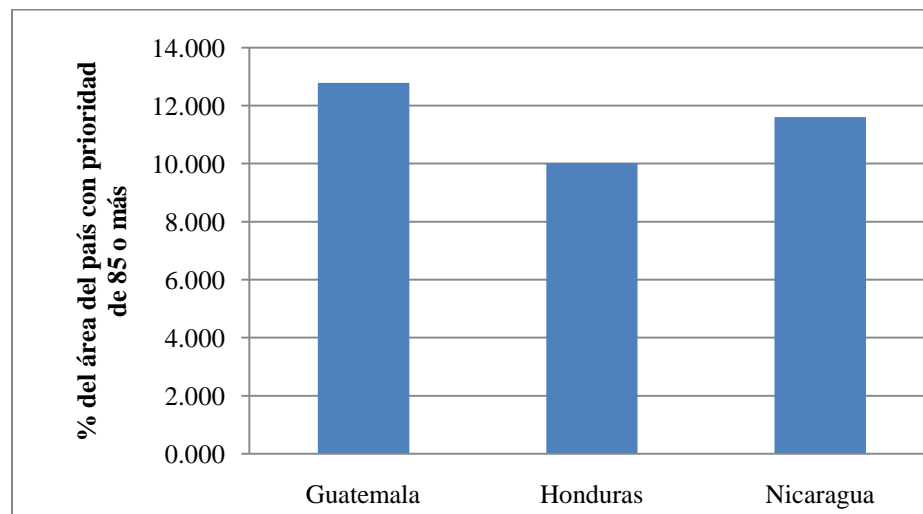


Figura 23. Porcentaje del área total de cada área de estudio con prioridad alta para calidad de agua potable, stock de carbono y provisión de madera

La distribución de las zonas de alta prioridad sigue el patrón definido por las áreas para provisión de madera y factores relacionados con uso de suelo, topografía, presencia de asentamientos humanos, intensidad y naturaleza de las amenazas, son determinantes para la definición de estas áreas multipropósito de alta prioridad. Se observa un patrón agregado al oeste de la región de Petén en Guatemala y en los departamentos de Olancho y Colón al nor este de Honduras, el resto de las áreas de alta prioridad aparecen a manera de parches

dispersos. En Nicaragua, se mantienen las zonas de mayor prioridad en la zona de la RAAN y de la RAAS (Anexo 6) (Figura 24).

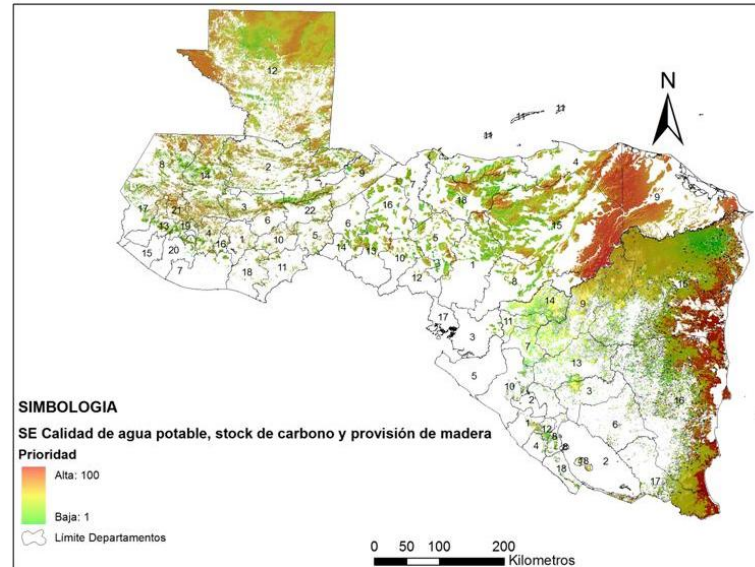


Figura 24. Distribución regional de las prioridades para los SE calidad de agua potable, stock de carbono y provisión de madera

4.4.2.5 Calidad de agua potable y provisión de leña

Un bajo porcentaje del área muestreada presenta un alto nivel de prioridad para la provisión de estos dos SE. Al revisar los resultados obtenidos para cada SE por separado, se observa el mismo patrón. Además de los factores mencionados para cada SE en particular, la coincidencia de píxeles de bajo valor puede explicar el bajo porcentaje de áreas de alta prioridad obtenido (Cuadro 15, Figura 25).

Las zonas de baja prioridad para estos SE, estuvieron distribuidas en toda el área, a diferencia de las zonas de prioridad de media a alta que se concentraron en la cordillera la Isabelia. Las áreas de mayor prioridad se concentraron principalmente al sur de El Cuá y a manera de parches dispersos al oeste de Waslala (Figura 26). La distribución de las zonas de alta prioridad es similar a la que siguen los dos SE.

Características de la zona como la presencia de remanentes de zonas boscosas y el grado de amenaza de las mismas, así como la ubicación de las comunidades y el flujo existente entre la oferta del SE y los beneficiarios pueden estar explicando los valores y la distribución espacial de las áreas prioritarias (Figura 26).

Cuadro 15. Porcentaje del área total de cada zona de estudio correspondiente a alta prioridad para calidad de agua potable y provisión de leña

PAÍS	ÁREA LOCAL MUESTRADA	ÁREA LOCAL TOTAL
% del área del país o del área local con prioridad de 85 o más	0.033	0.019

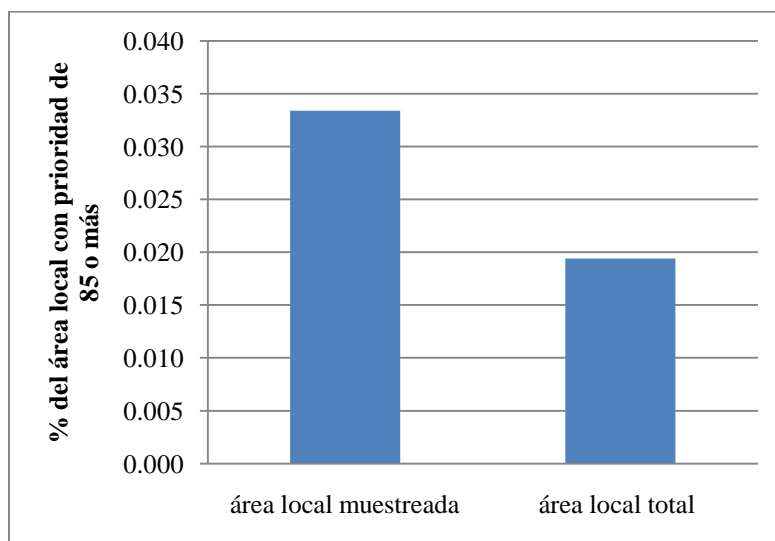


Figura 25. Porcentaje del área total de cada área de estudio con prioridad alta para calidad de agua potable y provisión de Leña

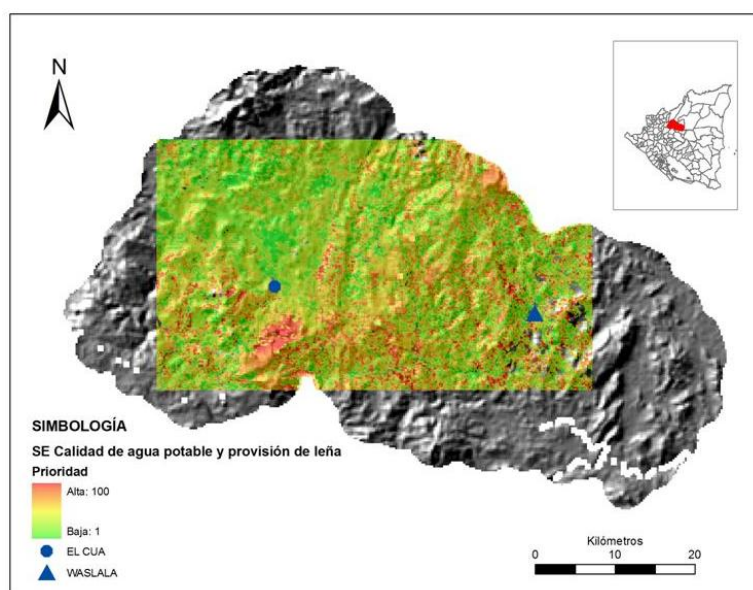


Figura 26. Distribución local de las prioridades para los SE calidad de agua potable y provisión de leña

4.4.2.6 Stock de carbono y provisión de leña

Los porcentajes de áreas de alta prioridad para estos dos SE son bajos siguiendo el mismo patrón observado para cada SE por separado, lo cual está determinado por los bajos valores resultantes de la suma de los pixeles (Cuadro 16).

Cuadro 16. Porcentaje del área total de cada zona de estudio correspondiente a alta prioridad para stock de carbono y provisión de madera

PAÍS	ÁREA LOCAL MUESTRADA
% del área del país o del área local con prioridad de 85 o más	0.068

La distribución de las áreas de alta prioridad, sigue un patrón similar al del SE de provisión de leña, el cual está asociado a los remanentes de bosque, a zonas de alta pendiente y a la ubicación no solo de las comunidades beneficiarias, sino de usos de suelo potencialmente proveedores del SE, a los que se les asignaron valores de importancia altos como los cultivos de café y cacao. De esta manera, Las áreas de alta prioridad muestran un patrón agregado al sur de El Cuá y disperso a manera de parches al suroeste de El Cuá y al oeste de Waslala (Figura 27).

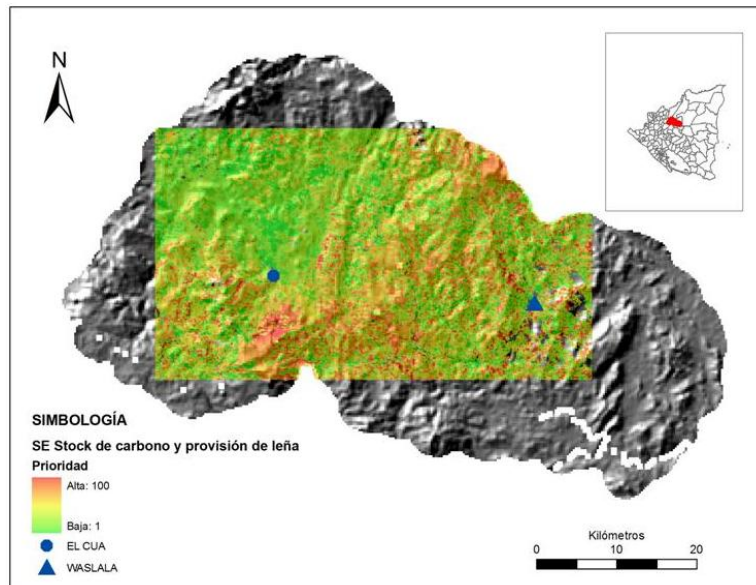


Figura 27. Distribución local de las prioridades para los SE stock de carbono y provisión de leña

4.4.2.7 Calidad de agua potable, stock de carbono y provisión de leña

El porcentaje de área de alta prioridad obtenido para estos tres SE, fue el menor de los encontrados para el área de estudio local, al igual que en los casos anteriores, es un reflejo de

los resultados particulares de cada SE, bajos valores en los pixeles y pocos pixeles con valores representativos explican el bajo porcentaje de zonas de alta prioridad encontrado (Cuadro 17).

Cuadro 17. Porcentaje del área total de cada zona de estudio correspondiente a alta prioridad para calidad de agua potable, stock de carbono y provisión de madera

PAÍS	ÁREA LOCAL TOTAL
% del área del país o del área local con prioridad de 85 o más	0.00003

Las zonas de alta prioridad, presentan un patrón similar al observado para agua potable y leña, los cuales por su distribución más restringida, limitan la distribución de las áreas multipropósito. Estas zonas de alta prioridad, se ubican de manera agregada al sur de El Cuá y al noreste del área de estudio y dispersa en pequeños parches al suroeste de El Cuá, en el sur de la cordillera la Isabelia y al oeste de Waslala (Figura 28).

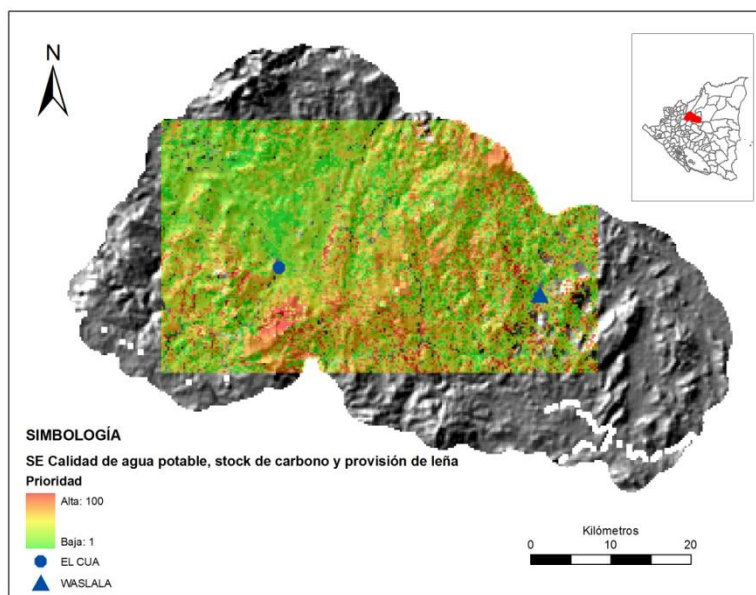


Figura 28. Distribución local de las prioridades para los SE calidad de agua potable, stock de carbono y provisión de leña

4.5 Discusión

En cada uno de los países y en la zona de El Cuá y Waslala en Nicaragua fue posible identificar zonas de diferentes grados de prioridad para la provisión de los SE evaluados, de tal manera que zonas de alta prioridad para un SE, no necesariamente lo fueron para otros, por lo que podemos afirmar que cada una de las áreas de estudio examinadas es importante para la provisión de al menos un SE (Egoh et ál. 2008).

De igual forma, se encontró que las áreas prioritarias de SE con beneficiarios directos definidos y por tanto un flujo conocido, como calidad de agua potable y provisión de leña, tuvieron una distribución restringida, comparada con SE con demanda uniforme (beneficiarios globales), como el stock de carbono y la provisión de madera, en donde las áreas prioritarias estuvieron muy asociadas a la distribución de la oferta del SE.

A pesar de las diferencias en la distribución espacial de las zonas de alta prioridad para la provisión de los SE, fue posible identificar algunas áreas de alta prioridad comunes las cuales permitieron definir zonas importantes para la provisión de varios SE. Lo anterior, concuerda con los resultados encontrados por Chan et ál. (2006), quienes definieron áreas prioritarias para 6 SE (stock de carbono, control de inundaciones, producción de forraje, polinización y provisión de agua) y quienes exponen que a pesar de las diferencias en cuanto a distribución espacial de las prioridades de los SE es posible encontrar áreas de alto valor de importancia para múltiples SE.

Al comparar los porcentajes de áreas de alta prioridad para un solo SE con los resultados obtenidos para SE múltiples, estos últimos fueron menores, lo cual puede estar indicando que la mejora en la provisión de SE (en términos de la extensión en este caso) no se da necesariamente al aumentar el número de SE considerados (Egoh et ál. 2011). De igual forma, las diferencias obtenidas en los resultados, indican la necesidad de ser precavidos en usar un SE para predecir otros (Chan et ál. 2006, Egoh et ál. 2008) debido principalmente, al desconocimiento sobre las funciones y las interacciones que regulan la provisión de SE (Chan et ál. 2006, Wendland et ál. 2010).

Por lo anterior, es importante que de acuerdo a la metodología implementada, los valores de alta prioridad para SE múltiples provienen de la combinación de diferentes valores posibles de los pixeles, (bajo-bajo, alto-alto, alto-medio y/o medio-medio), lo cual es

importante en el momento de proponer estrategias y/o acciones encaminadas a la gestión de estas áreas.

Las áreas para la provisión de SE únicos y múltiples, se reconocen como sitios estratégicos para la gestión de SE en los cuales se deben implementar planes de intervención que contribuyan a proteger y/o recuperar los SE involucrados (Chan et ál. 2006, Egoh et ál. 2008, Egoh et ál. 2011). Esta identificación de sitios estratégicos así como las relaciones directas o indirectas entre los SE, es un componente importante de cualquier priorización, dada la variable capacidad de los ecosistemas de producir SE (van Jaarsveld et ál. 2005).

El porcentaje de las áreas de alta prioridad comunes entre SE, depende en gran medida del tipo de SE que se evalúen (Egoh et ál. 2008), SE como provisión de agua y stock de carbono, poseen en cierta medida criterios por lo menos de oferta similares en cuanto al uso de suelo y de amenaza, lo cual puede permitir encontrar más áreas comunes para la provisión de los dos SE. En el caso de la combinación de SE como agua y leña diferencias en cuanto a la relevancia de ciertos usos de suelo para la provisión de cada SE y la densidad y ubicación de los beneficiarios, puede limitar un poco la existencia de áreas comunes que satisfagan la provisión de los dos SE.

Respecto al efecto de utilizar el uso de suelo como único indicador de la oferta, en el caso de la calidad de agua de Guatemala, las áreas de alta prioridad para el SE se concentraron en el bosque como uso de suelo con mayor valor de importancia asignado, mientras que para Honduras, Nicaragua y a escala local, se observa una distribución de los porcentajes de alta prioridad menos dependiente de la distribución de usos bien calificados debido a que el criterio oferta incluye otros indicadores.

Con el fin de precisar el efecto de utilizar el uso de suelo como único indicador de la oferta, se tomó como ejemplo Honduras, se aplicó el modelo y se encontró que se sobrestiman en este caso no solo las áreas (por las restricciones de área de los otros indicadores) sino los niveles de prioridad (con solo el uso de suelo cambian las extensiones de las zonas en el rango de prioridad, observándose un aumento en los tamaños de áreas de alta prioridad, lo cual puede o no significar una disminución en la precisión de los resultados).

Si bien, el uso de suelo se usa como una medida de los SE (Tianhong et ál. 2010), al utilizarlo es importante considerar que no es el único factor a nivel biofísico que determina la disponibilidad del SE y que no tiene en cuenta el efecto de las diferentes configuraciones y

procesos en el paisaje que pueden afectar la disponibilidad del SE, entre los indicadores más incluyan factores e interacciones que garanticen la disponibilidad de los SE se pueden obtener resultados más reales.

De igual forma se debe tener en cuenta el SE a evaluar ya que este puede estar más o menos relacionado con el uso del suelo (Chen 2009), es el caso de lo reportado por Egoh et ál. (2011) quienes refieren que para conservar aproximadamente el 40% de los SE relacionados con suelo y agua es necesario conservar entre el 4% y el 13% de los pastizales, mientras para conservar el 40% del SE de carbono se debe conservar el 34% de este tipo de cobertura.

Para este caso en particular, se debe tener en cuenta no solo el papel de los bosques como principales proveedores de los SE evaluados, sino la importancia de otros usos que pueden aportar no solo a la provisión, sino que con el manejo adecuado pueden contribuir a reducir el riesgo de pérdida de los SE, es el caso de usos como los arbustales, las sabanas arbustivas y usos agropecuarios, los cuales representan porcentajes importantes de las áreas evaluadas e incluyen diferentes niveles de prioridad de cada uno de los SE evaluados. La potencialidad de estos usos, se ve reflejada en la valoración que recibieron a escala local, y en los mayores valores de desviación estándar que tuvieron usos como Café/Cacao y Pastura con árboles para calidad de agua y Café/Cacao y pastura sin árboles, los cuales fueron calificados siempre con la condición del tipo de manejo que se les daba, por ejemplo cafetales con sombra pueden tener un impacto positivo mayor para el stock de carbono que los cafetales sin sombra.

Relacionado con lo anterior la diferencia encontrada entre la distribución de las zonas de alta oferta que generalmente estuvieron asociadas a zonas boscosas, respecto a las zonas de alta demanda asociadas a zonas agrícolas, por ser las zonas con mayor densidad de población, se explica, dado que los SE no siempre son producidos o disponibles en la misma zona donde se utilizan (van Jaarsveld et ál. 2005), por lo que en la evaluación de los mismos, es importante considerar las características y la distribución espacial de los ecosistemas y de los usuarios, ya que estos definen los flujos de los SE (Chan et ál. 2006). En consecuencia, algunos SE pueden tener más valor en algunas zonas particulares por la cantidad de personas que dependen directamente de estos servicios y por la forma en la que estos son aprovechados (Turner et ál. 2007).

Otro aspecto importante de considerar, es el posible efecto de la escala en la priorización de áreas para SE, para el caso de agua potable, no existe suficiente evidencia para

atribuir las diferencias encontradas en la distribución de las áreas de mayor prioridad a solo las diferencias de escala, ya que además de usar indicadores diferentes para los criterios de oferta y demanda, algunos de estos pasaron por una reducción de escala. En el caso del stock de carbono, donde se usaron los mismo indicadores, a escala de país de la zona de estudio local, corresponde a zonas de baja prioridad con parches dispersos de alta prioridad, pero al observar el detalle, gran parte del área es de media a alta prioridad, lo cual puede estar indicando el efecto de la escala en la medida del detalle que se obtiene al disminuir la escala de trabajo.

Dadas las diferencias en los resultados encontrados respecto al efecto de la escala, es importante tener en cuenta que escalas independientes de la oferta y la demanda pueden afectar las relaciones entre la oferta y el tamaño total del beneficio de la demanda, adicionalmente cuando la demanda varía en escalas más pequeñas que la oferta, los desajustes espaciales se ven agravados (Chan 2006). Por lo anterior SE con demandas definidas (calidad de agua, provisión de leña) pueden o no ser más afectadas por la escala de trabajo, que SE con demanda uniforme.

En relación a lo anterior, van Jaarsveld et ál. (2005) plantean que la escala de trabajo amplía o restringe la realidad relacionada principalmente con (disparidad de datos, adaptaciones locales y cambios en la demanda), lo cual se refleja en el caso particular de la calidad de agua para el área de Waslala y el Cuá ya que existen particularidades relacionadas, con la existencia y disponibilidad de fuentes de agua, como lo son, la inexistencia o ineficiencia de infraestructura básica que permita tener acceso a las fuentes, y que la totalidad de acueductos funcionan por gravedad, por lo que los habitantes de las comunidades que habitan en zonas altas no pueden acceder a este SE. La imposibilidad de conocer estos detalles y relacionarlos con los resultados obtenidos a nivel nacional, respaldan lo propuesto por Jaarsveld et ál. (2005) y Duraiappah (2011), quienes sugiere la utilidad de escalas medias para la priorización de áreas para provisión de SE.

La metodología usada y los resultados obtenidos tanto a nivel de país como a nivel local, permiten una primera aproximación a las áreas en las cuales se deben priorizar esfuerzos de conservación y desarrollo sostenible, que garanticen la provisión de los SE mediante el mantenimiento o recuperación de la oferta, y la mitigación de la amenaza, de igual forma, los resultados intermedios obtenidos de distribución de oferta y demanda se pueden emplear como elementos importantes para mejorar la eficiencia de herramientas como el PSE,

implementación de proyectos, creación de áreas protegidas cuyo objeto de conservación sean los SE, entre otros.

Es importante mencionar que la definición de áreas prioritarias basadas únicamente en SE como único instrumento para la canalización de esfuerzos tanto económicos como técnicos para garantizar la conservación, debe ser considerado con mucho cuidado, dado que situaciones como cambios en la demanda de los SE así como cambios en las relaciones de dependencia por parte de los beneficiarios hacia los SE por la dinámica propia de las comunidades y de los ecosistemas, por cambios en el mercado, a nivel político, económico, situaciones ambientales extremas, pueden modificar la distribución de las zonas de alta prioridad, por lo que se sugiere considerar esta metodología de priorización como un elemento importante en el marco de otras herramientas ambientales, sociales, económicas y políticas que permitan tener una mayor certeza en el momento de la implementación de estrategias a largo plazo.

4.6 Conclusiones y recomendaciones

- Se identifican la región de Petén en Guatemala, los departamentos de Olancho y Colón en Honduras y la costa Caribe Nicaragüense como zonas importantes no solo para la provisión de SE particulares sino como áreas multipropósito importantes para la provisión de dos o más SE
- A escala local el sur de El Cuá, la cordillera la Isabelia y el oeste de Waslala aparecen como zonas importantes para la provisión de SE individuales y múltiples
- En general se presentaron bajos porcentajes de zonas de alta prioridad para la provisión de SE individuales y múltiples a escala de país y a escala local
- Se observan diferencias entre los resultados obtenidos a escala de país y a escala local, pero debido a limitaciones de la información, no hay suficiente evidencia para atribuir estas discrepancias al efecto de la escala
- SE con demanda definida tienen áreas de alta prioridad más concentradas
- Los resultados obtenidos, aplican para los SE, criterios e indicadores, utilizados
- La aplicabilidad de los resultados, requiere de la revisión de los pesos de los criterios del modelo, de acuerdo a los objetivos de la priorización
- Se definen áreas prioritarias para la provisión de múltiples SE, que si bien no representan áreas extensas si se consideran lugares estratégicos para el manejo de SE, que deben ser manejados con precaución debido al desconocimiento que sobre las relaciones entre los SE, se presentan
- Condiciones biofísicas pueden además de garantizar los flujos de provisión, estar determinando la demanda, por ejemplo, zonas planas están relacionadas directamente con mayor probabilidad de deforestación y de estar ocupadas (demanda), por la facilidad para el establecimiento de sistemas productivos y de infraestructura
- Utilizar el uso de suelo como indicador único de la oferta, puede ser una herramienta de aproximación a la identificación de áreas prioritarias para SE, útil en el caso que no exista información adicional. Es indispensable tener en cuenta las limitaciones relacionadas con interacciones en el paisaje y con la dependencia más o menos directa de este indicador, de acuerdo al uso de suelo y al SE evaluado
- La priorización de las áreas puede fluctuar de acuerdo a la metodología de valoración usada (revisión de literatura y por consulta a expertos) incluso dentro de los expertos dependiendo del interés de la valoración y del criterio evaluado

- La disponibilidad y características de la información en el área de estudio a escala nacional y local, limita el planteamiento de una metodología estandarizada para modelar la distribución de las áreas prioritarias para provisión de SE
- Se sugiere generar la información de los indicadores de acumulación de sedimentos y degradación de los sistemas ecológicos para Guatemala y para las zonas faltantes de Honduras y Nicaragua
- Se recomienda incluir la amenaza de cambio de usos de suelo adicionales al bosque (p. ej.: pasturas con árboles y café-cacao) dentro del modelo para la priorización de zonas para provisión de leña
- Sería interesante adicionar la consulta de expertos así como criterios sociales, políticos y económicos que puedan estar afectando la provisión de los SE, con el fin de valorar el efecto de estos criterios en la provisión de los SE, esto permitiría la aplicación de estrategias mas integrales para la conservación de los SE
- Aunque la identificación de áreas prioritarias para lo provisión de SE, es una herramienta importante para centralizar espacialmente los esfuerzos y las estrategias de conservación esta debe ser enmarcada dentro de una estrategia que incluya otros aspectos ambientales, sociales, económicos y políticos que brinden mayor seguridad en el momento de canalizar esfuerzos para la conservación

4.7 Referencias bibliográficas

- Aguilar, S. 001. Estimación de biomasa aérea y carbono almacenado en el área de aprovechamiento anual 2001, Uaxactun, Flóres, Petén. Tesis Lic. Petén, Guatemala, Universidad San Carlos de Guatemala.
- Ávila, G; Jiménez, F; Beer, J; Gómez, M y Ibrahim, M. 2001. Almacenamiento, fijación de carbono y valoración de servicios ambientales en sistemas agroforestales en Costa Rica. *Agroforestería en las Américas* 8(30).
- Baltodano, M. 2005. Valoración Económica de la Oferta del Servicio Ambiental Hídrico en las subcuencas de los ríos Jucuapa y Calico, Nicaragua. Tesis Mag. Sc. Turrialba, Costa Rica, CATIE.
- Brauman, K; Daily, G; Duarte, T y Mooney, H. 2007. The Nature and Value of Ecosystem Services: An Overview Highlighting Hydrologic Services. *Annual review of environmental resources*, 32:67–98. Doi:10.1146/annurev.energy.32.031306.102758.
- Cameron, W. 2007. Payments for environmental services in Costa Rica: Conservation and production decisions within the San Juan-la Selva biological corridor. Tesis PhD. University of Idaho.
- CATIE (Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza). 2010. Informe Final, Línea de Base. Proyecto CATIE-MESOTERRA Turrialba, Costa Rica.
- Castillo, M. 2010. Caracterización de la cobertura vegetal Cuencas “El Cuá” y “Trifinio”. Informe de consultoría. Proyecto MESOTERRA. Turrialba, Costa Rica.
- CCAD (Comisión centroamericana de ambiente y desarrollo). 1998. Estimación de la cantidad de Carbono Almacenado y Captado (masa aérea) en el Corredor Biológico Mesoamericano Honduras. USAID.
- CCAD (Comisión centroamericana de medio ambiente y desarrollo). 2008. Programa Estratégico Regional para el Manejo de los Ecosistemas Forestales (PERFOR).
- CEPAL (Comisión económica para América Latina y el Caribe). 2010. Economía del cambio climático en Centroamérica. Síntesis.
- Chan, K; Shaw, R; Cameron, D; Underwood, E y Daily, G. 2006. Conservation Planning for Ecosystem Services. *PLoS Biology*. 4 (11): e379. DOI: 10.1371/journal.pbio.0040379.
- Chen, N; Huancheng, L y Wang, L. 2009. A GIS-based approach for mapping direct use value of ecosystem services at a county scale: Management implications. *Ecological economics* 68: 2768-2776.
- Cifuentes, M. 2008. Aboveground biomass and ecosystem carbon pools in tropical secondary forests growing in six life zones of Costa Rica. Tesis PhD, Oregon State University.
- CONAP (Consejo Nacional de Áreas protegidas); Rodríguez, J y Pratt, L. 1998. Potencial de carbono y fijación de dióxido de carbono de la biomasa en pie por encima del suelo en los bosques de Honduras. INCAE, CEN 741/Comisión centroamericana de ambiente y desarrollo.
- Del Castillo, C. 2008. Escenarios económicos para el manejo de la oferta del servicio ecosistémico de provisión y regulación del recurso hídrico para consumo humano en la subcuenca alta superior del Río Pasto, Colombia. Tesis Mag. Sc. Turrialba, Costa Rica, CATIE.
- Díaz, S, y Duffy, J. 2006. Biodiversity and ecosystem services En: *Encyclopedia of Earth*. Cutler, J. Eds. Washington, D.C.: Environmental Information Coalition, National Council for Science and the Environment. (En línea). Consultado el 03 de agosto 2008. Disponible en: [Http://www.eoearth.org/article/Biodiversity_and_ecosystem_services](http://www.eoearth.org/article/Biodiversity_and_ecosystem_services)

- Duraiappah, A. 2011. Ecosystem Services and Human Well-Being: Do Global Findings Make Any Sense?. *BioScience*, 61(1):7-8. Consultado el 20 de mayo de 2011. Disponible en <http://www.bioone.org/doi/full/10.1525/bio.2011.61.1.2>
- Dzib, B. 2003. Manejo, secuestro de carbono e ingresos de tres especies forestales de sombra en cafetales de tres regiones contrastantes de Costa Rica. Tesis Mag. Sc. Turrialba, Costa Rica, CATIE.
- Egoh, B; Reyers, B; Rouget, M; Richardson, D; Le Maitre, D y van Jaarsveld, A. 2008. Mapping ecosystem services for planning and management. *Agriculture, Ecosystems and Environment* 127: 135–140.
- Egoh, B; Reyers, B; Rouget, M y Richardson, D. 2011. Identifying priority areas for ecosystem service management in South African Grasslands. *Journal of Environmental Management* 92: 1642-1650.
- Eslinger, D; Carter, H; Dempsey, E; VanderWilt, M; Wilson, B y Meredith, A. 2005. The Nonpoint-Source Pollution and Erosion Comparison Tool. NOAA Coastal Services Center, Charleston, South Carolina. Consultado el 10 de junio de 2011. Disponible en <http://www.csc.noaa.gov/nspect/>
- Estrada, N; Molina, L y Imbach, P y. 2009. Digitalización de objetos de conservación, desarrollo de modelos batimétricos y bentónicos, adaptación y validación del modelo “Reefs at Risk” para el Caribe de Centroamérica y corridas del algoritmo MARXAN de la zona costero-marina de las Ecorregiones Chiapas-Nicaragua, Caribe Occidental y Caribe Suroccidental. Informe de consultoría.
- FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación). 2011. Situación de los bosques del mundo. Roma. Consultado el 10 de junio de 2011. Disponible en <http://www.fao.org/docrep/013/i2000s/i2000s.pdf>
- González, C; Locatelli, B; Imbach, P; Vignola, R; Pérez, C y Vaast, P. 2007. Identificación de bosques y sistemas agroforestales proveedores de servicios ecosistémicos para el sector agua potable en Nicaragua. *Recursos naturales y ambiente, comunicación técnica* 51-52.
- Haslett, J; Berry, P; Bela, G; Jongman, R; Pataki, G; Samways, M & Zobel, M. 2010. Changing conservation strategies in Europe: a framework integrating ecosystem services and dynamics. *Biodiversity and Conservation* 19:2963–2977. DOI 10.1007/s10531-009-9743-y.
- Hein, L; Koppen, K; de Groot, R; van Ierland, E. 2006. Spatial scales, stakeholders and the valuation of ecosystem services. *Ecological Economics* 57: 209- 228.
- Imbach, P. 2005. Valoración de los residuos biomásicos en Costa Rica usando sistemas de información geográfica. Serie Técnica. Informe Técnico No. 340. CATIE, Costa Rica. 41p.
- INE (Instituto Nacional de Estadísticas de Honduras). 2001. Consultado el 10 mayo de 2010. Disponible en <http://celade.cepal.org/cgibin/RpWebEngine.exe/PortalAction?&MODE=MAIN&BASE=CPVHND2001&MAIN=WebServerMain.inl>
- INE (Instituto Nacional de Estadísticas de Guatemala). 2002. Consultado el 10 mayo de 2010. Disponible en www.ine.gob.gt
- INIDE (Instituto Nacional de Información para el Desarrollo). 2005. Censo de Nicaragua. Consultado el 10 de mayo de 2010. Disponible en <http://www.inide.gob.ni/censos2005/censo2005.htm>
- Jobse, J. 2009. Impacts of forest-to-agriculture conversion on aboveground and soil carbon and nitrogen stocks along a bioclimatic gradient in Costa Rica. Tesis PhD. Dissertation. Oregon State University.

- Locatelli, B; Imbach, P; Vignola, R; Metzger, M y Leguía, E. 2010. Ecosystem services and hydroelectricity in Central America: modeling service flows with fuzzy logic and expert knowledge. *Regional environmental change*, DOI 10.1007/s10113-010-0149-x
- López, p. 1999. Potencial de carbono y absorción de dióxido de carbono de la biomasa en pie por encima del suelo en los bosques de la república de Guatemala. Plan de acción forestal para Guatemala –Instituto nacional de bosques –primera comunicación nacional y plan de acción sobre cambio climático (CONAMA)-proyecto gua/97/g32 CONAP.
- Madrigal, R y Alpízar, F. 2008. Diseño y gestión adaptativa de un programa de pagos por servicios ecosistémicos en Copán Ruinas, Honduras. Instituto Nacional de Investigación y Tecnología Agraria y Alimentaria (INIA) Investigación Agraria: Sistemas y Recursos Forestales, 17(1): 79-90. *EfD Central América*, CATIE. Turrialba. Costa Rica. Consultado el 20 de enero de 2010. Disponible en www.inia.es/srf ISSN: 1131-7965.
- MEA (Millennium Ecosystem Assessment). 2005. *Ecosystems and human well-being: Biodiversity synthesis*. Island Press Washington, D.C.
- Mena, V. 2008. Relación entre el carbono almacenado en la biomasa total y la composición fisionómica de la vegetación en los sistemas agroforestales con café y en bosques secundarios del Corredor Biológico Volcánica Central-Talamanca, Costa Rica. Tesis Mag. Sc. Turrialba, Costa Rica, CATIE.
- Mora, V. 2001. Fijación, emisión y balance de gases de efecto invernadero en pasturas en monocultivo y en sistemas silvopastoriles de fincas lecheras intensivas de las zonas altas de Costa Rica. Tesis Mag. Sc. Turrialba, Costa Rica, CATIE.
- Moraes Ferreira, CM. 2001. Almacenamiento de carbono en bosques secundarios en el Municipio de San Carlos, Nicaragua. Tesis Mag. Sc. Turrialba, Costa Rica. CATIE.
- Naidoo, R; Balmford, A; Costanza, R; Fisher, B; Green, R; Lehner, B; Malcolm, T y Ricketts, T. 2008. Global mapping of ecosystem services and conservation priorities. *PNAS*, 105(28): 9495-9500. Consultado 5 de enero de 2010. Disponible en www.pnas.org/cgi/content/full/0707823105/DCSupplemental
- Orozco, L; Brumér, C y Quirós, D (EDS). 2006. Aprovechamiento de impacto reducido en bosques latifoliados húmedos Tropicales. Serie técnica. Manual técnico / CATIE; no. 63. CR. 442 p.
- Retamal, M. 2006. Valoración económica de la oferta del servicio ecosistémico hídrico para consumo humano en el Municipio de Copán Ruinas, Honduras. Tesis Mag. Sc. Turrialba, Costa Rica, CATIE.
- Sánchez, K; Jiménez, F; Velásquez, S; Piedra, M; Romero, E. 2004. Metodología de análisis multicriterio para la identificación de áreas prioritarias de manejo del recurso hídrico en la cuenca del río Sarapiquí, Costa Rica. Recursos Naturales y Ambiente, Comunicación técnica.
- Tianhong, L; Wenkai, L y Zhenghan, Q. 2010. Variations in ecosystem service value in response to land use changes in Shenzhen. *Ecological economics* 69: 1427- 1435.
- TNC (The Nature Conservancy). 2007. Red de Drenajes de Centroamérica. Geodatabase. Versión 1.0. Región de Mesoamérica & Caribe. Science Program, San José, Costa Rica.
- TNC (The Nature Conservancy). 2009. Evaluación de ecorregiones de agua dulce en Mesoamérica, sitios prioritarios para la conservación en las ecorregiones de Chiapas a Darién. Programa de Ciencias Regional, Región de Mesoamérica y el Caribe. San Jose, CR. 520 P.

- van Jaarsveld, A; Biggs, R; Scholes, R; Bohensky, E; Reyers, B; Lynam, T; Musvoto, C y Fabricius, C. 2005. Measuring conditions and trends in ecosystem services at multiple scales: the Southern African Millennium Ecosystem Assessment (SAfMA) experience. *Philosophical Transactions of the Royal Society*, 360: 425–441, doi:10.1098/rstb.2004.1594. Consultado el 30 de mayo de 2011. Disponible en <http://rstb.royalsocietypublishing.org/>
- Vergara, G y Gayosob, J. 2008. Conocimiento base y clasificación difusa una aplicación de métodos de conocimiento base y clasificación difusa para predecir calidad de agua en tres comunas del sur de Chile. *Bosque* 29(2): 127-135.
- Wendland, K; Honzák, M; Portela, R; Vitale, B; Rubinoff, S; Randrianarisoa, J. 2010. Targeting and implementing payment for ecosystem services: Opportunities for bundling biodiversity conservation with carbon and water services in Madagascar. *Ecological economics* 69: 2093–2107. doi:10.1016/j.ecolecon.2009.01.002.
- Wünscher, T; Engel, S; Wunder, S. 2008. Spatial targeting of payments for environmental services: A tool for boosting conservation benefits. *Ecological economics* 65: 822 – 833.
- Zamora, S. 2006. Efecto de los pagos por servicios ambientales en la estructura, composición, conectividad y el stock de carbono presente en el paisaje ganadero de Esparza, Costa Rica. Tesis Mag. Sc. Turrialba, CR, CATIE.

4.8 Anexos

4.8.1 Anexo 1. Base de datos de capas de información usada para la identificación de áreas prioritarias para provisión de SE

AREA DE INTERÉS	CAPA (WGS 84, UTM 16N)	FUENTE	CRITERIO	SE	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS PARA PRIORIZACIÓN	
					CALIDAD DE AGUA POTABLE	STOCK DE CARBONO
Guatemala	Uso de suelo	Uso del suelo 2003	Oferta	1,2,3	A	B
	Densidad de población	Esta investigación, usando la base de datos de INE (2002)	Demanda	1		
	Usuarios fuera del sistema de agua potable	Esta investigación, usando la base de datos de INE (2002)	Demanda	1		
	Usuarios de sistema colectivo sin ningún tipo de tratamiento	Esta investigación, usando la base de datos de INE (2002)	Demanda	1		
	Usuarios de sistema colectivo de Fuentes de agua superficiales	Esta investigación, usando la base de datos de INE (2002)	Demanda	1		
Honduras	Uso de suelo	Cobertura vegetal 2002	Oferta	1,2,3	A	B
	Densidad de población	Esta investigación, usando la base de datos de INE (2001)	Demanda	1		
	Usuarios fuera del sistema de agua potable	Esta investigación, usando la base de datos de INE (2001)	Demanda	1		
	Usuarios de sistema colectivo sin ningún tipo de tratamiento	Esta investigación, usando la base de datos de INE (2001)	Demanda	1		
	Usuarios de sistema colectivo de Fuentes de agua superficiales	Esta investigación, usando la base de datos de INE (2001)	Demanda	1		
Nicaragua	Uso de suelo	Cobertura forestal 2006	Oferta	1,2,3	A	B

	Densidad de población	Esta investigación, usando la base de datos de INIDE (2005)	Demanda	1		
	Usuarios fuera del sistema de agua potable	Esta investigación, usando la base de datos de INIDE (2005)	Demanda	1		
	Usuarios de sistema colectivo sin ningún tipo de tratamiento	Esta investigación, usando la base de datos de INIDE (2005)	Demanda	1		
	Usuarios de sistema colectivo de Fuentes de agua superficiales	Esta investigación, usando la base de datos de INIDE (2005)	Demanda	1		
Waslala-El Cuá (Nicaragua)	Uso de suelo	CATIE (2010); Castillo (2010)	Oferta	1,2,4	A	B
	Usuarios fuera del sistema de agua potable	Esta investigación	Demanda	1		
	Usuarios de sistema colectivo de Fuentes de agua superficiales	Esta investigación	Demanda	1		
General	Cuantificación de sedimentos	Estrada et al (2009)	Oferta	1		
	Degradación de los sistemas ecológicos	TNC (2009)	Oferta	1		
	Red de drenaje de Centroamérica	TNC (2007)		1		
	Probabilidad de deforestación	Cepal (2010)	Amenaza	1,2,4		

1= Calidad de agua potable, 2=Stock de carbono, 3=Provisión de carbono, 4=Provisión de leña

A= Sánchez et al 2004, Baltodano 2005, Retamal 2006, Brauman et al 2007, González et al 2007, del Castillo 2008, Madrigal y Alpízar 2008, Vergara y Gayoso 2008, Locatelli et al 2010.

B= CCAD 1998, CONAP et al 1998, López 1999, Ávila 2001, Moraes 2001, Imbach 2005, Aguilar 2001, Mora 2001, Dzib 2003, Zamora 2006, Cameron 2007, Cifuentes 2008, CEPAL 2010, Mena 2008, Jobse 2009.

4.8.2 Anexo 2. Formato de entrevista

Comunidad:

Fecha:

Entrevistado:

AGUA POTABLE

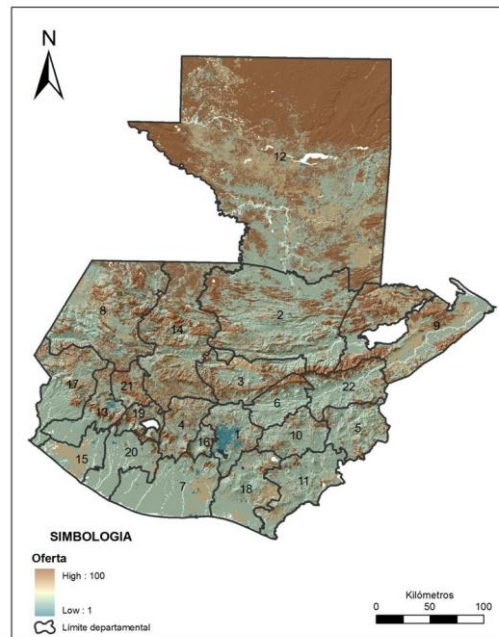
1. ¿Cómo es su acceso al agua para consumo? Potable, acceso directo de río, o quebrada, pozo, planta de tratamiento, entre otros.
2. En caso que sea potable, de donde proviene la tubería (punto de captación), ¿desde cuándo tiene acceso a este servicio?
3. ¿Qué tipo de infraestructura asociada existe, se le hace mantenimiento?
4. ¿Se ha enfermado alguna vez por la calidad de agua que consume?
5. De 1 a 3 ¿cómo califica la calidad del agua que consume?
 1. Mala
 2. Regular
 3. Buena
6. ¿El agua es sometida a algún tratamiento físico o químico?
7. ¿Paga algo por este servicio?
8. ¿Alguien administra o es responsable por la provisión del servicio?
9. ¿Ha observado algún cambio en la calidad o cantidad de agua en los últimos años, a que cree que se deba?
10. ¿Considera que alguna practica productiva de las que se realiza en la zona afecta en calidad o cantidad el agua para consumo?
11. De 1 a 4 califique cual de los siguientes usos de suelo está más relacionada con la provisión de agua de calidad para el consumo humano (1.nada, 2. Poco, 3. regular y 4. totalmente)
 - Bosque
 - Café/cacao sin sombra
 - Café/cacao en SAF
 - Pastura sin árboles
 - Pastura con árboles
 - Cultivos anuales
12. ¿Existe algún tratamiento para las aguas servidas?

RECURSOS FORESTALES (LEÑA)

1. ¿Qué tipos de recursos forestales no maderables (leña, medicinales, fibras...) usa?
2. ¿Usa algún recurso forestal maderable?, si es así lo hace para autoconsumo o para comercialización?, en caso positivo, solicitar información de especies, precios, mercados, volúmenes y prácticas de extracción, sitios y permisos.
3. ¿La leña la compra o la extrae personalmente?
4. ¿La usa para algún uso adicional que la preparación de alimentos?
5. Si la compra, ¿qué costo tiene?
6. ¿De qué zona proviene? ¿tiene relación con comunidades vecinas en torno a la extracción y/o uso de la leña?
7. ¿Existen preferencias de especies?
8. ¿Cada cuanto se aprovisiona de leña?
9. De 1 a 4, califique cual de los siguientes usos de suelo cual cree Ud. que está más relacionada con la provisión de leña o madera (1.nada, 2. Poco, 3. regular y 4. totalmente)
 - Bosque
 - Café/cacao sin sombra
 - Café/cacao en SAF
 - Pastura sin árboles
 - Pastura con árboles
 - Cultivos anuales
10. ¿Existen diferencias entre los tipos de leña (especies y frecuencias) de acuerdo del uso del suelo del cual provenga la leña?
11. ¿Conoce y realiza alguna práctica para minimizar el impacto de la extracción de leña?
12. ¿Cómo transporta la leña desde el sitio de extracción hasta su casa?
13. ¿Existe alguna restricción para la extracción de leña?/ ¿Alguien regula o restringe esta actividad?

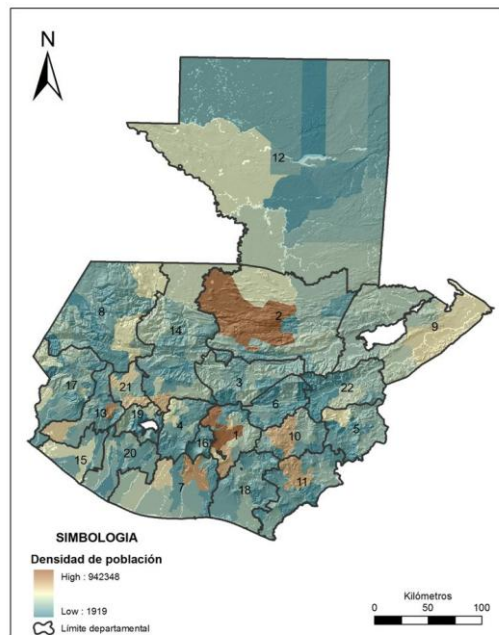
4.8.3 Anexo 3. Mapas temáticos intermedios Guatemala

4.8.3.1 Indicadores de oferta calidad de agua potable

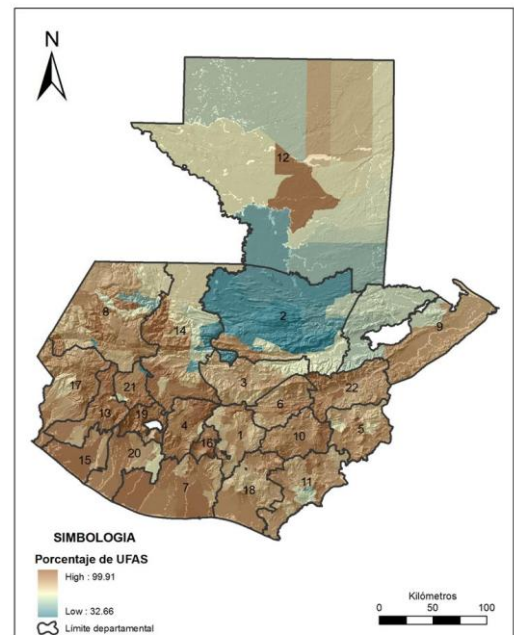


a. Oferta (uso de suelo)

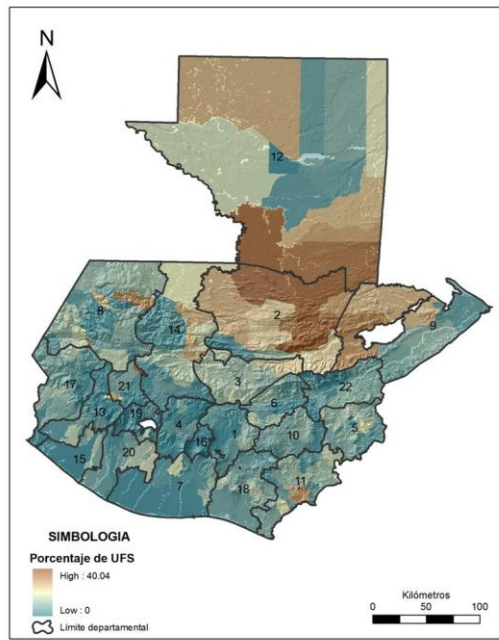
4.8.3.2 Indicadores de demanda calidad de agua potable



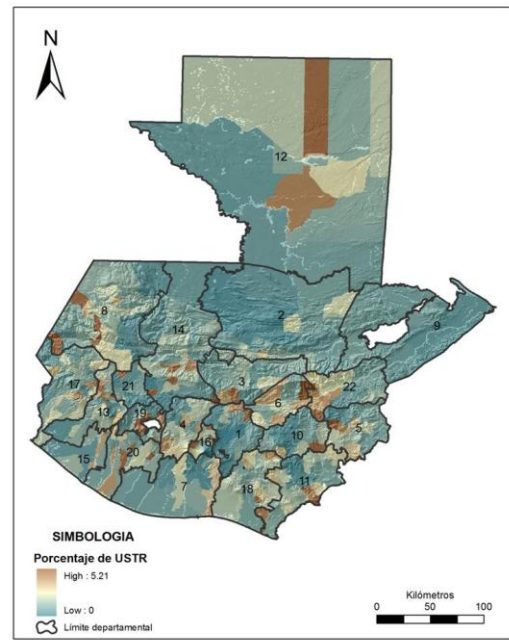
b.



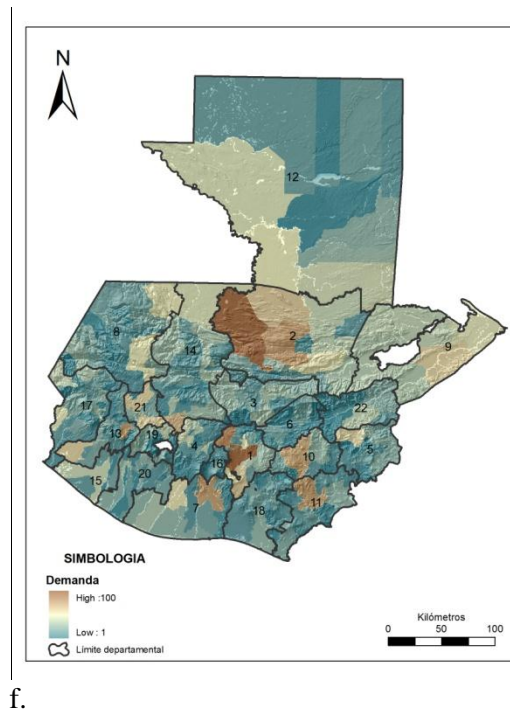
c.



d.



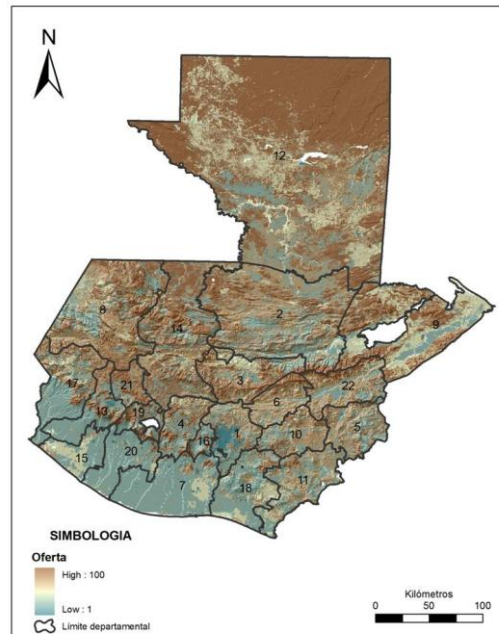
e.



f.

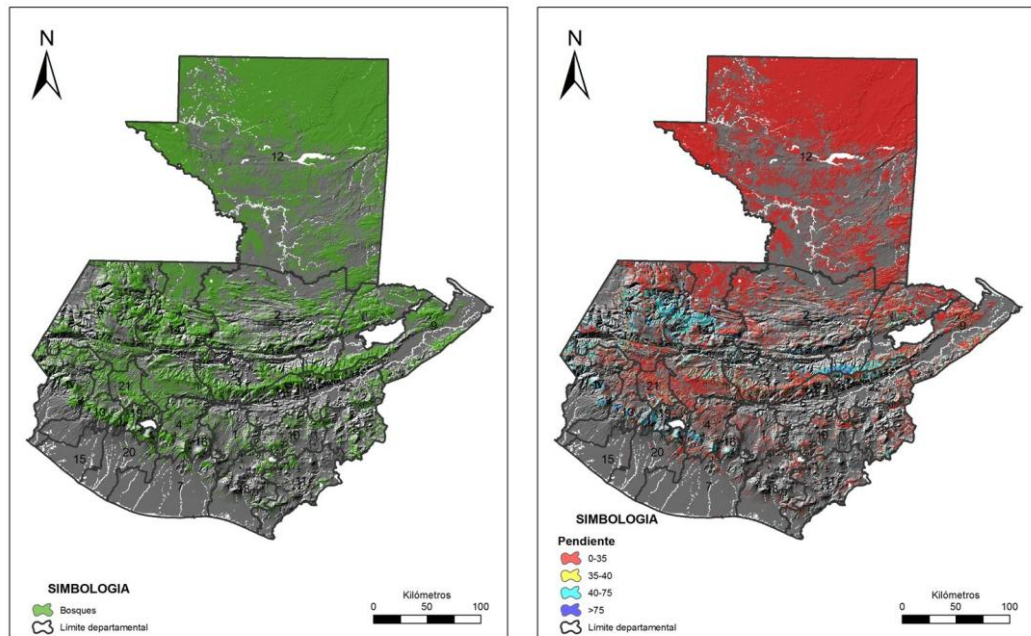
b. Densidad de población, c. Porcentaje de UFAS, d. Porcentaje de UFS, e. Porcentaje de USTR, f. Demanda

4.8.3.3 Indicadores de oferta stock de carbono



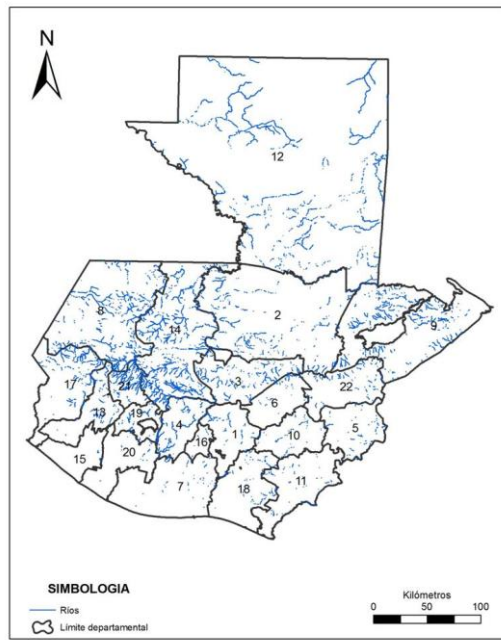
g. Oferta (uso de suelo)

4.8.3.4 Indicadores de oferta de provisión de madera

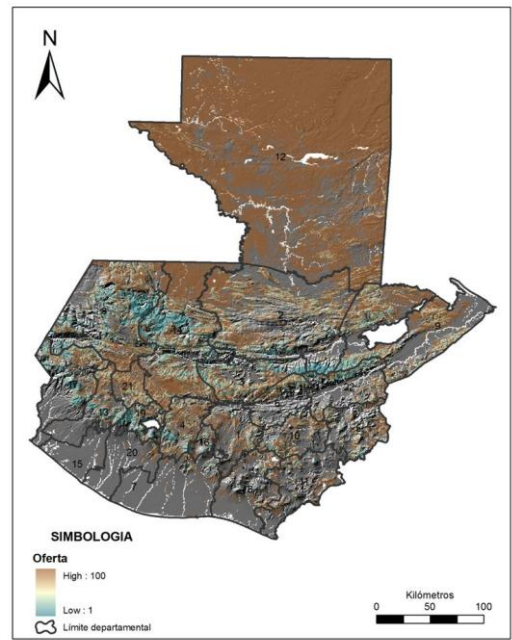


h.

i.



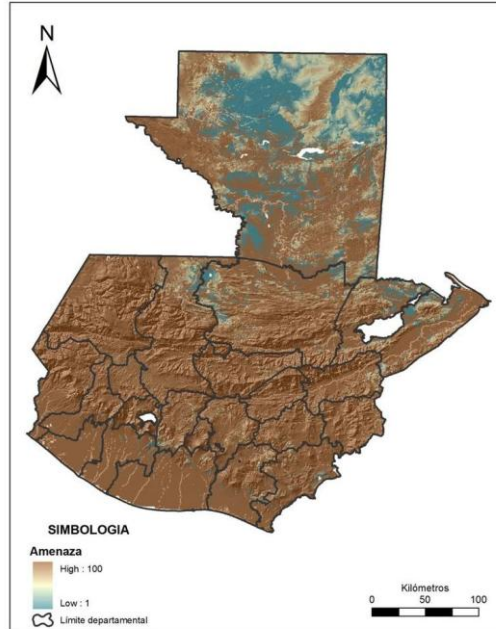
j.



k.

h. Bosques, i. Pendientes, J. Ríos, k. Oferta

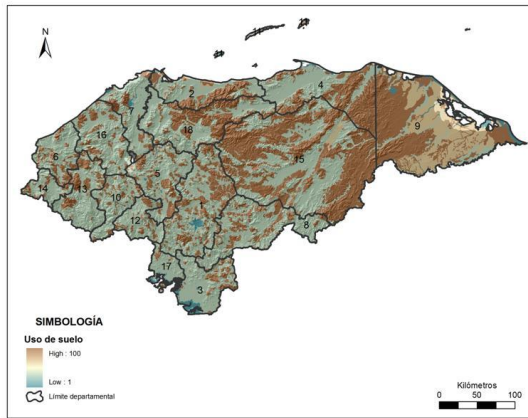
4.8.3.5 Amenaza Guatemala



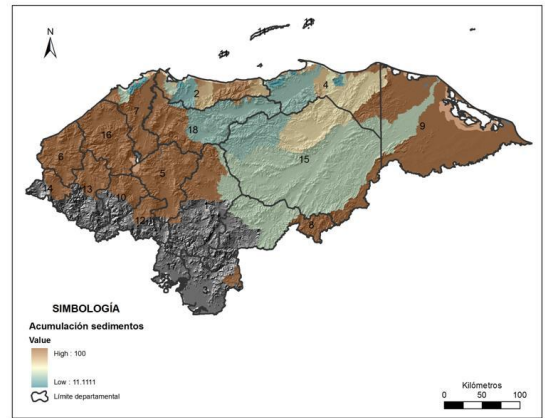
l. Amenaza para la provisión de SE

4.8.4 Anexo 4. Mapas temáticos intermedios Honduras

4.8.4.1 Indicadores de oferta calidad de agua potable



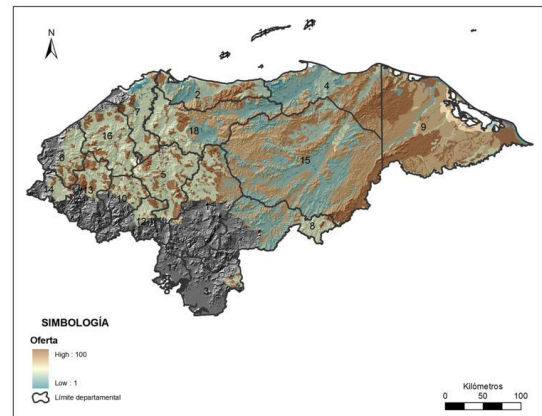
a.



b.



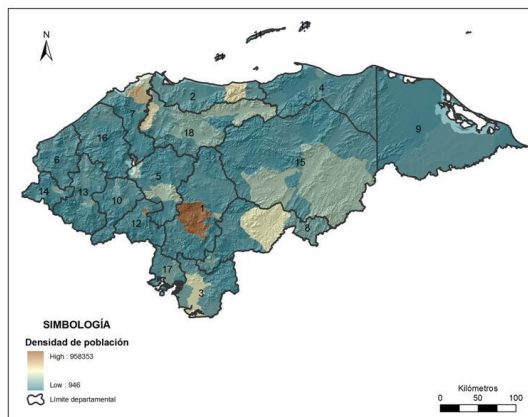
c.



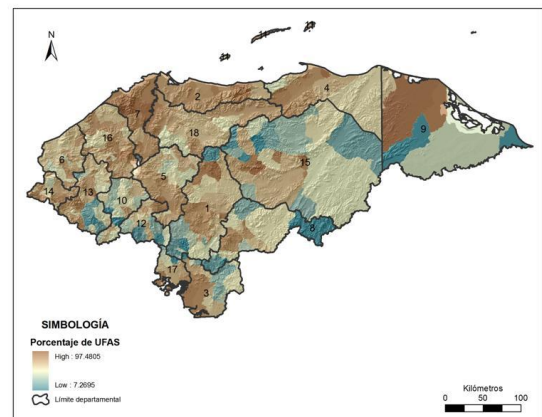
d.

a. uso de suelo b. acumulación de sedimentos c. Riesgo sobre los sistemas ecológicos d. Oferta

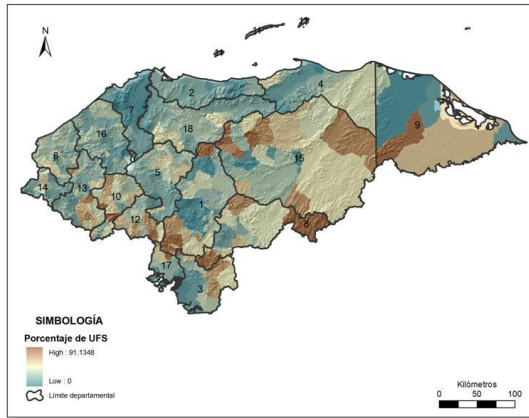
4.8.4.2 Indicadores de demanda calidad de agua potable



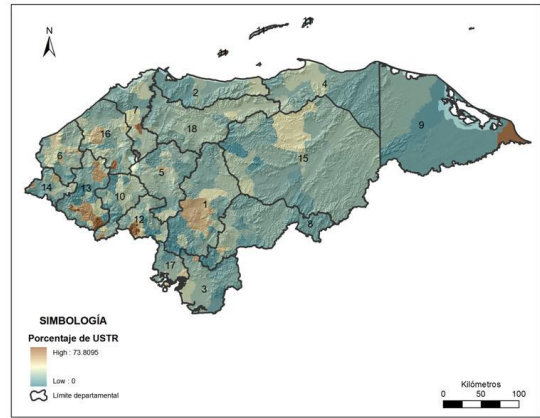
e.



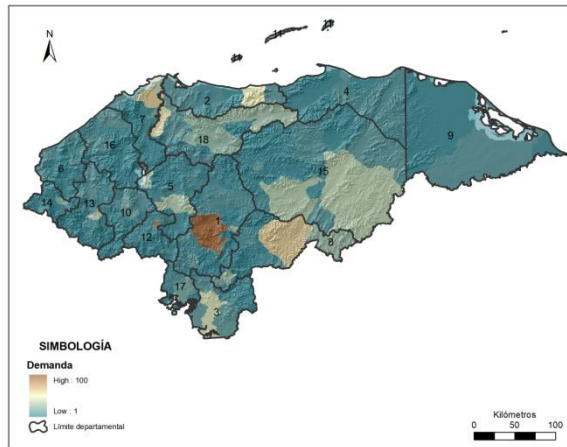
f.



g.



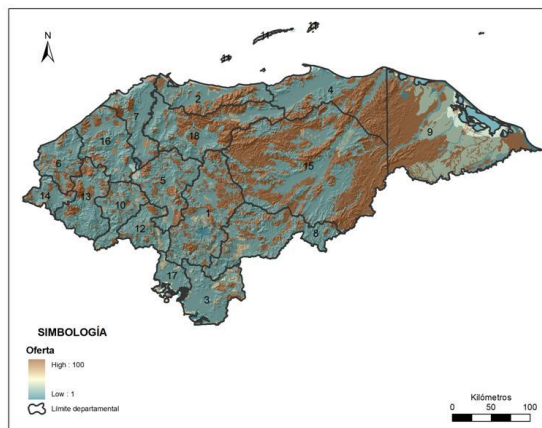
h.



i.

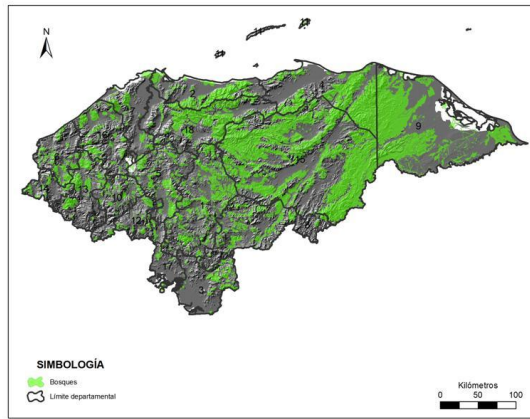
e. Densidad de población, f. Porcentaje de UFAS, g. Porcentaje de UFS, h. Porcentaje de USTR, i. Demanda

4.8.4.3 Indicadores de oferta stock de carbono

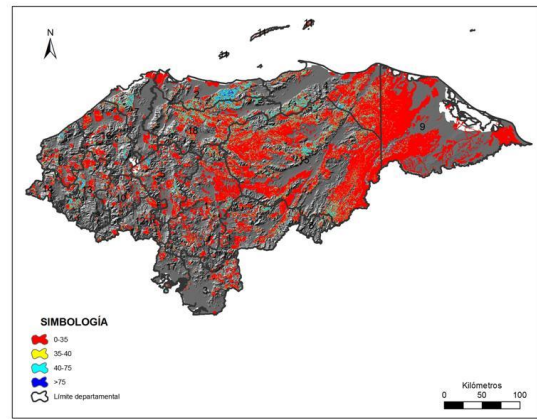


g. Oferta (uso de suelo)

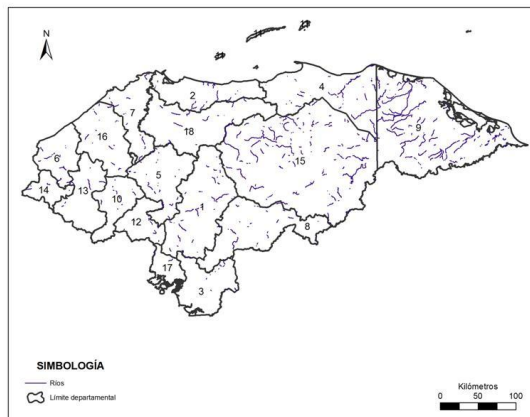
4.8.4.4 Indicadores de oferta de provisión de madera



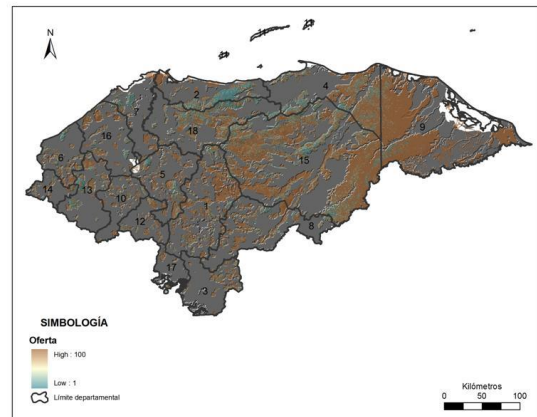
h.



i.



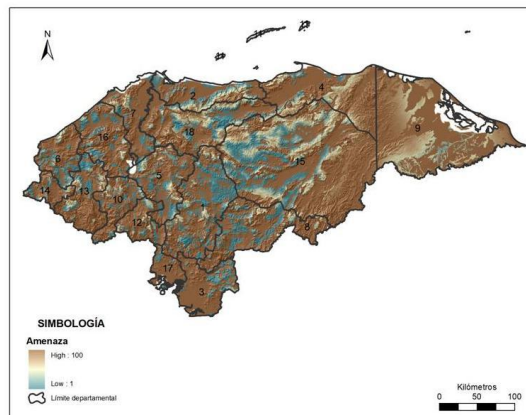
j.



k.

h. Bosques, i. Pendientes, J. Ríos, k. Oferta

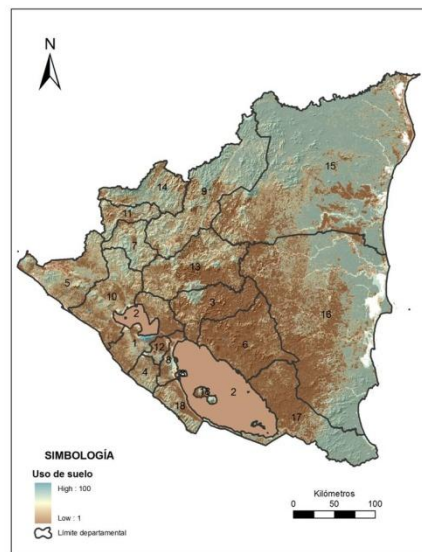
4.8.4.5 Amenaza Honduras



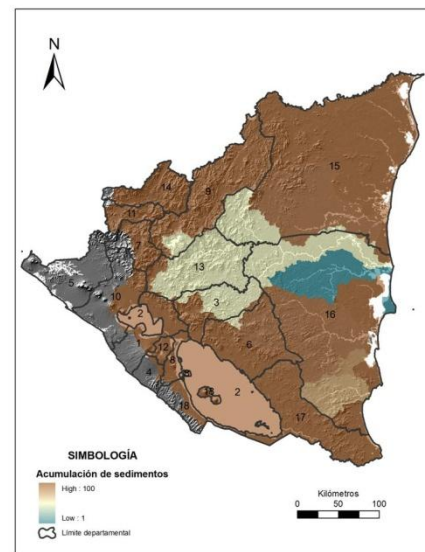
l. Amenaza para la provisión de SE

4.8.5 Anexo 5. Mapas temáticos intermedios Nicaragua

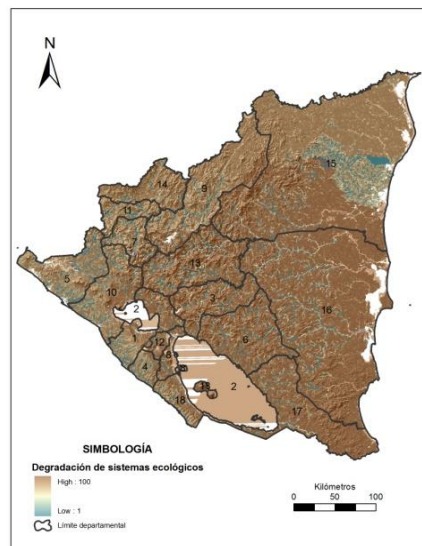
4.8.5.1 Indicadores de oferta calidad de agua potable



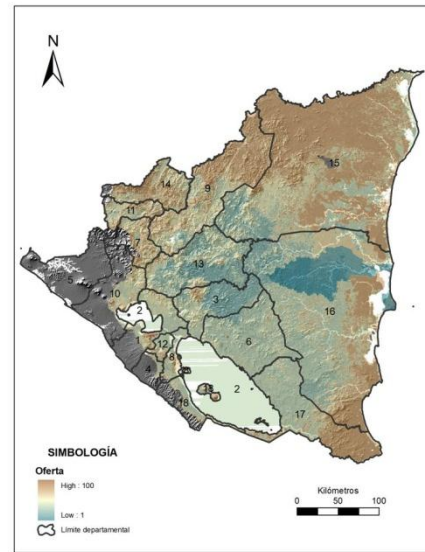
a.



b.



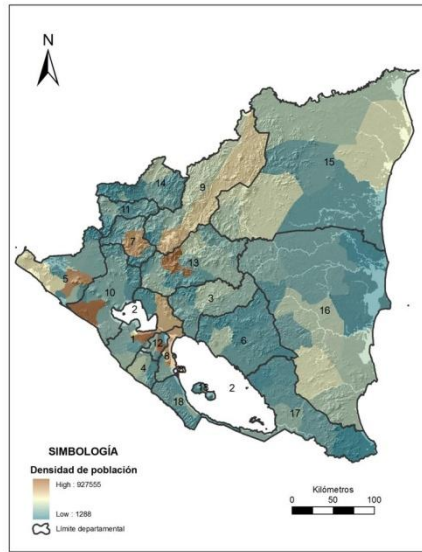
c.



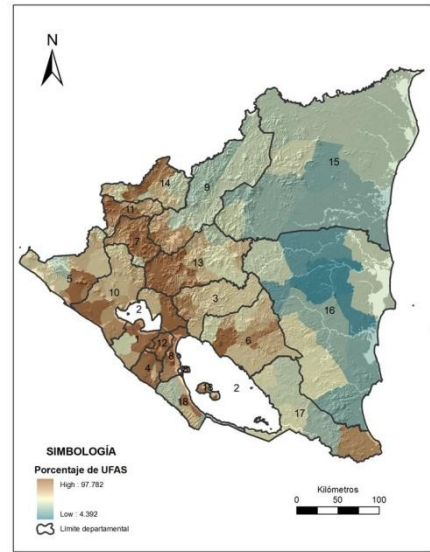
d.

a. uso de suelo b. acumulación de sedimentos c. Riesgo sobre los sistemas ecológicos d. Oferta

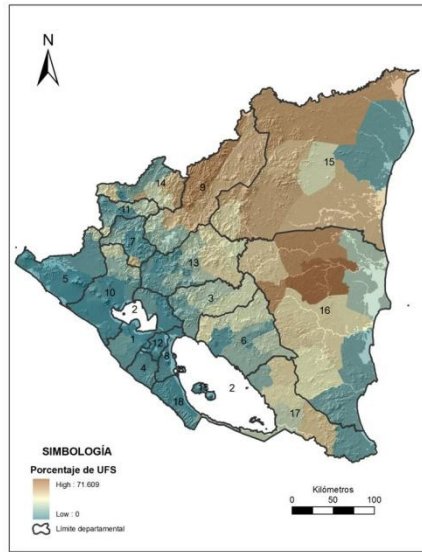
4.8.5.2 Indicadores de demanda calidad de agua potable



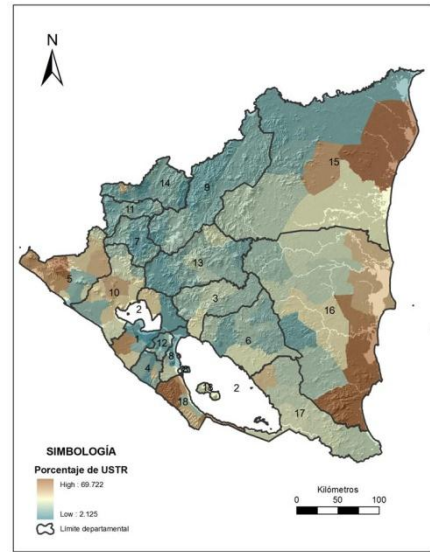
e.



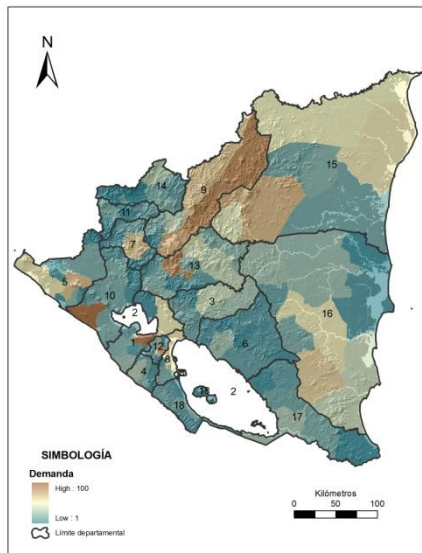
f.



g.



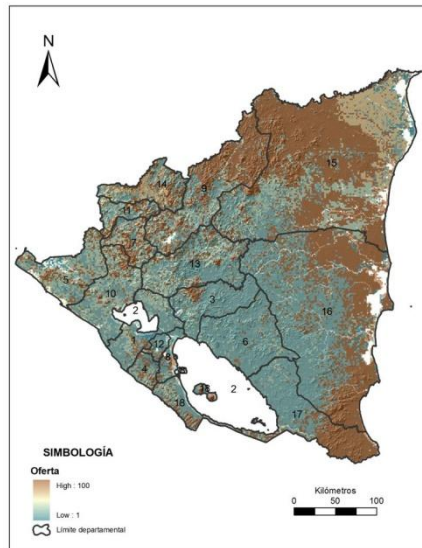
h.



i.

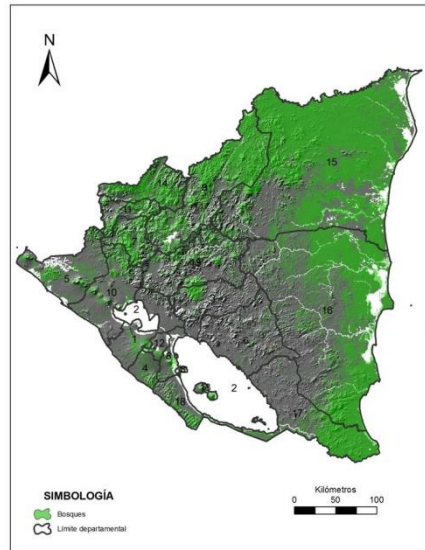
e. Densidad de población, f. Porcentaje de UFAS, g. Porcentaje de UFS, h. Porcentaje de USTR, i. Demanda

4.8.5.3 Indicadores de oferta stock de carbono

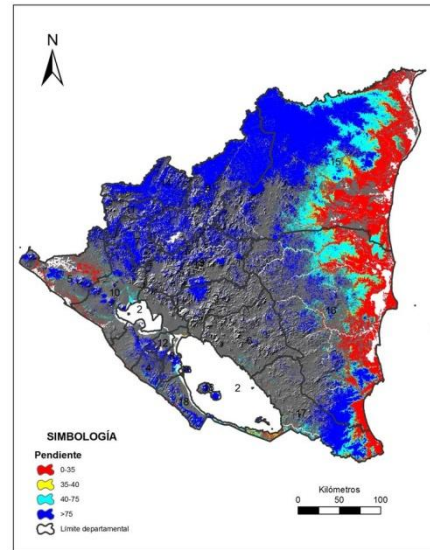


g. Oferta (uso de suelo)

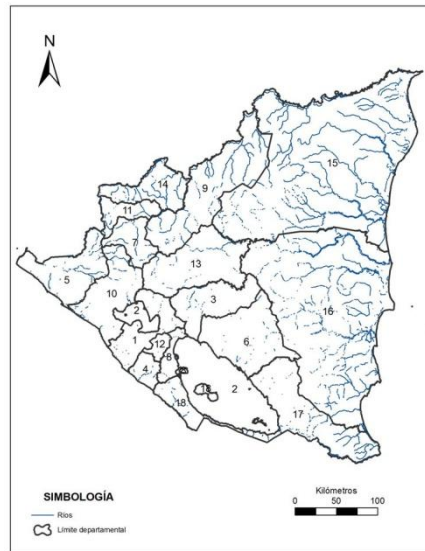
4.8.5.4 Indicadores de oferta de provisión de madera



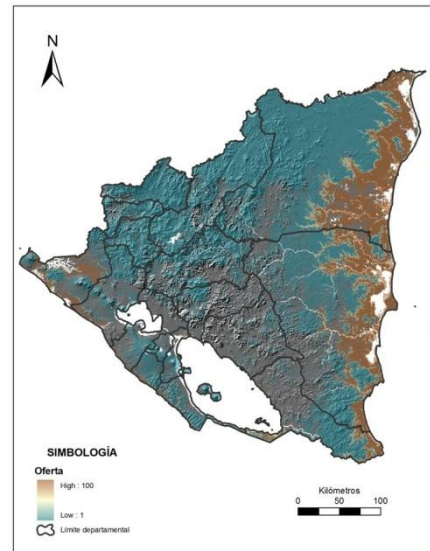
h.



i.



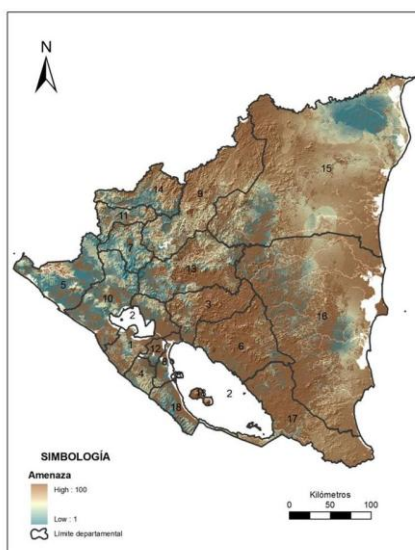
j.



k.

h. Bosques, i. Pendientes, j. Ríos, k. Oferta

4.8.5.5 Amenaza Nicaragua



1. Amenaza para la provisión de SE

4.8.6 Anexo 6. Códigos de Departamentos por país

DEPTO	CODIGO	DEPTO	CODIGO	DEPTO	CODIGO
Guatemala	1	Izabal	9	Sacatepequez	16
Alta Verapaz	2	Jalapa	10	San Marcos	17
Baja Verapaz	3	Jutiapa	11	Santa Rosa	18
Chimaltenango	4	Petén	12	Solola	19
Chiquimula	5	Quetzalquengano	13	Suchitepequez	20
El Progreso	6	Quiche	14	Totonicapan	21
Escuintla	7	Retalhulehu	15	Zacapa	22
Huehuetenango	8				

a.

DEPTO	CODIGO	DEPTO	CODIGO
Francisco Morazán	1	Intibuca	10
Atlántida	2	Islas de la Bahía	11
Choluteca	3	La Paz	12
Colon	4	Lempira	13
Comayagua	5	Ocotepeque	14
Copan	6	Olancho	15
Cortes	7	Santa Bárbara	16
El Paraíso	8	Valle	17
Gracias a Dios	9	Yoro	18

b.

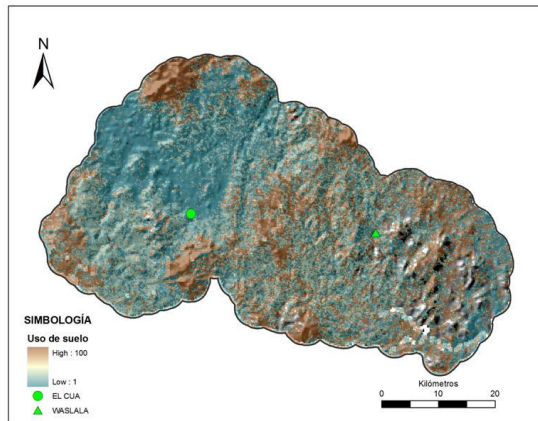
DEPTO	CODIGO	DEPTO	CODIGO
Managua	1	Leon	10
Agua	2	Madriz	11
Boaco	3	Masaya	12
Carazo	4	Matagalpa	13
Chinandega	5	Nueva Segovia	14
Chontales	6	RAAN	15
Esteli	7	RAAS	16
Granada	8	Rio San Juan	17
Jinotega	9	Rivas	18

c.

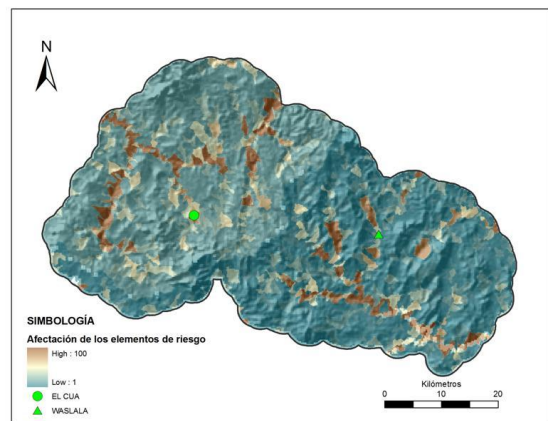
a. Guatemala, b. Honduras, c. Nicaragua

4.8.7 Anexo 7. Mapas temáticos intermedios local

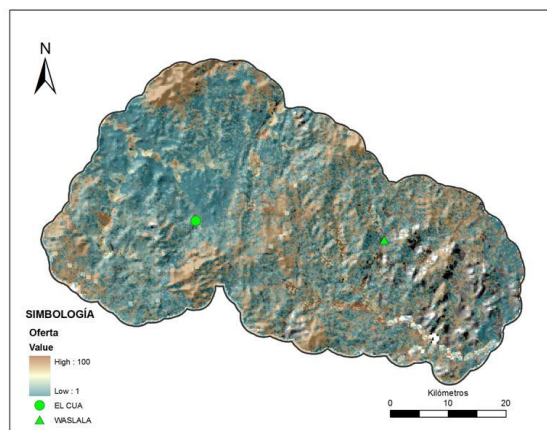
4.8.7.1 Indicadores de oferta calidad de agua potable



a.



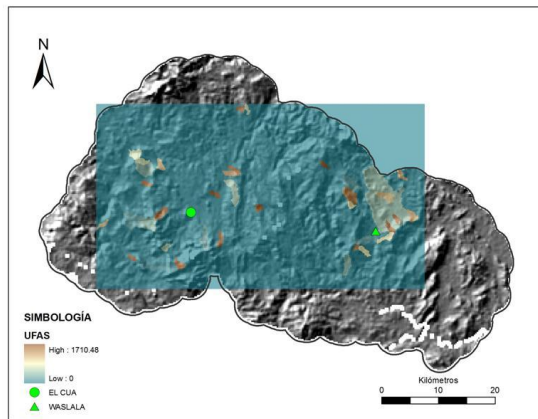
b.



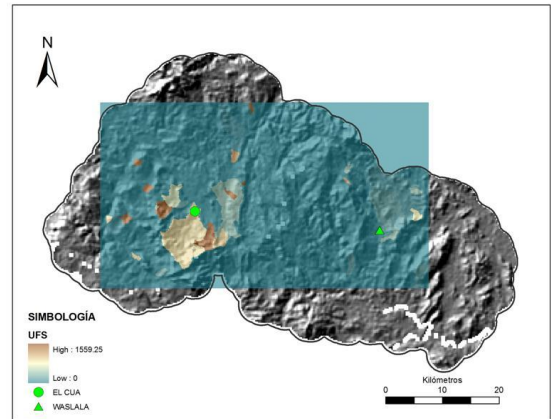
c.

a. uso de suelo b. Afectación de los elementos de riesgo c. Oferta

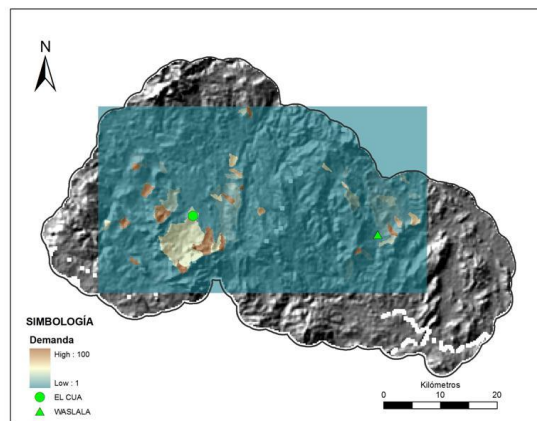
4.8.7.2 Indicadores de demanda calidad de agua potable



d.



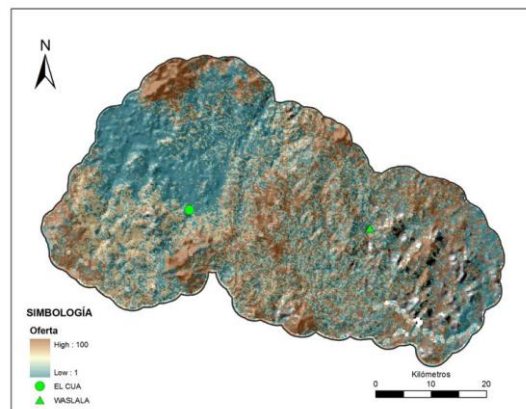
e.



f.

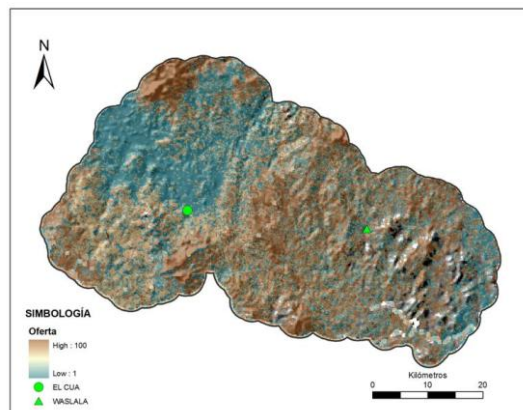
d. UFAS e. UFS f. Demanda

4.8.7.3 Indicadores de oferta stock de carbono



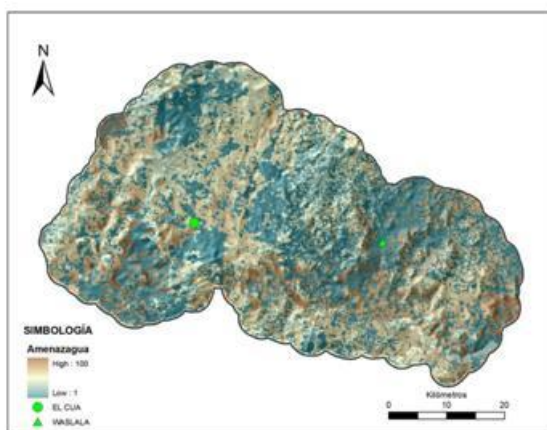
g. Oferta (uso de suelo)

4.8.7.4 Indicadores de oferta de provisión de leña



h. Oferta (uso de suelo)

4.8.7.5 Amenaza local



i. Amenaza para la provisión de SE

5 ARTÍCULO 2. CONGRUENCIA ESPACIAL ENTRE ÁREAS PRIORITARIAS PARA PROVISIÓN DE SERVICIOS ECOSISTÉMICOS Y ÁREAS PARA CONSERVACIÓN DE LA BIODIVERSIDAD

5.1 Resumen

Se evaluó la congruencia espacial entre áreas prioritarias para la provisión de SE y áreas importantes para la conservación de la biodiversidad, definidas de acuerdo a tres estrategias de conservación (Endemic Bird Areas (EBAs), Corredor biológico Mesoamericano (CBM) y ecorregión).

Se concluye que el porcentaje en que una estrategia de conservación de biodiversidad incluya o no áreas prioritarias para la provisión de SE, depende tanto del SE evaluado como de la estrategia considerada y que factores como la demanda y la escala de análisis del SE son definitivos para identificar relaciones espaciales entre estas dos iniciativas.

La estrategia que mayor porcentaje de zonas de alta prioridad incluyó fue el CBM y dentro de esta la categoría AP (áreas protegidas actuales). Lo anterior articulado con los lineamientos que definen la estrategia permiten proponerla como una opción viable de estrategia integral del conservación que aporte al cumplimiento de objetivos de conservación de biodiversidad y de SE.

Palabras clave: Congruencia espacial, servicios ecosistémicos, conservación de la biodiversidad

5.2 Introducción

Tradicionalmente, los esfuerzos y recursos económicos para la conservación de la naturaleza se han enfocado en la diversidad biológica. El reconocimiento de la importancia de los servicios ecosistémicos (SE) para el bienestar humano, del riesgo de perderlos por la amenaza continua a su suministro y el vínculo estrecho de estos SE con la diversidad biológica (MEA 2005), es una iniciativa reciente, que aparece como una opción para mejorar la

eficiencia de los esfuerzos y de la inversión de recursos para una conservación más integral (Turner et ál. 2007, Naidoo et ál. 2008).

Por lo anterior, los enfoques para el diseño de planes de conservación se han actualizado y diversificado, reconociendo entre otros aspectos, la importancia de los beneficios generados por los SE, y la potencial armonización entre conservación, producción, bienestar humano y diversidad biológica (Naidoo y Ricketts 2006, Goldman et ál. 2008). Uno de los aspectos importantes para lograr la articulación efectiva de estas iniciativas, es conocer la distribución espacial de la provisión de los SE y de la biodiversidad (Naidoo et ál. 2008), para así poder identificar zonas de congruencia espacial, en las cuales se puedan implementar estrategias de conservación sostenibles que aseguren ambos objetivos (Turner et ál. 2007, Egoh et ál. 2009).

Aunque el mantenimiento de SE es usado para justificar las acciones de conservación de biodiversidad, todavía no está claro cómo los SE están relacionados con diferentes aspectos de la diversidad biológica, y en qué medida la conservación de la biodiversidad garantizará la prestación de SE (Egoh et ál. 2009). Muchos SE de aprovisionamiento y culturales son proporcionados directamente por la biodiversidad, mientras algunos SE de apoyo y los de regulación, están en función de las propiedades de los ecosistemas y no necesariamente serán conservados a través de estrategias de conservación dirigidas a un aspecto particular de la biodiversidad (Egoh et ál. 2009).

Los diferentes estudios realizados hasta el momento, han producido conclusiones algo confusas, concordancias espaciales altas y bajas, que convergen hacia la falta de evidencia directa sobre el efecto de integrar los SE individuales o múltiples en programas de conservación de biodiversidad (Chan et ál. 2006, Naidoo et ál. 2008, Egoh et ál. 2009, Wendland et ál. 2010, Egoh et ál. 2011), lo cual genera incertidumbre sobre si la biodiversidad y los SE co-ocurren solo bajo determinadas situaciones o ampliamente (Turner et ál. 2007).

Lo anterior, refuerza la importancia de recopilar más evidencia que permita establecer si es posible definir sitios de congruencia espacial entre zonas donde se producen los SE y las que sustentan la biodiversidad, lo cual además de aportar en el reconocimiento de nuevas opciones para la conservación, contribuiría a evaluar las sinergias y compensaciones para la conservación de ambos objetivos (Goldman et ál. 2008, Turner et ál. 2007, Naidoo et ál. 2008, Faith 2011).

La región centroamericana está incluida e incluye varias de las estrategias de conservación global y regional para la conservación de la diversidad, dada la variedad de intereses y objetivos de conservación (desde especies hasta paisajes) analizar tres de las estrategias, áreas para aves endémicas (EBAs), corredor biológico mesoamericano (CBM) y ecorregión, permitirá además de identificar la estrategia que mejor incluya espacialmente zonas para conservación de biodiversidad de de provisión de SE, criterios y lineamientos que aporten a la planificación de áreas de conservación multipropósito (diversidad y SE) en la región.

5.3 Metodología

5.3.1 Área de estudio

La evaluación de la congruencia espacial entre áreas prioritarias para provisión de SE y áreas para la conservación de la diversidad, se realizó para Guatemala, Honduras y Nicaragua.

Guatemala tiene una extensión de 107109.31 km² sin incluir los cuerpos de agua, siendo el bosque el uso de suelo mejor representado (38.1% del área), seguido por agricultura y arbustales con el 23.5% y 22 % respectivamente. Honduras por su parte, tiene una extensión de 111061.6km² sin incluir los cuerpos de agua, el uso principal es el agropecuario (54%), seguido por los bosques (siempre verdes, deciduos y semideciduos) con un 39% del territorio y en el caso de Nicaragua, la extensión es de 118091.1 km² de área terrestre, los usos de suelo más representativos son el bosque (latifoliado, coníferas y mixto) ocupando el 45% del área del país, seguido por el uso agropecuario con el 39%.

5.3.2 Datos

Se usaron los resultados obtenidos en el artículo 1 en donde usando la metodología de análisis multicriterio (MCDA) por sus siglas en inglés, combinada con herramientas de SIG, se construyeron modelos basados en criterios biofísicos de oferta, demanda y amenaza, los cuales permitieron priorizar áreas para la provisión de SE de calidad de agua potable, stock de carbono y provisión de madera, así como áreas de provisión de SE múltiples en Guatemala, Honduras y Nicaragua.

Las estrategias de conservación evaluadas, son representativas de 3 de las principales visiones de conservación existentes, las áreas para aves endémicas (EBAs) a nivel de especie,

el corredor biológico mesoamericano (CBM) a nivel de paisaje y las ecorregiones a nivel de ecosistemas (Anexos 1 a 3).

Las áreas para aves endémicas (EBAs), hacen parte de una estrategia de conservación cuyo objetivo principal son las aves, debido al gran conocimiento que sobre este grupo se tiene y a su papel como indicadores de áreas de alto endemismo. Aproximadamente el 25% de las especies de aves conocidas (2.500) tienen pequeños rangos de distribución geográfica (de menos de 50.000 km²) por lo que se denominan como endémicas (Birdlife Int s. f). Para la zona de estudio, se identifican 4 EBAs (ICPB 1992) (Cuadro 1).

Cuadro 1. Áreas para aves endémicas presentes en la zona de estudio

CÓDIGO DEL ÁREA	NOMBRE	PAÍS	ALTITUD (M)	HÁBITAT
A09	Yucatán península	Belice, Guatemala, Honduras y México	0-300	Bosques
A15	Northern central american highlands	México Guatemala, Salvador, Nicaragua y Honduras	600-3000	Bosques
A14	Northern central american pacific slope	México Guatemala, Salvador, Nicaragua y Honduras	0-1050	Bosques y matorrales
A16	Southern central american caribbean slope	Costa Rica, Guatemala, Nicaragua y Panamá	0-1200	Bosques

El Corredor Biológico Mesoamericano (CBM) es una iniciativa regional para la conservación de la diversidad biológica y de los ecosistemas, de tal forma que se fomente un desarrollo económico y social sostenible (Miller et ál. 2001). El CBM según la declaración de la XIX cumbre de presidentes centroamericanos realizada en Panamá en 1997 se define como “ *Un sistema de ordenamiento territorial compuesto por la interconexión del sistema centroamericano de áreas protegidas (SICAP), con zonas aledañas de amortiguamiento y uso múltiple, que brinda un conjunto de bienes y servicios ambientales a la sociedad centroamericana y mundial, y promueve la inversión en la conservación y el uso sostenible de los recursos naturales; todo a través de una amplia concertación social, a fin de contribuir a mejorar la calidad de vida de los habitantes de la región*” (CCAD 2002).

Los objetivos específicos del CBM son proteger sitios claves de biodiversidad, conectar estos sitios mediante corredores y promover formas de desarrollo económico y social alrededor de estas áreas (Miller et ál. 2001). En el área de estudio, están representados los 3 componentes de esta estrategia, corredor biológico (CB), áreas protegidas existentes (AP) y áreas protegidas propuestas (APP).

La Ecorregión se define como *“un área grande de tierra o agua que contiene un ensamblaje geográficamente distintivo de comunidades naturales y que se diferencia por el clima, la geología subterránea, la fisiografía, la hidrología, los suelos, y la vegetación”* (TNC 2006). A través de esta estrategia se busca trabajar con aliados institucionales para conservar los sistemas ecológicos y mantener la viabilidad y persistencia de las especies nativas. Las ecorregiones varían en tamaño desde pocos kilómetros como los páramos de Costa Rica, hasta millones de kilómetros como el Cerrado de Brasil (Dinerstein et ál. 1995).

La evaluación del estado de conservación de las ecorregiones terrestres, usa criterios para el análisis de áreas claves para la biodiversidad (TNC en prensa), estos criterios se basan en vulnerabilidad, irremplazabilidad, jurisdiccionalidad, en agregaciones, grupos y riqueza de especies. En el área de estudio están representadas 15 ecorregiones de acuerdo a la clasificación de WWF int. (s.f) (Cuadro 2).

Cuadro 1. Áreas para aves endémicas presentes en la zona de estudio

ECORREGIÓN	ABREVIATURA	DISTRIBUCIÓN	HÁBITAT
Central American montane forests	CAMF	sur de México, Guatemala, Salvador, Honduras, norte de Nicaragua	Bosques húmedos tropicales y subtropicales de hoja ancha
Central American pine-oak forests	CAPF	sur de México, sur de Guatemala, Salvador, Honduras, Nicaragua	Bosques tropicales y subtropicales de coníferas
Yucatán moist forests	YMF	Península de Yucatán, norte de Guatemala, norte de Belice	Bosques húmedos tropicales y subtropicales de hoja ancha
Southern Mesoamerican Pacific mangroves	SMPM	México, Guatemala, Salvador, Nicaragua, Costa Rica y Panamá	Manglar
Petén-Veracruz moist forests	PVMF	México, Guatemala	Bosques secos tropicales y subtropicales de hoja ancha
Mesoamerican Gulf-Caribbean mangroves	MGCM	México, Guatemala, Honduras, Nicaragua, Costa Rica	Manglar
Chiapas Depression dry forests	CDDF	México, Guatemala	Bosques húmedos tropicales y subtropicales de hoja ancha
Chiapas montane forests	CMF	México, Guatemala	Bosques húmedos tropicales y subtropicales de hoja ancha
Sierra Madre de Chiapas moist forests	SMCMF	México, Guatemala, Salvador	Bosques húmedos tropicales y subtropicales de hoja ancha
Central American Atlantic moist forests	CAAMF	Panamá, Costa Rica, Sur de Nicaragua	Bosques húmedos tropicales y subtropicales de hoja ancha
Central American dry forests	CADF	México, Guatemala, Honduras, Salvador, Nicaragua, Costa Rica	Bosques secos tropicales y subtropicales de hoja ancha
Motagua Valley thornscrub	MVT	Guatemala	Desiertos y matorrales xéricos
Miskito pine forests	MPF	costa caribe de Honduras y Nicaragua	Bosques tropicales y subtropicales de coníferas
Costa Rican seasonal moist forests	CSMF	Costa Rica	Bosques húmedos tropicales y subtropicales de hoja ancha
Isthmian-Atlantic moist forests	IAMF	sur de Nicaragua, Costa Rica y Panamá	Bosques húmedos tropicales y subtropicales de hoja ancha

5.3.3 Procedimientos

Inicialmente se evaluaron los tipos de suelo asociados a cada una de las estrategias de conservación, con el fin de explorar si los criterios de hábitat con base en los cuales se definieron estas estrategias, se mantienen en la zona de estudio. Para lo que se construyeron histogramas que muestran la distribución de frecuencia de los valores de celda para cada zona única, y permitieron evaluar qué porcentaje de los diferentes usos de suelo se encuentran incluidos dentro de cada estrategia de conservación de biodiversidad.

Posteriormente, teniendo como base los resultados de áreas de alta prioridad para la provisión de SE, definidas como las zonas que presentaron valores iguales o mayores a 85 en la escala de prioridad y que provienen de la combinación de valores de oferta, demanda y

amenaza (Artículo 1), se calculó la extensión de estas zonas incluida dentro de cada una de las estrategias de conservación evaluadas.

El Anexo 4, resume las capas de información usadas para evaluar la congruencia espacial entre las áreas prioritarias para provisión de SE y las áreas importantes para la conservación de la biodiversidad.

5.4 Resultados

5.4.1 Las estrategias de conservación por país

La estrategia mejor representada por país es la de ecorregión, lo que se entiende porque la clasificación es a nivel ecosistémico y abarca la totalidad del país, los valores superiores a 100, se explican por qué incluyen cuerpos de agua no considerados en la priorización de áreas para provisión de SE. Aunque los porcentajes de por EBAs y CBM son muy similares, en Guatemala y Honduras, el porcentaje del CBM es un poco mayor, en el caso de Nicaragua el porcentaje del país ocupado por el CBM, casi duplica el de las EBAs (Figura 1).

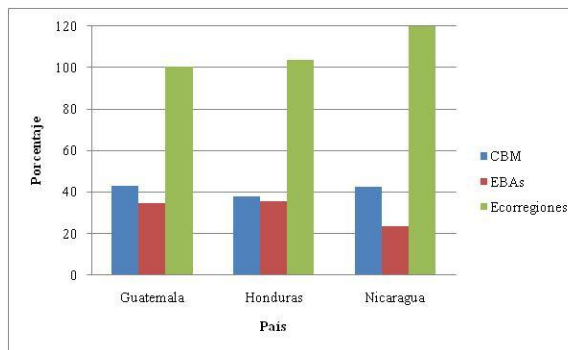


Figura 1. Porcentaje del área total de cada país ocupado por cada estrategia

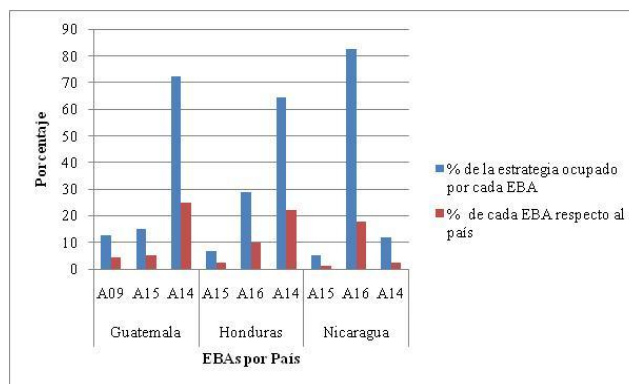
Respecto a las categorías de cada estrategia, para las EBAs (Figura 2 a) en Guatemala y Honduras es la A14 (northern central american highlands) que además de ser la que mayor porcentaje de la extensión de la estrategia representa, es la EBA que mayor porcentaje de cada país incluye. En el caso de Nicaragua la EBA más representativa es la A16 (southern central american caribbean slope). Estas dos áreas son las más representativas dentro del área de estudio aunque no incluyen el mayor rango altitudinal (0-1050 y 0-1200 respectivamente) comparadas con la A15 (northern central american highlands) (600-3000) y solo la A14 considera dentro de su hábitat los matorrales además del bosque. Por lo anterior estos altos

valores se explican por las características biofísicas propias de los países que definen la extensión de la distribución de las aves endémicas.

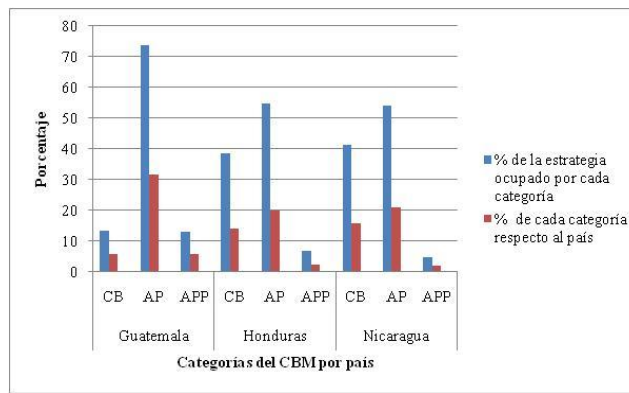
En el caso del CBM (Figura 2 b), para los tres países las AP (áreas protegidas existentes) fueron la categoría con mayor extensión dentro de la estrategia y por ende en el país. Lo anterior se comprende no solo debido a los requerimientos en cuanto a superficie de las áreas protegidas, sino al comparar con las otras dos categorías en donde el CB (corredor biológico) por su configuración “lineal” aunque alcanza altos valores debido a la extensión que presenta, es menor que el área ocupada por las AP. El porcentaje ocupado por el CB en Guatemala es comparativamente menor que en Honduras y Nicaragua, mientras que el número y la extensión de APP en Guatemala es mucho mayor que en Honduras y Nicaragua.

Las ecorregiones más representativas en cuanto a porcentaje del área de la estrategia y del país fueron CAPF (central american pine-oak forest) y PVFM (Petén-Veracruz moist forest), siendo esta última la que mayor valor tuvo aprox. el 45% de la estrategia y del país. En el caso de Honduras, las ecorregiones más importantes fueron CAAMF (central american atlantic moist forest) y CAPF (central american pine-oak forest) con el 30% y el 40% del área ocupada por la estrategia y el mismo porcentaje respecto a la extensión del país. En Nicaragua la ecorregión mejor representada fue la CAAMF (central american atlantic moist forest), alcanzando casi el 40 % de la estrategia y del país.

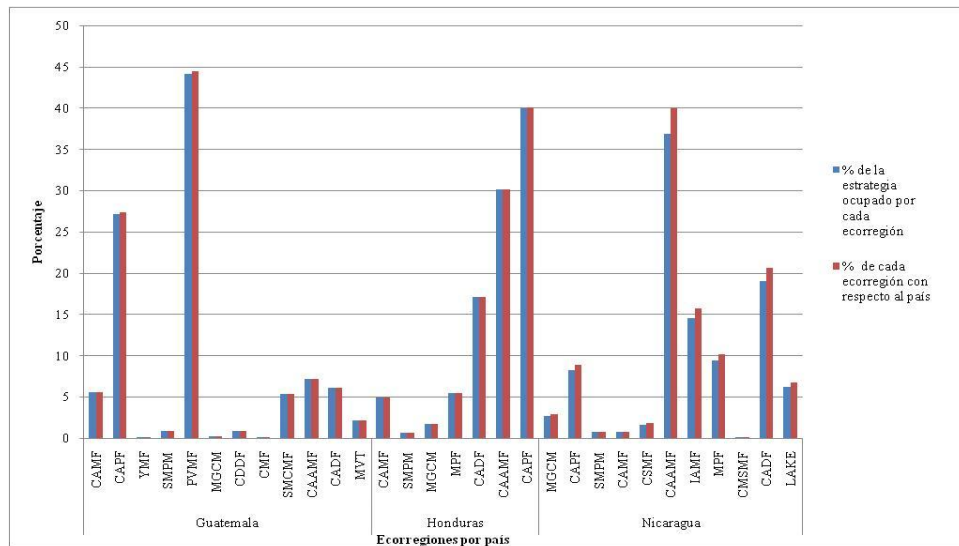
La representatividad de estas ecorregiones se debe a las características biofísicas de los países que favorecen la existencia de ecosistemas relacionados con bosques tropicales de hoja ancha y de coníferas, los cuales son importantes (entre otras características) para la definición de estas ecorregiones.



a.



b.



c.

Figura 2. Porcentaje de las categorías dentro de cada estrategia a. EBAs, b. CBM, c. Ecorregión

El área de traslape por país entre las 3 estrategias, es inferior al 12% siendo el mayor valor para Guatemala, seguido por Honduras (Cuadro 3).

Cuadro 3. Porcentaje del área de traslape de las tres estrategias evaluadas por país

	GUATEMALA	HONDURAS	NICARAGUA
% de traslape de las tres estrategias	11.91	10.61	7.50

5.4.2 Relación de las estrategias de conservación con los usos de suelo definidos para los tres países

5.4.2.1 EBAs

La relación entre cada una de las categorías o componentes de las estrategias de conservación evaluadas y los diferentes usos de suelo varió entre países. Las EBAs con mayor extensión (A14, A15 y A16) fueron las que incluyeron mayor número de usos de suelo y mayores porcentajes de área cubierta por determinados usos.

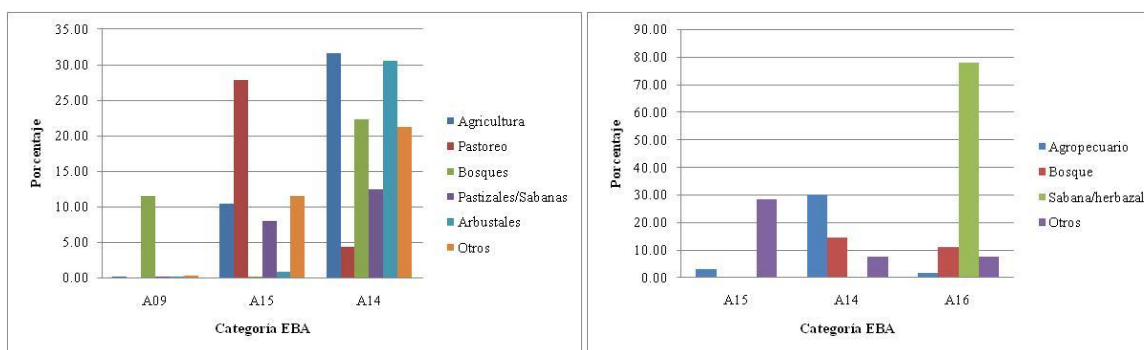
En el caso de Guatemala, aunque las tres EBAs incluyeron todos los usos de suelo, la A15 y la A14 tuvieron los valores más representativos. En el caso de la A15, solo el pastoreo tuvo un porcentaje representativo (aprox. el 30%) del área de la EBA, los otros usos presentaron bajos porcentajes, lo cual se debe a que la ubicación de la EBA coincide con una zona donde el uso dominante es el pastoreo.

La A14 presentó los mayores valores porcentuales siendo la agricultura, arbustales, bosques y otros los usos mejor representados ocupando entre el 20% y el 30% de la extensión de la EBA (Figura 3a). La presencia y porcentajes de estos usos se explican ya que son los más extensos en el país y la EBA se ubica en un lugar donde la distribución de los usos principales representa el patrón del país y no se presentan concentraciones de un solo uso.

En el caso de Honduras, fue la A16 la que más usos de suelo incluyó siendo el uso mejor representado la Sabana/herbazal con casi el 80% del área, mientras que los otros tres usos presentes en la EBA (agropecuario, bosques y otros) solo alcanzaron el 10% del área de la misma (Figura 3b). Este resultado se explica ya que la EBA coincide con la zona de mayor concentración de las sabanas/herbazales en el país.

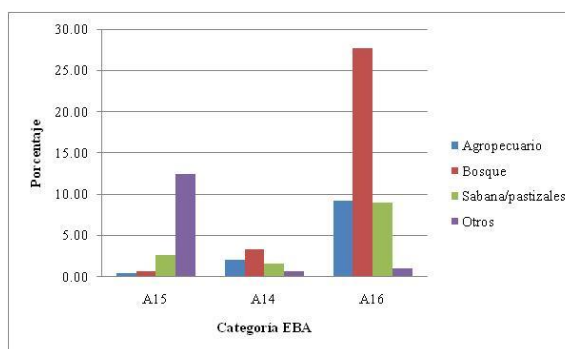
Para Nicaragua, aunque las tres EBAs incluyeron todos los usos de suelo, la A14 presenta bajos aunque similares porcentajes de todos los usos (< del 5%), mientras que en la A15 el uso más representativo fue otros con poco más del 10% del área.

En el caso de la A16, el bosque alcanza casi el 30% de representatividad seguido del uso agropecuario y las sabanas/pastizales con aprox. 10% del área (Figura 3c). Estos resultados se pueden deber al igual que en el caso de Guatemala, a que la ubicación de la EBA coincide con una zona representativa de la distribución de los usos en el país.



a.

b.



c.

Figura 3. Distribución de los usos de suelo en las EBAs, a. Guatemala; b. Honduras y c. Guatemala

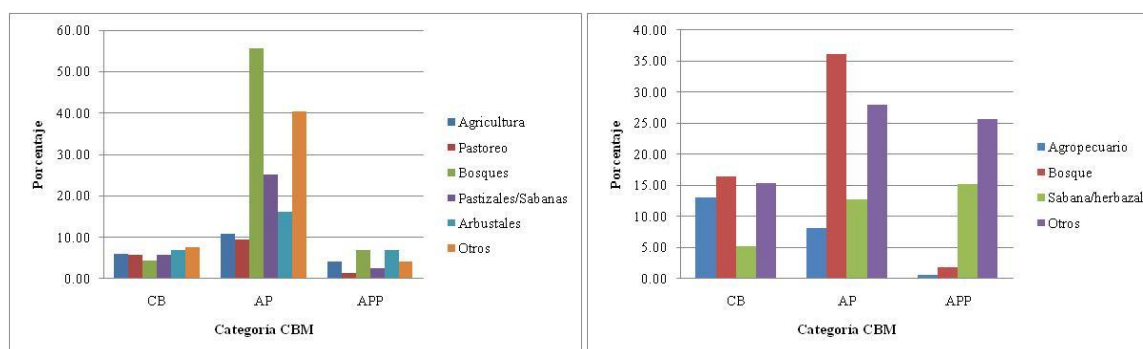
5.4.2.2 CBM

En general se observó un patrón en donde los mayores porcentajes de área aunque no necesariamente la mayor cantidad de usos de suelo estuvieron asociados a las AP, la cual fue también la categoría con mayor extensión en los tres países. Se observaron diferencias entre la relación de las tres categorías del CBM y los usos del suelo entre países.

En Guatemala, aunque las tres categorías incluyeron todos los usos de suelo, en los CB todos los usos presentaron porcentajes de menos del 10% del área. En el caso de las APP (áreas protegidas propuestas) estas tuvieron la menor representatividad en cuanto a los porcentajes de usos de suelo que incluirían. Las AP fue en donde se presentaron los mayores porcentajes siendo los bosques y otros, los usos mejor representados (55% y 40% respectivamente) lo cual se puede deber no solo a que el bosque es el uso de suelo con mayor extensión en el país, sino también a los objetivos de creación de las AP asociados por lo general a zonas boscosas (Figura 4 a).

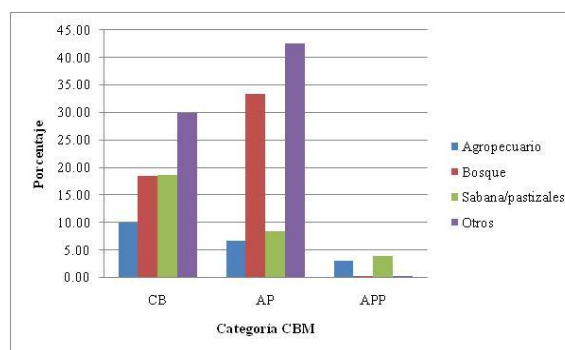
En el caso de Honduras (Figura 4 b) al igual que en Guatemala, las tres categorías del CBM incluyeron todos los usos de suelo analizados. En los CB los usos más representativos fueron bosques, agropecuario y otros, con aprox. el 15% del área para cada uno. Las APP de acuerdo a lo propuesto, serán representativas de las sabanas herbazales y de otros usos. Las AP aunque es en la categoría donde se presentaron los mayores porcentajes, estos son menores a los observados en Guatemala siendo los bosques y otros los mejor representados (aprox. 35% y 30% respectivamente), lo cual se puede deber no solo a que el bosque es el uso de suelo con mayor extensión en el país, sino también a los objetivos de creación de las AP.

En Nicaragua se observó que aunque las tres categorías incluyen todos los usos de suelo analizados (Figura 4 c), las APP presentan porcentajes de menos del 5% de sabanas/pastizales y el mismo porcentaje de usos agropecuario. En los CB la categoría otros presentó el mayor valor (30%) comparado con los CB de los otros países, seguido de los bosques y las sabanas pastizales los cuales abarcaron aprox. El 20% del área de los CB. Las AP de nuevo presentan los mayores porcentajes de representatividad del área entre los bosques y otros (aprox. 35% y 42% respectivamente).



a.

b.



c.

Figura 4. Distribución de los usos de suelo en las categorías del CBM. a. Guatemala; b. Honduras y c. Guatemala

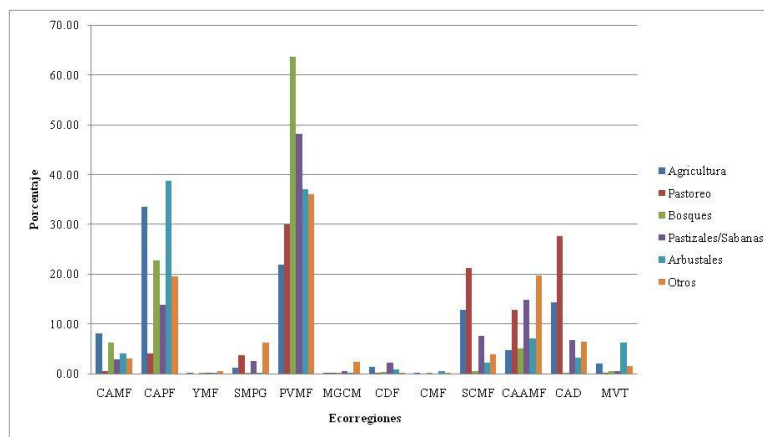
5.4.2.3 Ecorregión

En el caso de Guatemala (Figura 5 a), seis de las doce ecorregiones incluyeron todos los usos de suelo, pero solo la CAPF (central american pine-oak forest) y la PVMF (Petén-Veracruz moist forest) presentaron los mayores porcentajes de área ocupada por ciertos usos. La CAPF presentó los mayores valores para agricultura y arbustales (aprox. 35% y 40% respectivamente), mientras que la PVMF presentó porcentajes por encima del 30% para otros, arbustales, pastizales, sabanas y bosques siendo este último el que mayor porcentaje del área ocupó (mas del 60%). La representatividad en usos y porcentajes, se explica por que estas son las ecorregiones de mayor extensión en el país, por lo que incluyen una muestra de los usos mejor representados en el mismo.

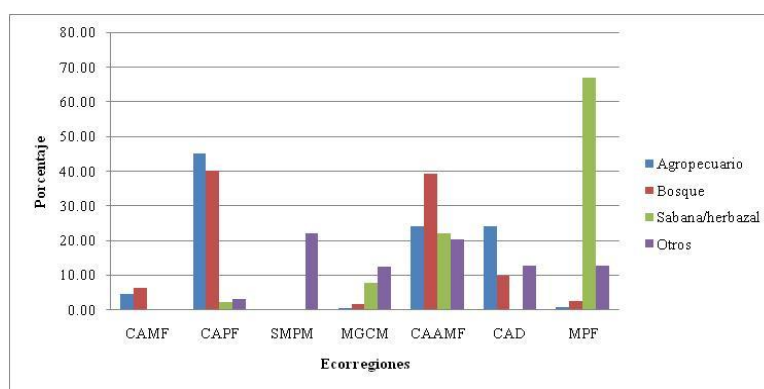
En el caso de Honduras (Figura 5 b) cuatro de las siete ecorregiones incluyeron todos los usos de suelo siendo la MPF (miskito pine forest) la que presentó un mayor porcentaje de uso de suelo asociado, con casi el 70% de su área representado por sabana/herbazal. CAPF y CAAMF incluyeron porcentajes similares de bosque (aprox. 40%) pero la CAPF que tuvo un bajo porcentaje de los otros usos mientras que la CAAMF, incluyo el uso agropecuario, las sabanas/herbazales y otros con porcentajes del 20% cada uno. Lo anterior se debe a que la CAAMF tiene una gran extensión por lo que puede incluir no solo mayor cantidad de usos sino tener una buena representación de cada uno de ellos.

En Nicaragua (Figura 5 c) seis de las nueve ecorregiones incluyen todos los usos de suelo siendo la CADF (central american dry forest) y la CAAMF las que mayores porcentajes presentan. La CADF tiene el 40% de su extensión ocupada por sabanas/pastizales seguido por el uso agropecuario con casi el 30% del área. Por su parte, la CAAMF tiene casi el 50% de su

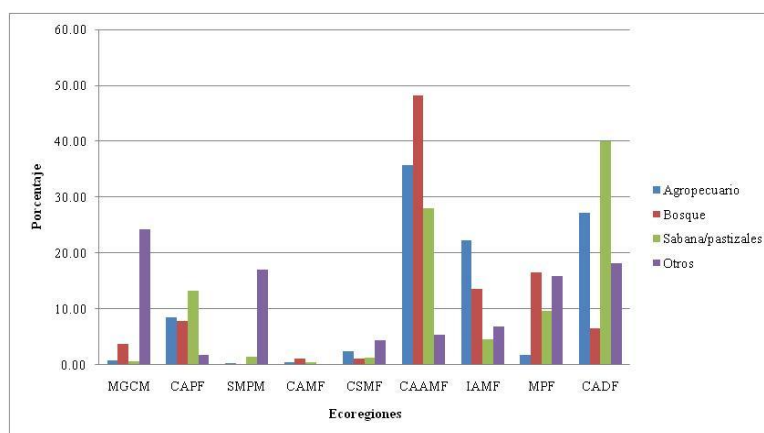
área cubierta de bosque y los usos agropecuarios y sabana/pastizal cubren aprox. el 28% y el 35% de su extensión. La inclusión de todos los usos evaluados así como los altos valores de los mismos, se pueden explicar porque estas dos son las ecorregiones de mayor extensión en Nicaragua.



a.



b.



c.

Figura 5. Distribución de los uso de suelo por ecorregiones, a. Guatemala, b. Honduras, c. Nicaragua

5.4.3 Relación espacial de las estrategias de conservación con las áreas prioritarias para provisión de SE

De manera general, es importante resaltar que a diferencia de lo encontrado cuando se evaluó la relación de las estrategias de conservación con los usos de suelo, al evaluar la relación entre la extensión de estas estrategias y la distribución de las áreas prioritarias para SE no existe una relación definida, ya que el porcentaje de áreas de alta prioridad que incluya determinada categoría de la estrategia depende más de su ubicación espacial que de su extensión.

De igual forma, cabe anotar que los indicadores empleados para la definición de las áreas prioritarias para calidad de agua potable en Guatemala, fueron diferentes a los usados en Honduras y Nicaragua (Artículo 1) lo cual aunque dentro de los objetivos de esta investigación no está la comparación entre los tres países, puede llegar a explicar algunos resultados particulares para Guatemala.

A continuación se describe la relación espacial de las estrategias de conservación con las zonas prioritarias para la provisión de cada SE definidas en el artículo 1.

5.4.3.1 Calidad de agua potable

Este SE fue el que presentó los menores valores respecto a porcentaje de prioridad para cada país, estos resultados están asociados a algunas restricciones metodológicas como la limitación espacial que da la definición de la demanda y los indicadores utilizados que en el caso de Honduras y Nicaragua restringieron la definición de áreas prioritarias a un sector del país, que aunque extenso no representa la totalidad del área y se pueden estar desconociendo otras áreas de alta prioridad. Teniendo en cuenta las restricciones mencionadas y de acuerdo a los resultados obtenidos, Nicaragua presenta el mayor porcentaje de su área como área prioritaria para la provisión de este SE comparado con Guatemala y Honduras (Cuadro 4).

Cuadro 4. Porcentaje del país prioritario para el SE calidad de agua potable

PAÍS	% DEL PAÍS PRIORITARIO PARA LA PROVISIÓN DEL SE
Guatemala	0.017
Honduras	0.005
Nicaragua	0.082

En cuanto al porcentaje de áreas prioritarias para la provisión del SE agua potable que incluye cada estrategia, se observaron diferencias por país (Cuadro 5), siendo las EBAs las

que mayor porcentaje incluyeron en Guatemala y Honduras mientras que en Nicaragua la más representativa fue el CBM. Los valores superiores a 100 en la ecorregión se explican porque incluyen cuerpos de agua no considerados en la priorización de áreas para provisión de SE y porque algunos indicadores utilizados para la definición de áreas prioritarias en Honduras y Nicaragua no incluían todo el país.

Cuadro 5. Porcentaje de las áreas prioritarias para el SE calidad de agua potable incluido por cada estrategia por país

PAÍS	GUATEMALA			HONDURAS			NICARAGUA		
Estrategia	EBAs	CBM	Ecorregión	EBAs	CBM	Ecorregión	EBAs	CBM	Ecorregión
% de las áreas prioritarias incluidas por la estrategia	98.97	6.16	100	100	77.89	145.26	0	6.41	100

Las EBAs solo incluyen zonas de alta prioridad (valor por encima de 85 en la escala de prioridad) en Guatemala y Honduras, donde la totalidad del porcentaje de áreas prioritarias para provisión del SE que incluye la estrategia está representada en la A14, los valores porcentuales respecto a la extensión total de la A14 (incluyendo áreas prioritarias y no prioritarias) y a la extensión del país son muy bajos, debido al bajo porcentaje de áreas de alta prioridad. En Nicaragua aunque es el país con mayor porcentaje de zonas de alta prioridad entre los tres países evaluados, la ubicación geográfica de las EBAs no favorece la inclusión de las zonas de alta prioridad definidas (Figura 6).

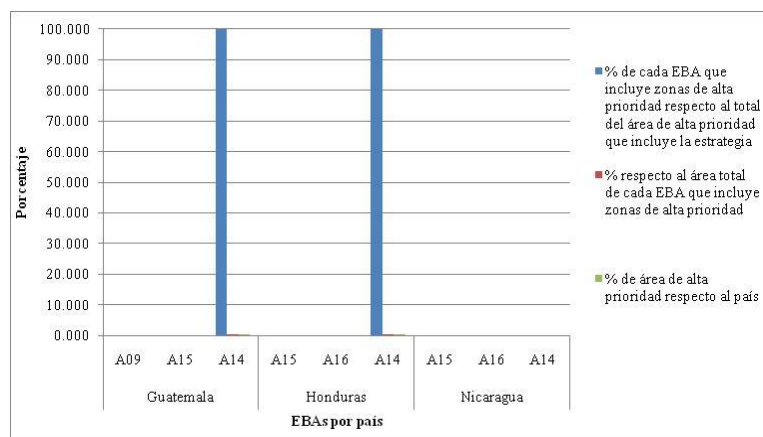


Figura 6. Porcentaje de zonas de alta prioridad para la provisión del SE calidad de agua potable incluido por las EBAs.

La Figura 7 permite observar la distribución de las zonas en la escala de prioridad definida (0 a 100), y su relación con la distribución de las EBAs. Es importante aclarar que todas las EBAs incluyen en alguna medida zonas prioritarias para la provisión del SE, pero los

resultados aquí presentados hacen referencia a las áreas de mayor prioridad definidas por tener un valor igual o mayor a 85 en la escala de prioridad, lo anterior aplica para todos los SE y para las tres estrategias evaluadas.

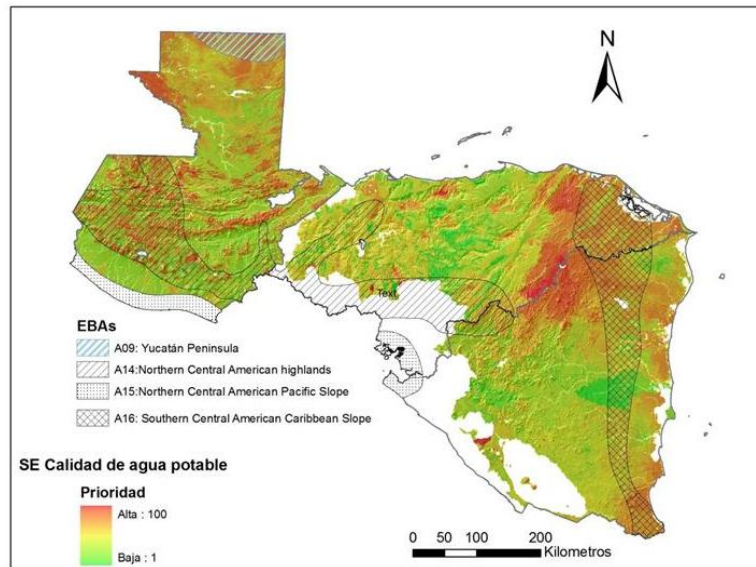


Figura 7. Distribución espacial y congruencia espacial entre las zonas prioritarias para provisión de SE y las EBAs

Al evaluar la relación en términos de porcentaje de áreas prioritarias para la provisión de SE que incluyen las categorías del CBM (Figura 8), se observó que el comportamiento fue diferente para los tres países. En el caso de Guatemala en el momento que se implementen las APP representarán poco más del 80% de la extensión de áreas prioritarias para la provisión del SE que incluya la estrategia en general. El 20% de las áreas de alta prioridad que incluye la estrategia están representados por los CB, este resultado se explica dado el mayor número y extensión de APP que tiene Guatemala comparado con las pocas planeadas en Honduras y Guatemala.

En Honduras y Nicaragua el comportamiento es diferente y son los CB y las AP las categorías más importantes aunque el nivel de importancia difiere en cada país. En Honduras las AP representan el 80% de las zonas de alta prioridad que contiene la estrategia en general, mientras que los CB representan el 20% de estas áreas prioritarias para la provisión del SE. En el caso de Nicaragua, los CB incluyen casi el 90% de la extensión de las áreas prioritarias que contiene la estrategia, mientras que solamente poco más del 10% de la extensión de la misma está incluido en las AP.

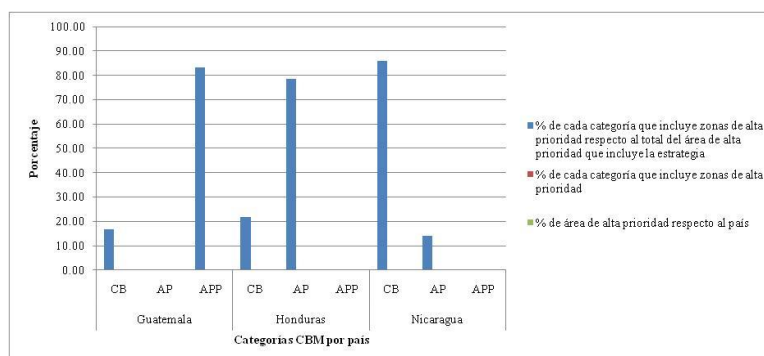


Figura 8. Porcentaje de zonas de alta prioridad para la provisión del SE calidad de agua potable incluido por el CBM

La Figura 9 permite observar que aunque las categorías del CBM aparezcan incluyendo zonas de alta prioridad, estas no necesariamente cumplen con la condición del valor definido para ser consideradas de alta prioridad, por lo que en el momento de analizar los porcentajes, estos aparecen con valores bajos.

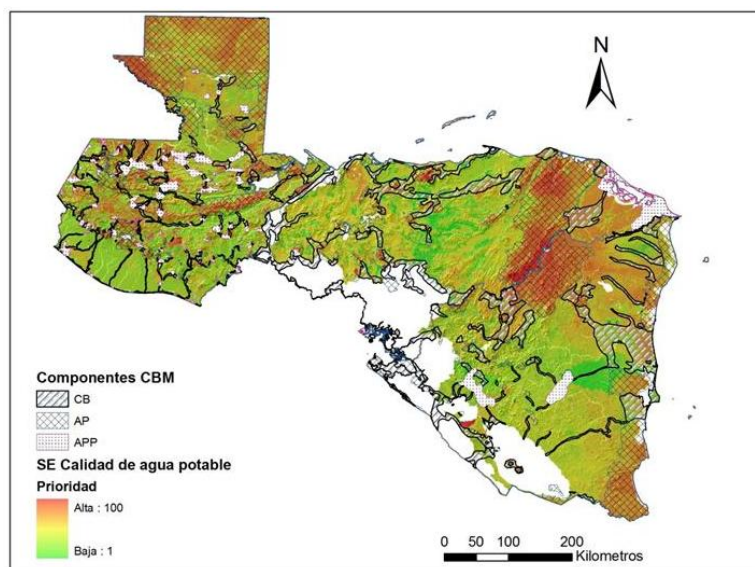


Figura 9. Distribución espacial y congruencia espacial entre las zonas prioritarias para provisión de SE y el CBM

En cuanto a las ecorregiones (Figura 10), en Guatemala de las doce ecorregiones existentes, solo la CAPF (central american pine-oak forest) representa el 100% de las zonas de alta prioridad que contiene la estrategia. En Honduras tres de las siete ecorregiones presentes tuvieron porcentajes importantes de la extensión total de áreas prioritarias que contiene la estrategia, CAAMF (central american atlantic moist forest) y CAPF (central american pine-

oak forest) con el 30% cada uno y CAMF (central american moist forest) con casi el 40% de su extensión correspondiente a alta prioridad.

En Nicaragua de las 11 ecorregiones presentes CSMF (Costa Rican seasonal moist forest) representa un porcentaje menor al 8% de la extensión total de alta prioridad que incluye la estrategia, mientras que CADF (central american dry forest) contiene aprox.95% del área total de alta prioridad incluida por la estrategia.

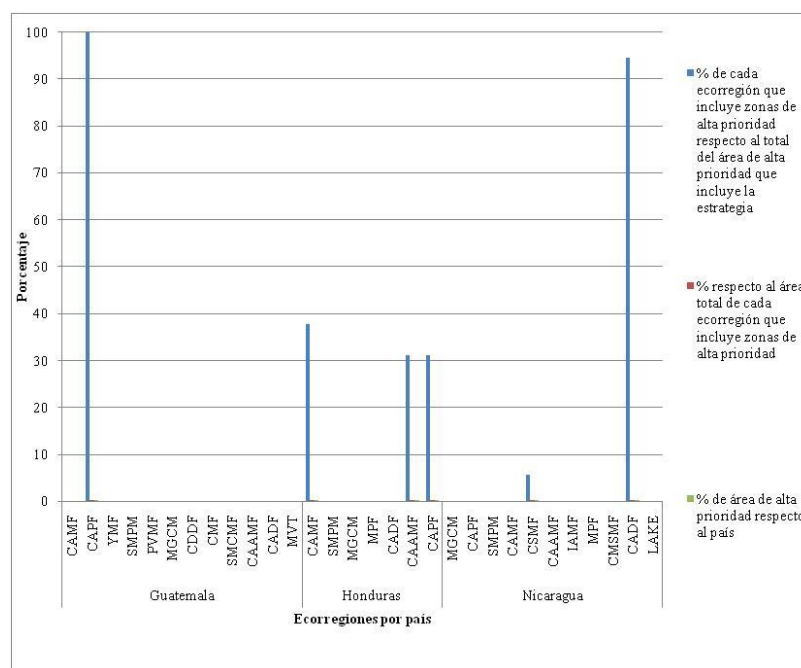


Figura 10. Porcentaje de zonas de alta prioridad para la provisión del SE calidad de agua potable incluido por las ecorregiones

5.4.3.2 Stock de carbono

A diferencia de los resultados observados para el SE de calidad de agua potable, los porcentajes del país que corresponden a zonas prioritarias para provisión de stock de carbono son mayores. Lo anterior debido no solo a los indicadores usados y a los usos de suelo presentes en cada país, sino a que dentro de la metodología utilizada para este SE no se definió una demanda específica y se considero que el beneficio recibido es global. El país con mayor porcentaje de su extensión considerado como de alta prioridad para la provisión del SE de stock de carbono fue Guatemala (Cuadro 6).

Cuadro 6. Porcentaje del país prioritario para el SE stock de carbono

PAÍS	% DEL PAÍS PRIORITARIO PARA LA PROVISIÓN DEL SE
Guatemala	55.200
Honduras	13.057
Nicaragua	34.455

En cuanto al porcentaje de áreas prioritarias para la provisión del SE stock de carbono que incluye cada estrategia, el mayor valor lo tuvo el CBM (Cuadro 7). Los valores superiores a 100 en la ecorregión se explican porque incluyen cuerpos de agua no considerados en la priorización de áreas para provisión de SE.

Cuadro 7. Porcentaje de las áreas prioritarias para el SE stock de carbono incluido por cada estrategia por país

PAÍS	GUATEMALA			HONDURAS			NICARAGUA			
	Estrategia	EBAs	CBM	Ecorregión	EBAs	CBM	Ecorregión	EBAs	CBM	Ecorregión
% de las áreas prioritarias incluidas por la estrategia										
	35.3	51.2	100	17.4	94.19	119.14	0.57	0.98	100	

La relación entre las áreas prioritarias que incluyen las categorías de las EBAs con su extensión total, con la extensión de la estrategia y con el país se comportan de manera diferente para cada país (Figura 11). En el caso de Guatemala la A14 es la EBA que además de tener la mayor extensión en el país, representa un alto porcentaje del área prioritaria para el SE que incluye en total la estrategia (aprox. 80%). Respecto al porcentaje de alta prioridad frente a la extensión total de cada EBA, el 90% de la extensión de la A09 corresponde a zona prioritaria para SE y la A14 es la que tiene el mayor porcentaje de alta prioridad frente a la extensión del país.

A diferencia de lo observado en Guatemala, en Honduras y Nicaragua la EBA que representa el mayor porcentaje de las áreas prioritarias es la A16 con poco más del 90% cada una. En Honduras además esta EBA es la que aunque con un valor bajo es la que mayor porcentaje de su propia extensión corresponde con área prioritaria. En los dos países los porcentajes de las áreas prioritarias que incluyen las EBAs corresponden a valores muy bajos de la extensión total del país. La Figura 12, permite observar la distribución espacial tanto de las áreas prioritarias para el SE como de las EBAs.

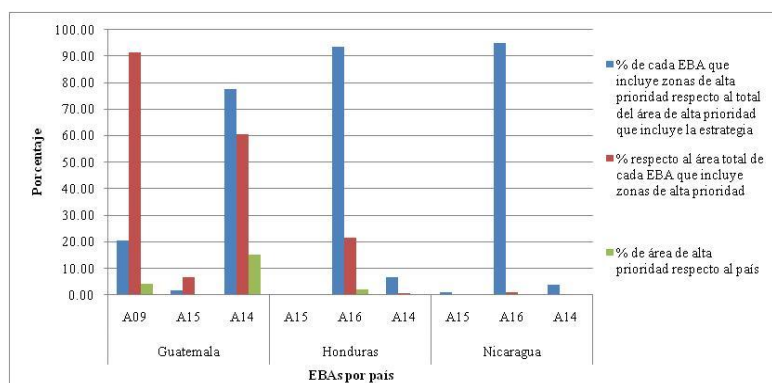


Figura 11. Porcentaje de zonas de alta prioridad para la provisión del SE stock de carbono incluido por las EBAs.

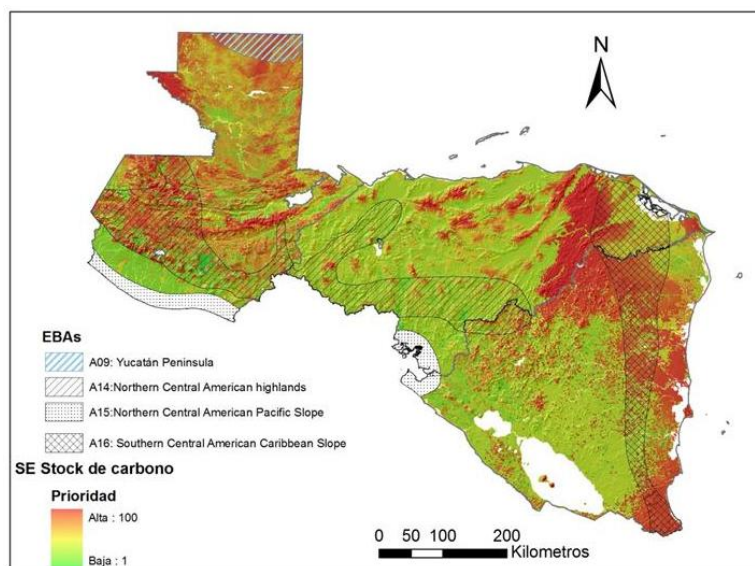


Figura 12. Distribución espacial y congruencia espacial entre las zonas prioritarias para provisión de SE y las EBAs

En el caso del CBM (Figura 13), para los tres países las AP fueron la categoría que mayor porcentaje de las áreas prioritarias para SE contenidas por la estrategia incluyó. En Guatemala las tres categorías tuvieron valores altos del porcentaje que corresponde a zonas de alta prioridad (entre el 50% y el 70%), siendo los CB el valor más bajo y las APP el más alto, en Honduras fueron las AP las que tuvieron el mayor porcentaje de su área como zonas prioritarias (50%), mientras que en Nicaragua toda las categorías tuvieron un bajo porcentaje de su extensión como de alta prioridad para la provisión del SE.

En cuanto al porcentaje de áreas prioritarias frente a la extensión del país, fueron las AP de Guatemala y Honduras (20% y 10% respectivamente) las que presentaron los mayores

valores. En la Figura 14 se observa la relación espacial entre las zonas de prioridad para la provisión del SE y las categorías del CBM por país.

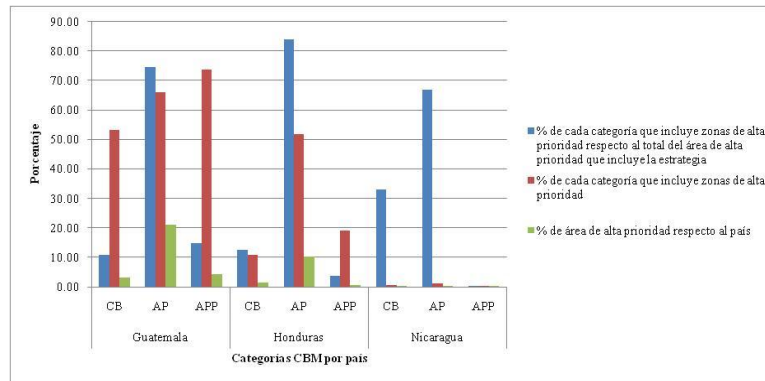


Figura 13. Porcentaje de zonas de alta prioridad para la provisión del SE stock de carbono incluido por el CBM

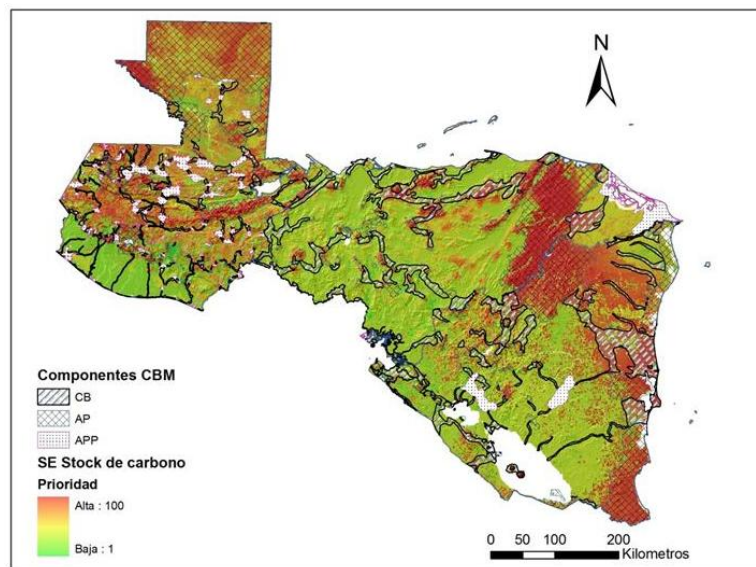


Figura 14. Distribución espacial y congruencia espacial entre las zonas prioritarias para provisión de SE y el CBM

Al considerar las ecorregiones (Figura 15), solo dos de las doce presentes en Guatemala fueron representativas respecto a la extensión de áreas de alta prioridad que incluye toda la estrategia PVMF (aprox. 52%) y CAPF (aprox. 32%). Estas dos ecorregiones también tuvieron los mayores porcentajes de alta prioridad respecto a la extensión del país (aprox. 28% y 18% respectivamente). En cuanto al porcentaje de la extensión de cada ecorregión, seis de las ecorregiones tuvieron más del 50% de su extensión como prioritaria para la provisión del SE, siendo la CMF (Chiapas montane forest) la que mayor porcentaje tuvo (aprox. 100%).

En Honduras la ecorregión que representó la mayor extensión respecto al total de áreas prioritarias que incluye la estrategia fue CAAMF (aprox. 75%), la cual también tuvo el mayor porcentaje de su extensión como zona de alta prioridad (aprox. 40%) y representó el mayor porcentaje de áreas prioritarias respecto a la extensión total del país.

En Nicaragua se observó el mismo patrón de la ecorregión CAAMF, con la diferencia que cinco de las once ecorregiones tuvieron porcentajes por encima del 30% de su extensión como zonas de alta prioridad.

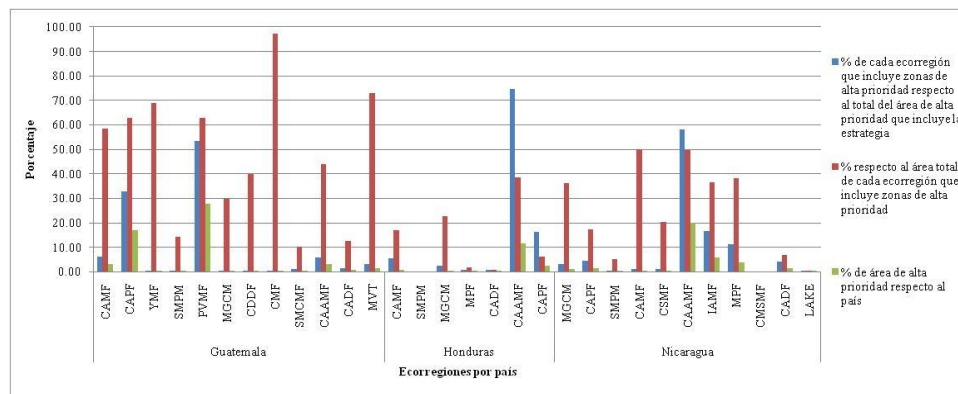


Figura 15. Porcentaje de zonas de alta prioridad para la provisión del SE stock de carbono incluido por las ecorregiones

5.4.3.3 Provisión de madera

Respecto a los porcentajes de los países evaluados que corresponden a zonas prioritarias para el SE provisión de madera, es importante aclarar que en la metodología aplicada se consideró el bosque como el único uso de suelo relacionado con este SE. Por lo que estos porcentajes podrían variar si se incluyen otros usos que pueden llegar a ser importantes para la provisión de estos SE como lo pueden ser los sistemas silvopastoriles. Bajo la metodología y los supuestos empleados, Guatemala tuvo el mayor porcentaje de su extensión como zona de alta prioridad para la provisión de madera (Cuadro 8).

Cuadro 8. Porcentaje del país prioritario para el SE provisión de madera

PAÍS	% DEL PAÍS PRIORITARIO PARA LA PROVISIÓN DEL SE
Guatemala	27.185
Honduras	13.189
Nicaragua	9.338

El CBM fue la estrategia que mayor porcentaje de áreas prioritarias para la provisión de madera incluyó en los tres países (Cuadro 9). Los valores superiores a 100 en la ecorregión

se explican porque incluyen cuerpos de agua no considerados en la priorización de áreas para provisión de SE.

Cuadro 9. Porcentaje de las áreas prioritarias para el SE provisión de madera incluido por cada estrategia por país

PAÍS	GUATEMALA			HONDURAS			NICARAGUA		
Estrategia	EBAs	CBM	Ecorregión	EBAs	CBM	Ecorregión	EBAs	CBM	Ecorregión
% de las áreas prioritarias incluidas por la estrategia	34.04	68.09	100	23.93	89.99	118.63	22.99	74.68	100

En Guatemala las EBAS A09 y A14 fueron las más representativas (Figura 16). La A14 representó el mayor porcentaje de las áreas prioritarias incluidas por la estrategia (aprox. 55%) seguido de la A09 con aprox. el 45%. En cuanto al porcentaje de áreas prioritarias de acuerdo a la extensión de cada EBA, fue la A09 la que presentó el mayor valor con un poco más del 90% de su extensión como zona de alta prioridad. En relación al porcentaje de las zonas prioritarias frente a la extensión del país las dos EBAs tuvieron valores menores al 10%.

En el caso de Honduras y Nicaragua, la A16 fue la EBA que representó el mayor porcentaje de las áreas prioritarias que incluyó la estrategia con valores de aprox. el 100% cada una. En cuanto a los porcentajes de la extensión de la EBA que corresponden a zonas prioritarias, la A16 también presentó los mayores valores (aprox. 30% en Honduras y aprox. 10% en Nicaragua). Los porcentajes respecto a la extensión del país en los dos casos fueron menores al 5%. La Figura 17, permite observar la relación espacial entre las zonas de alta prioridad para la provisión del SE y las EBAs.

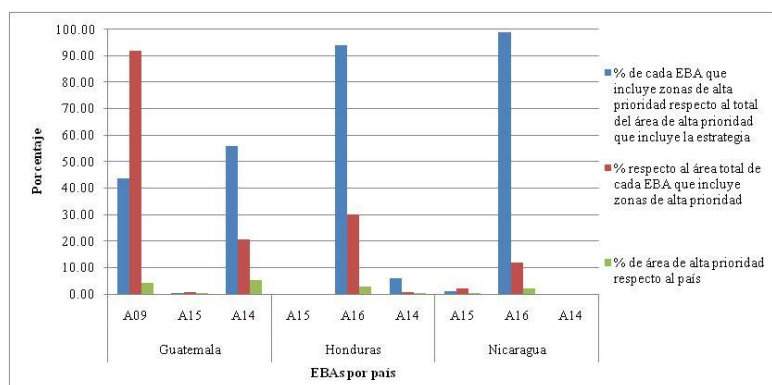


Figura 16. Porcentaje de zonas de alta prioridad para la provisión de madera incluido por las EBAs.

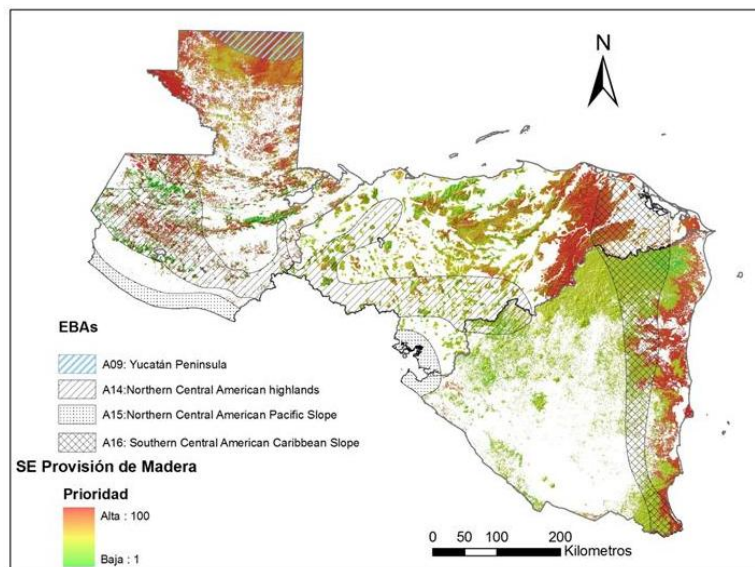


Figura 17. Distribución espacial y congruencia espacial entre las zonas prioritarias para provisión de SE y las EBAs

En cuanto a la relación del CBM con las áreas prioritarias para la provisión de madera (Figura 18), Guatemala y Honduras presentan un patrón similar en donde los mayores porcentajes de las zonas de alta prioridad incluidos por la estrategia, estuvieron representados por las AP con valores de aprox. 90% en Guatemala y aprox. 80% en Honduras. Esta categoría también tuvo el mayor valor de aprox. el 50%, de áreas de alta prioridad para el SE y fue la categoría que presentó los mayores valores de porcentaje de áreas prioritarias respecto al país (aprox. 17% y aprox. 10% respectivamente).

En Nicaragua los CB y las AP fueron las categorías que representaron la totalidad de áreas prioritarias de la estrategia con aprox. 50% cada una. En cuanto al porcentaje del total de la extensión de la categoría que correspondió a zonas de alta prioridad, los valores estuvieron alrededor del 20%. Los porcentajes de áreas prioritarias que incluyeron respecto al área del país, fueron menores al 5%. La situación general en donde las AP tuvieron los mayores porcentajes, está relacionado a los objetivos de implementación de áreas protegidas, las cuales usualmente están asociadas a zonas boscosas. La Figura 19 representa la distribución espacial de las áreas prioritarias para la provisión del SE y de las categorías del CBM.

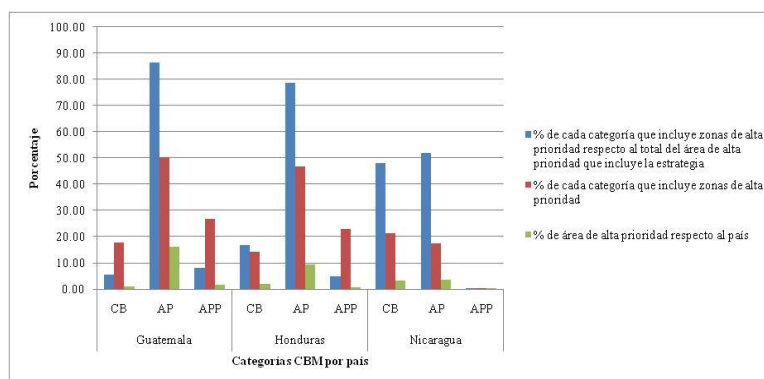


Figura 18. Porcentaje de zonas de alta prioridad para la provisión de madera incluido por el CBM

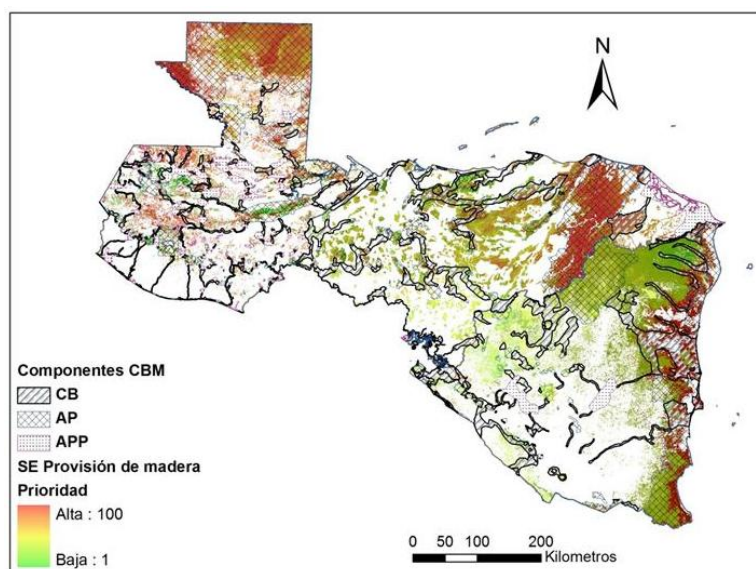


Figura 19. Distribución espacial y congruencia espacial entre las zonas prioritarias para provisión de SE y el CBM

En relación a las ecorregiones (Figura 20), en Guatemala la PVMF fue la que incluyó mayor porcentaje (70%) de las zonas de alta prioridad contenidos por la estrategia. El mayor valor respecto al porcentaje que de su extensión tuvieron como zonas de alta prioridad lo tuvo YMF (Yucatán moist forest) con el 70%, seguido de PVMF con poco más del 40%.

En Honduras la ecorregión que mayor porcentaje de las áreas prioritarias de la estrategia con poco más del 70% y que tuvo casi el 40% de su extensión como zona prioritaria además de representar más del 10% de las áreas de alta prioridad respecto a la extensión del país fue CAAMF. Es importante mencionar que MGCM (mesoamerican Gulf-Caribbean mangroves) tuvo casi el 30% de su extensión en zonas de alta prioridad para la provisión del SE.

En el caso de Nicaragua, el mayor porcentaje respecto a las áreas prioritarias que incluye la estrategia, lo presentó MPF (Miskito pine forest), mientras que el MGCM tuvo casi el 50% de su extensión como zona de alta prioridad, seguido por el MPF que tuvo casi el 40% de su extensión como prioritaria. Respecto al porcentaje de las áreas prioritarias que incluyen en relación con la extensión del país, la MPF presentó los mayores valores que fueron menores al 5%.

La relevancia que para este SE tuvo la ecorregión MGCM que corresponde predominantemente a manglar, puede explicarse en parte por el método de clasificación de uso de suelo que lo definió como bosque y al extraer solo los bosques para el análisis quedó incluido.

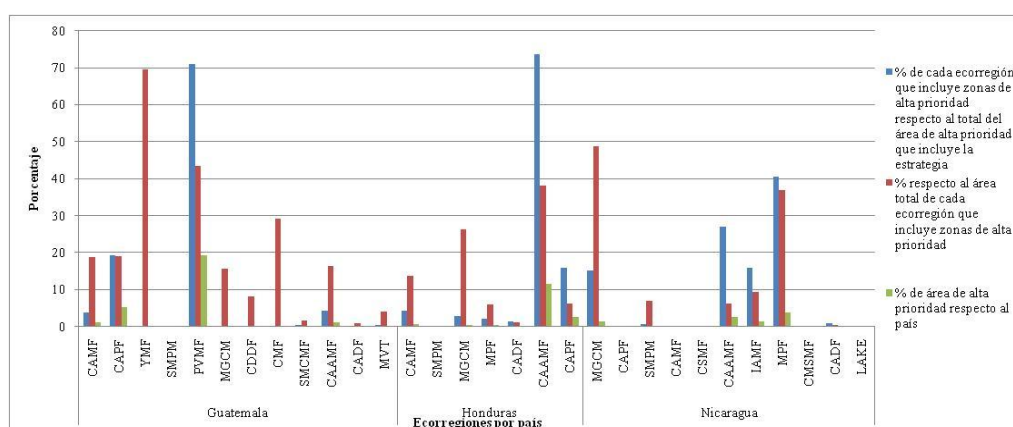


Figura 20. Porcentaje de zonas de alta prioridad para la provisión de madera incluido por las ecorregiones

5.4.3.4 Agua potable y stock de carbono

Las áreas definidas como prioritarias para estos dos SE están restringidas hasta cierto punto por las áreas prioritarias para provisión de calidad de agua potable, aunque en algunos sitios se amplía la distribución debido a que al sumar las capas de información de los dos SE, algunos píxeles adquieren valores de 85 o más. Honduras fue el país en el que el mayor porcentaje de su área corresponde a zonas de alta prioridad para la provisión de este SE múltiple (Cuadro 10).

Cuadro 10. Porcentaje del país prioritario para el SE calidad agua potable y stock de carbono

PAÍS	% DEL PAÍS PRIORITARIO PARA LA PROVISIÓN DEL SE
Guatemala	0.118
Honduras	8.217
Nicaragua	0.027

El CBM fue la estrategia que mayor porcentaje de áreas prioritarias para la provisión del SE múltiple de calidad de agua potable y stock de carbono incluyó en los tres países (Cuadro 11). Los valores superiores a 100 en la ecorregión se explican porque incluyen cuerpos de agua no considerados en la priorización de áreas para provisión de SE y porque algunos indicadores utilizados para la definición de áreas prioritarias para agua potable en Honduras y Nicaragua no incluían todo el país.

Cuadro 11. Porcentaje de las áreas prioritarias para el SE calidad de agua potable y stock de carbono incluido por cada estrategia por país

PAÍS	GUATEMALA			HONDURAS			NICARAGUA			
	Estrategia	EBAs	CBM	Ecorregión	EBAs	CBM	Ecorregión	EBAs	CBM	Ecorregión
% de las áreas prioritarias incluidas por la estrategia	29.89	47.44	100	9.34	98.14	116.89	0	12.81	100	

Al observar la relación de las áreas de prioridad para este SE múltiple con las EBAs (Figura 21), se observó para Guatemala un patrón similar al encontrado para el SE de calidad de agua, en donde la EBA A14 fue la que incluyó el 100% de las áreas prioritarias de la estrategia, mientras que los valores relacionados con el porcentaje de la EBA correspondiente a alta prioridad y respecto a la extensión del país fueron muy bajos, lo cual se debe al bajo porcentaje del país que corresponde a alta prioridad para la provisión de este SE múltiple.

En Honduras a diferencia de lo observado para calidad de agua en donde la EBA mas importante fue la A14, el mayor valor en este caso lo tuvo la A16 con aprox. el 95% del total de las áreas prioritarias incluidas en la estrategia y poco más del 5% de la extensión total de la EBA como zona de alta prioridad. La distribución de las EBAs de Nicaragua no coincidió espacialmente con las zonas de alta prioridad para la provisión de estos SE. La Figura 22, permite observar las relaciones espaciales entre las EBAs y las zonas de alta prioridad para la provisión del SE múltiple evaluado.

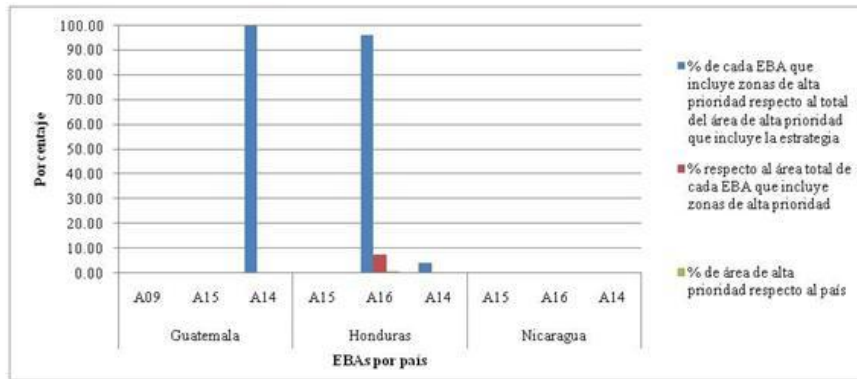


Figura 21. Porcentaje de zonas de alta prioridad para la provisión de los SE calidad de agua potable y stock de carbono incluido por las EBAs.

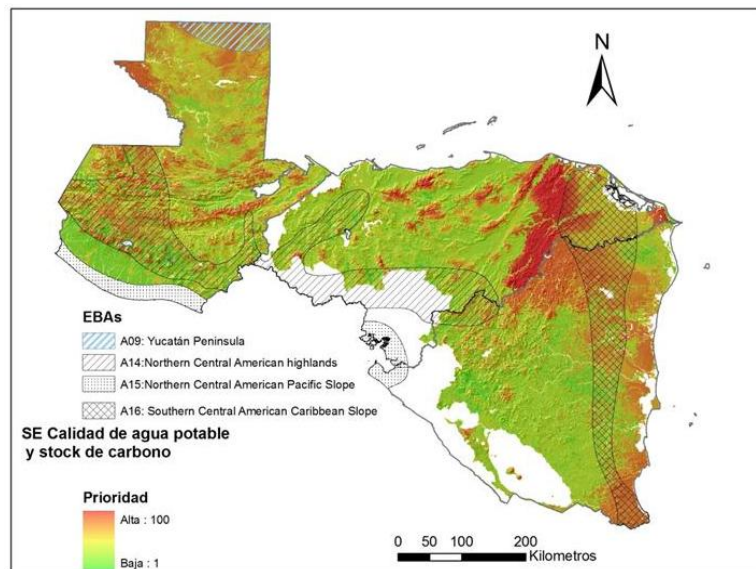


Figura 22. Distribución espacial y congruencia espacial entre las zonas prioritarias para provisión de SE y las EBAs

En cuanto a la relación del CBM con las áreas prioritarias para la provisión de estos SE (Figura 23), el comportamiento siguió un patrón similar al observado para stock de carbono. En Guatemala, las APP fue la categoría que mayor porcentaje de las áreas prioritarias incluidas por la estrategia llegará a representar en el momento que sean implementadas, con casi el 80% de las áreas prioritarias incluidas. Las AP representan aprox. el 15% de las áreas prioritarias incluidas en la estrategia y los CB menos del 10%. Los porcentajes respecto a la extensión de cada categoría y a la extensión del país fueron muy bajos, debido de nuevo al bajo porcentaje del país prioritario para la provisión de estos SE.

En Honduras las AP fueron las que mayor porcentaje de las áreas prioritarias contenidas en la estrategia incluyeron (aprox. 95%). De igual forma, fue la categoría que

mayor porcentaje de su extensión correspondió con zonas de alta prioridad (aprox. 25%) y la que representó el mayor valor respecto a la extensión del país (menos del 10%).

En Nicaragua fueron los CB los que mayor porcentaje de la estrategia representaron con casi el 90% de las áreas protegidas del total que incluye la estrategia. Los bajos valores respecto a la extensión de la categoría y a la extensión del país, se atribuyen al bajo porcentaje del país prioritario para la provisión de estos SE. La Figura 24, permite observar las relaciones espaciales entre el CBM y las áreas prioritarias para la provisión de estos SE.

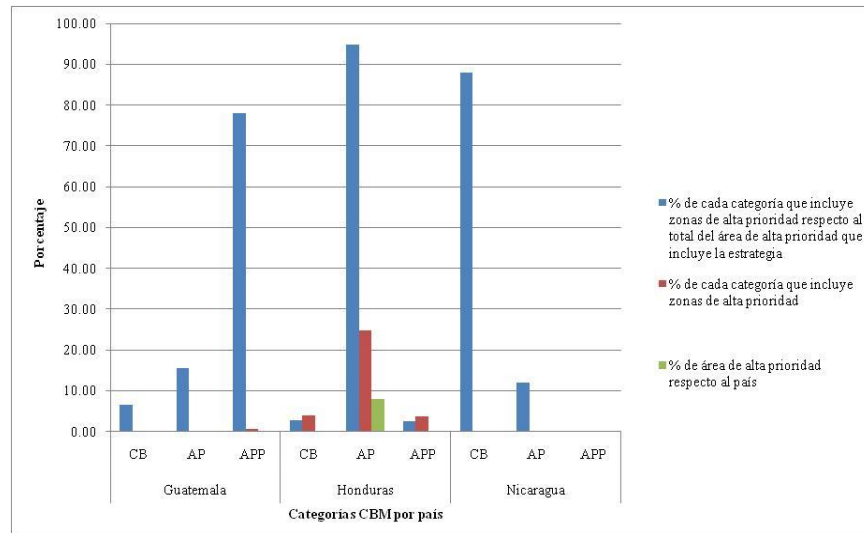


Figura 23. Porcentaje de zonas de alta prioridad para la provisión de los SE calidad de agua potable y stock de carbono incluido por el CBM.

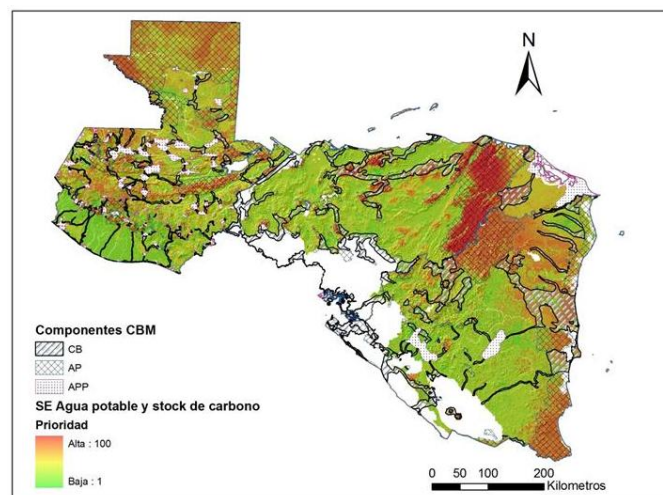


Figura 24. Distribución espacial y congruencia espacial entre las zonas prioritarias para provisión de SE y las EBAs

Respecto a la relación de las ecorregiones con las áreas prioritarias para la provisión de los SE (Figura 25), no se observa un patrón similar al que se observó cuando se evaluaron los SE por separado. En Guatemala PVF fue la ecorregión que mayor porcentaje de las áreas contenidas en la estrategia incluyó con el 60%, seguida de CAPF con casi el 40%. Debido al bajo porcentaje del país que corresponde a zonas de alta prioridad, los valores respecto a la extensión de la ecorregión y a la extensión del país son muy bajos.

En Honduras CAAMF fue la ecorregión que mayor porcentaje del área prioritaria contenida en la estrategia incluyó (80%) además de tener casi el 30% de su extensión como área prioritaria y representar casi el 10% de las áreas prioritarias frente a la extensión del país. En Nicaragua, CADF representó poco más del 80% de las áreas prioritarias contenidas en la estrategia, seguida por CMSMF que representó aprox. el 20% de las áreas protegidas de la estrategia además de contar con más del 10% de su extensión total como área prioritaria.

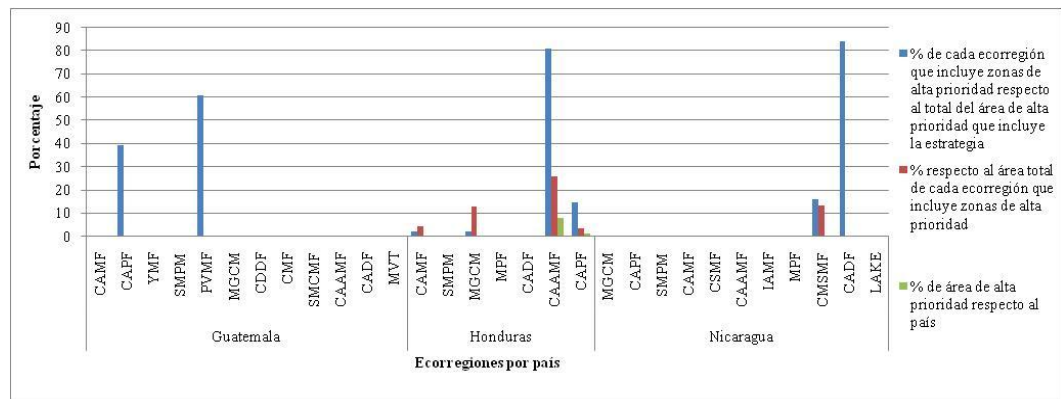


Figura 25. Porcentaje de zonas de alta prioridad para la provisión de los SE calidad de agua potable y stock de carbono incluido por las ecorregiones.

5.4.3.5 Agua potable y provisión de madera

La distribución de las áreas prioritarias para la provisión de estos SE está definida por la metodología, tanto por la extensión de las áreas para provisión de madera que solo consideraron bosques y como por la distribución de las áreas para provisión de calidad de agua potable, limitada como se explicó al principio por la demanda. Nicaragua fue el país que presentó el mayor porcentaje de su extensión como zona de alta prioridad para la provisión de los SE (Cuadro 12).

Cuadro 12. Porcentaje del país prioritario para el SE calidad de agua potable y provisión de madera

PAÍS	% DEL PAÍS PRIORITARIO PARA LA PROVISIÓN DEL SE
Guatemala	0.017
Honduras	1.053
Nicaragua	7.213

El CBM fue la estrategia que mayor porcentaje de áreas prioritarias para la provisión del SE múltiple de calidad de agua potable y stock de carbono incluyó en Honduras y Nicaragua, mientras en Guatemala el mayor valor lo tuvieron las EBAs (Cuadro 13). Los valores superiores a 100 en la ecorregión se explican porque incluyen cuerpos de agua no considerados en la priorización de áreas para provisión de SE y porque algunos indicadores utilizados para la definición de áreas prioritarias para agua potable en Honduras y Nicaragua no incluían todo el país.

Cuadro 13. Porcentaje de las áreas prioritarias para el SE calidad de agua potable y provisión de madera incluido por cada estrategia por país

PAÍS	GUATEMALA			HONDURAS			NICARAGUA		
	EBAs	CBM	Ecorregión	EBAs	CBM	Ecorregión	EBAs	CBM	Ecorregión
% de las áreas prioritarias incluidas por la estrategia	100	40.48	100	0.56	99.68	113.95	21.77	74.45	99.54

Al observar la relación de las EBAs con la distribución de las áreas prioritarias para la provisión de estos SE (Figura 26), el comportamiento en Guatemala y Honduras es similar al observado para el SE calidad de agua potable, en donde la A14 fue la EBA que incluyó la totalidad de las áreas prioritarias contenidas por la estrategia, los valores correspondientes a los porcentajes respecto a la extensión total de la EBA y frente a la extensión del país fueron muy bajos debido al bajo porcentaje de prioridad para estos SE que presentaron estos dos países.

En el caso de Nicaragua, la A16 incluyó el 100% de las áreas prioritarias contenidas en la estrategia y poco menos del 10% de su extensión total correspondió con zonas de alta prioridad, el porcentaje respecto a la extensión del país es menor al 3%. La Figura 27 muestra la relación espacial entre las EBAs y las áreas prioritarias para la provisión de estos SE múltiples.

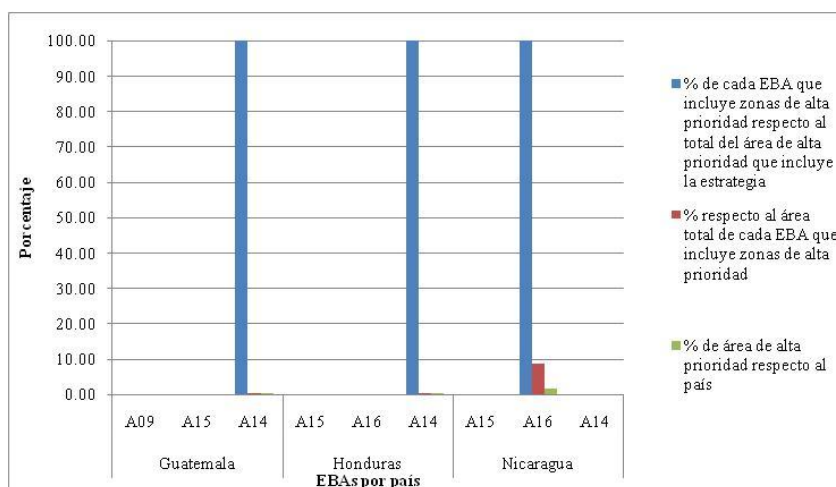


Figura 26. Porcentaje de zonas de alta prioridad para la provisión de los SE calidad de agua potable y provisión de madera incluido por las EBAs.

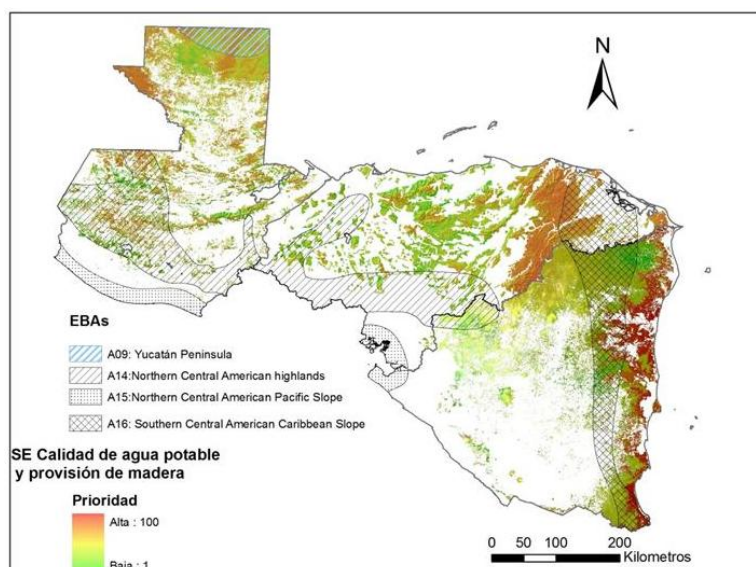


Figura 27. Distribución espacial y congruencia espacial entre las zonas prioritarias para provisión de SE y las EBAs

En cuanto al CBM (Figura 28), se observa un patrón similar al observado para el SE provisión de madera, en donde en general las AP de los tres países incluyen los mayores porcentajes del total de áreas protegidas contenidas por la estrategia, siendo este porcentaje mayor en Honduras donde alcanza el 100% mientras en Guatemala es de poco menos del 80% y en Nicaragua de aprox. del 55%. Lo anterior se explica por los objetivos de implementación de áreas protegidas las cuales usualmente están asociadas a zonas boscosas. En Guatemala, las APP aportarán aprox. el 20% al total incluido por la estrategia y en Nicaragua los CB incluyen aprox. el 45% de las áreas contenidas en la estrategia.

Respecto a los porcentajes de la extensión de las categorías que corresponden a zonas de alta prioridad, en Guatemala el valor es muy bajo debido al bajo porcentaje de prioridad para estos SE en el país, en Honduras las AP tienen aprox. el 5% de su extensión como prioritaria y en Nicaragua el CB y las AP tienen aprox. el 15% cada una. La Figura 29 muestra las relaciones espaciales entre las áreas prioritarias para la provisión de los SE y la distribución del CBM.

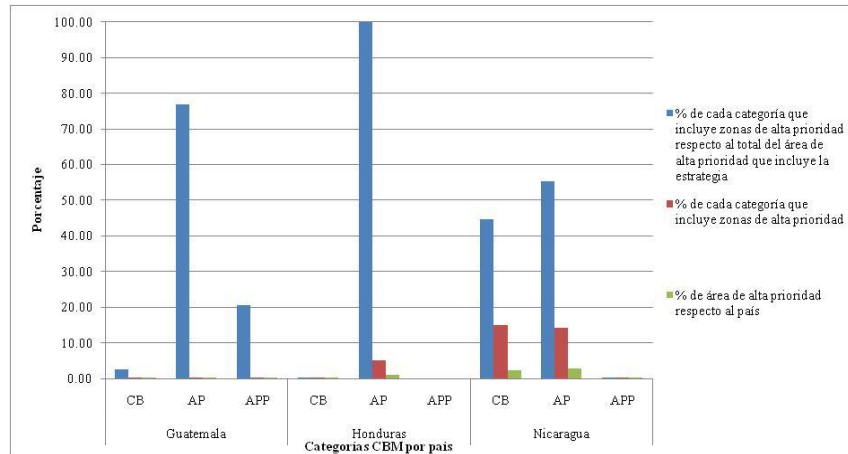


Figura 28. Porcentaje de zonas de alta prioridad para la provisión de los SE calidad de agua potable y provisión de madera incluido por el CBM.

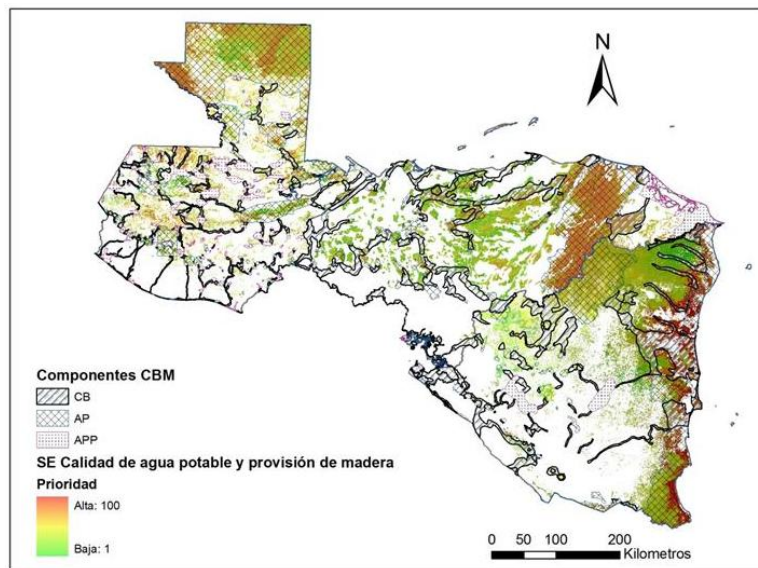


Figura 29. Distribución espacial y congruencia espacial entre las zonas prioritarias para provisión de SE y el CBM

En cuanto a las Ecorregiones (Figura 30), en Guatemala siguieron un patrón similar al observado para calidad de agua donde CAPF representó el 100% de las áreas prioritarias contenidas en la estrategia y la relación de los valores con la extensión de la ecorregión y la

extensión del país fueron bajos debido al bajo porcentaje de zonas prioritarias para la provisión de estos SE.

En Honduras CAAMF es la ecorregión que mayor porcentaje de las áreas protegidas que contiene la estrategia incluye (aprox. 80%) y a la vez es la que mayor porcentaje de su extensión corresponde a áreas prioritarias (aprox. 40%) y mayor porcentaje de áreas prioritarias frente a la extensión del país incluye (10%).

En Nicaragua la ecorregión MPF fue la que mayor porcentaje de las áreas protegidas contenidas en la estrategia incluyo (aprox. 50%) seguida por CAAMF y por IAMF (Isthmian-Atlantic moist forests) con aprox. el 20% cada una. Respecto al porcentaje de la extensión de cada ecorregión que correspondió a zonas prioritarias, la mejor representada fue MPF con el 30% seguida de IAMF y CAAMF con menos del 10% cada una, MPF también presentó el mayor porcentaje de áreas protegidas respecto a la extensión del país (menos del 5%).

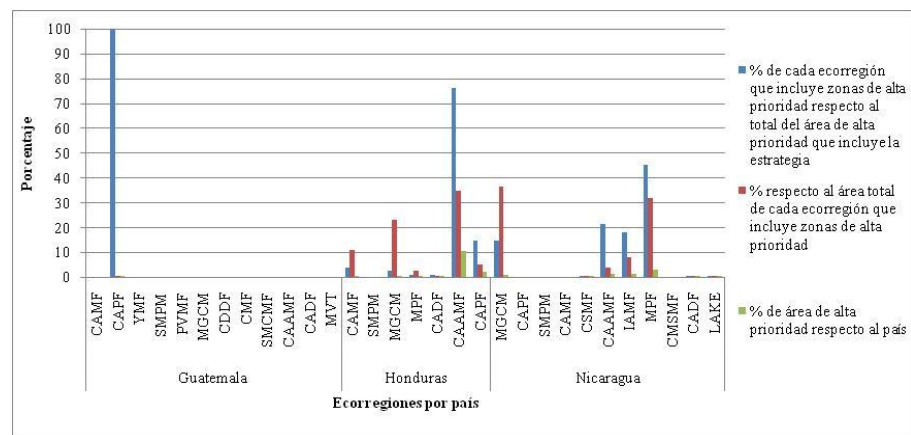


Figura 30. Porcentaje de zonas de alta prioridad para la provisión de los SE calidad de agua potable y provisión de madera incluido por las ecorregiones.

5.4.4 Stock de carbono y provisión de madera

La distribución de este SE aunque asociada por el importante valor que tienen los bosques que proveen madera para el stock de carbono, no incluye otros usos importantes para el stock de carbono ni para la provisión de madera ya que el supuesto solo considera los bosques como sitios de provisión de madera. Guatemala es el país que tiene un mayor porcentaje de su extensión como área de alta prioridad para la provisión de estos SE múltiples (Cuadro 14).

Cuadro 14. Porcentaje del país prioritario para el SE stock de carbono y provisión de madera

PAÍS	% DEL PAÍS PRIORITARIO PARA LA PROVISIÓN DEL SE
Guatemala	24.423
Honduras	11.798
Nicaragua	6.916

El CBM fue la estrategia que mayor porcentaje de áreas prioritarias para la provisión del SE múltiple de calidad de stock de carbono y provisión de madera incluyó en los tres países (Cuadro 15). Los valores superiores a 100 en la ecorregión se explican porque incluyen cuerpos de agua no considerados en la priorización de áreas para provisión de SE.

Cuadro 15. Porcentaje de las áreas prioritarias para el SE stock de carbono y provisión de madera incluido por cada estrategia por país

PAÍS	GUATEMALA			HONDURAS			NICARAGUA		
	EBAs	CBM	Ecorregión	EBAs	CBM	Ecorregión	EBAs	CBM	Ecorregión
% de las áreas prioritarias incluidas por la estrategia	35.1	68.9	100	21.14	93.78	117.39	25.85	75.94	99.08

Respecto a la relación entre las EBAs y las zonas prioritarias para estos SE (Figura 31), se observa para los tres países, un patrón similar al encontrado para los dos SE por separado. En Guatemala, el mayor porcentaje de áreas prioritarias contenidas en la estrategia las incluye la A14 con aprox. 60%, seguida por la A09 con poco más del 40% y que fue la estrategia cuyo mayor porcentaje de su extensión correspondió con áreas prioritarias (más del 80%). En cuanto al porcentaje de áreas protegidas frente a la extensión del país las dos EBA tuvieron valores de aprox. 5% cada una.

En Honduras y Nicaragua la EBA que mayor porcentaje de las áreas prioritarias contenidas en la estrategia incluyó fue la A16 con el 95% y el 100% respectivamente. De igual forma, fue la que presentó el mayor porcentaje de su extensión como áreas de alta prioridad (aprox.25% y aprox. 10% respectivamente), el porcentaje de las áreas prioritarias frente a la extensión en los dos países fue menor del 5%. La Figura 32 muestra las relaciones espaciales entre las zonas prioritarias para la provisión de estos SE y las EBAs.

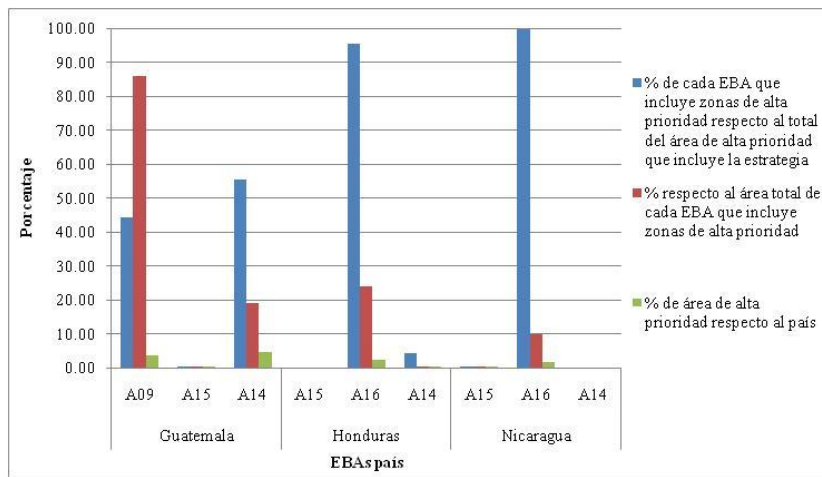


Figura 31. Porcentaje de zonas de alta prioridad para la provisión de los SE stock de carbono y provisión de madera incluido por las EBAs.

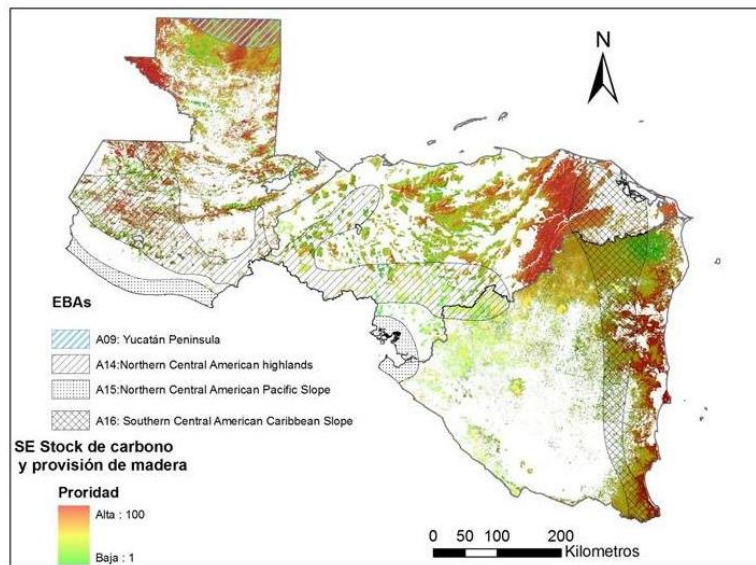


Figura 32. Distribución espacial y congruencia espacial entre las zonas prioritarias para provisión de SE y las EBAs

En cuanto a la relación entre el CBM y las áreas prioritarias para la provisión de estos SE múltiples (Figura 33), se observa de nuevo un patrón similar con los resultados de analizar los dos SE por separado, en donde para los tres países las AP incluyen un porcentaje importante del total de áreas prioritarias contenidas en la estrategia, lo cual se explica debido a los objetivos de implementación de estas áreas que usualmente están relacionadas con la protección de zonas boscosas.

En Guatemala y Honduras además, las AP tienen el mayor porcentaje respecto al área de su extensión que corresponde a áreas protegidas (aprox.45% cada una) seguido del CB con

poco más del 15%. Las AP también tuvieron los mayores valores respecto al porcentaje del país que representan las áreas protegidas que contiene (aprox. 15% y aprox. 10% cada una).

En Nicaragua los CB representan un papel igual de importante que las AP de tal manera que el porcentaje de representación de las áreas protegidas contenidas en la estrategia están divididas en el 50% los CB y 50% las AP, en cuanto al porcentaje de la extensión de la categoría y el porcentaje del país que representan las áreas prioritarias que contienen, también presentan valores similares (menos del 5%). La Figura 34 permite observar las relaciones espaciales entre las zonas prioritarias para la provisión de estos SE múltiples y el CBM.

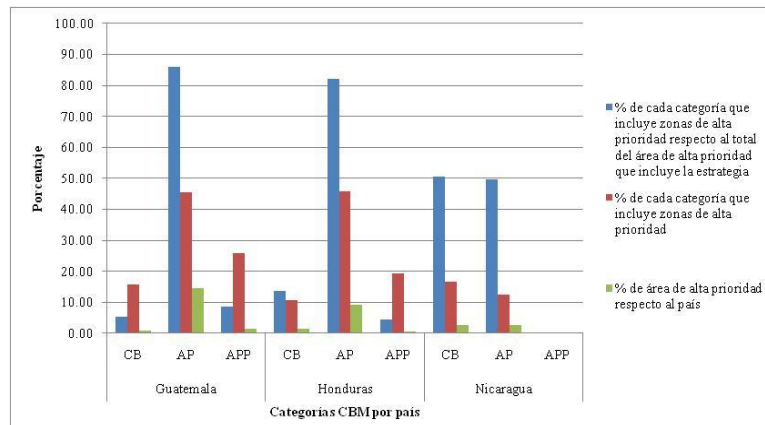


Figura 33. Porcentaje de zonas de alta prioridad para la provisión de los SE calidad de agua potable y provisión de madera incluido por el CBM

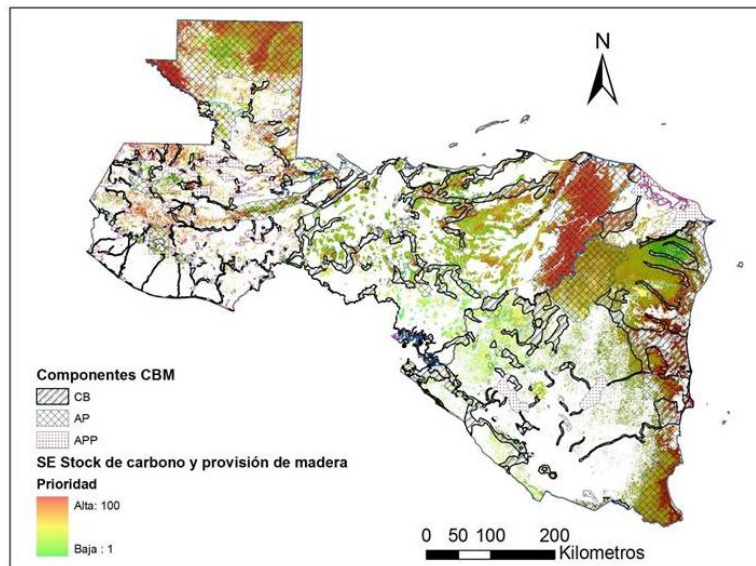


Figura 34. Distribución espacial y congruencia espacial entre las zonas prioritarias para provisión de SE y las EBAs

En el caso de las ecorregiones el comportamiento es un poco diferente al observado para los SE por separado (Figura 35). En Guatemala la ecorregión que presenta el mayor porcentaje de las áreas prioritarias contenidas por la estrategia es la PVMF con el 70% y seguida de CAPF con aprox. 20%. Respecto al porcentaje de la extensión de la ecorregión correspondiente a áreas prioritarias YMF tiene el mayor valor con casi el 70%, PVMF también presenta el mayor porcentaje de la extensión del país representado en áreas prioritarias.

En Honduras CAAMF fue la que presentó el mayor porcentaje de áreas prioritarias contenidas en la estrategia (80%) y a su vez tuvo el mayor porcentaje de su extensión representado en áreas prioritarias con aprox. 35% seguido de MGCM con poco más del 20%. La CAAMF tuvo también el mayor porcentaje de la extensión del país como áreas prioritarias.

Tres de las once ecorregiones de Nicaragua presentaron valores similares en cuanto al porcentaje de áreas protegidas que contiene la estrategia MPF el 40%, CAAMF el 30% y IAMF el 20%. MPF fue la que mayor porcentaje de su extensión tuvo como área prioritaria con casi el 30%, el porcentaje de la extensión de país menor al 5%.

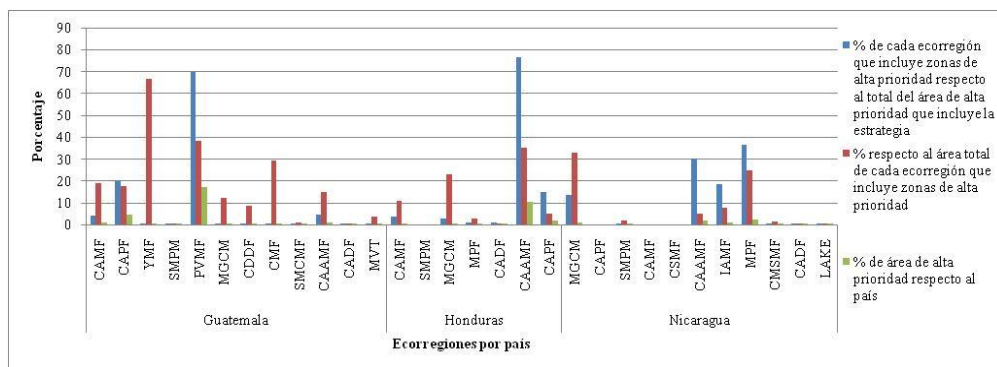


Figura 35. Porcentaje de zonas de alta prioridad para la provisión de los SE stock de carbono y provisión de madera incluido por las ecorregiones.

5.4.5 Agua potable, stock de carbono y provisión de madera

La distribución de las áreas prioritarias para la provisión de este SE múltiple es definido teniendo en cuenta la interacción de supuestos que define la metodología propuesta. Guatemala es el país cuyo mayor porcentaje de su área corresponde con zonas de alta prioridad para la provisión del SE múltiple (Cuadro 16).

Cuadro 16. Porcentaje del país prioritario para el SE calidad de agua potable, stock de carbono y provisión de madera

PAÍS	% DEL PAÍS PRIORITARIO PARA LA PROVISIÓN DEL SE
Guatemala	12.787
Honduras	10.010
Nicaragua	6.442

El CBM fue la estrategia que mayor porcentaje de áreas prioritarias para la provisión del SE múltiple de calidad de agua potable, stock de carbono y provisión de madera incluyó en los tres países (Cuadro 17). Los valores superiores a 100 en la ecorregión se explican porque incluyen cuerpos de agua no considerados en la priorización de áreas para provisión de SE y porque algunos indicadores utilizados para la definición de áreas prioritarias para agua potable en Honduras y Nicaragua no incluían todo el país.

Cuadro 17. Porcentaje de las áreas prioritarias para el SE calidad de agua potable incluido por cada estrategia por país

PAÍS	GUATEMALA			HONDURAS			NICARAGUA		
	EBAs	CBM	Ecorregión	EBAs	CBM	Ecorregión	EBAs	CBM	Ecorregión
% de las áreas prioritarias incluidas por la estrategia	26.99	40.88	69.36	17.62	93.8	112.6	24.75	75.99	99.52

Respecto a la relación de las EBAs con las zonas prioritarias para la provisión de estos SE múltiples (Figura 36), en Guatemala la A14 representa el mayor porcentaje de las áreas prioritarias contenidas en la estrategia (90%) y también el mayor porcentaje de áreas prioritarias respecto a su extensión con poco más del 10%, seguida por la A09 con menos del 10%. A14 también tuvo el mayor porcentaje de áreas prioritarias respecto al país con un valor de aprox. 5%.

Honduras y Nicaragua presentan un comportamiento similar, en donde la A16 es la EBA que mayor porcentaje de las áreas prioritarias contenidas por la estrategia incluye (aprox. 98% y 100% respectivamente). De igual forma, en cuanto al porcentaje de su extensión que corresponde a áreas prioritarias también presentan valores similares (aprox.18% y aprox.10% respectivamente). El porcentaje de áreas prioritarias respecto al valor del país fue de menos de 3%. La Figura 37 muestra la relación espacial entre las áreas prioritarias para la provisión de estos SE múltiples y las EBAs.

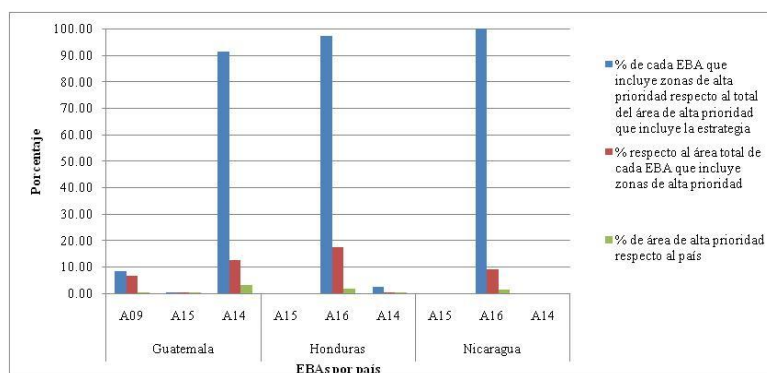


Figura 36. Porcentaje de zonas de alta prioridad para la provisión de los SE calidad de agua potable, stock de carbono y provisión de madera incluido por las EBAs

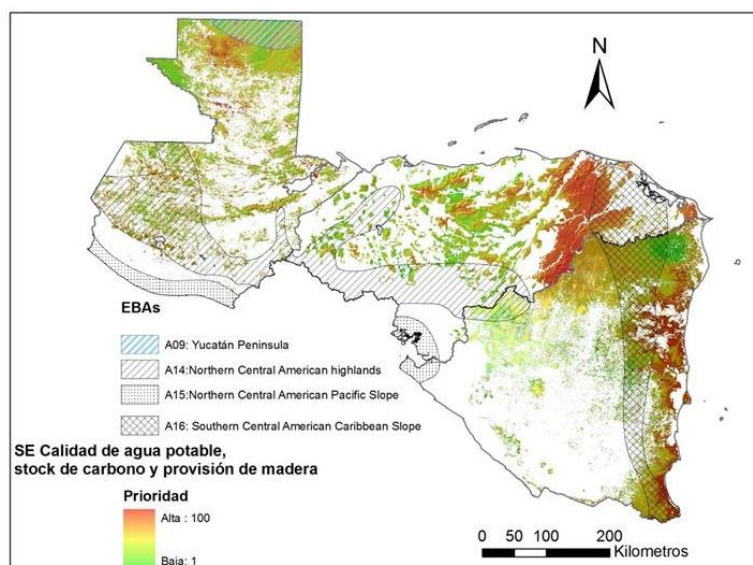


Figura 37. Distribución espacial y congruencia espacial entre las zonas prioritarias para provisión de SE y las EBAs

En cuanto a la relación del CBM con la distribución de las áreas prioritarias para la provisión de estos SE (Figura 38), se presenta una distribución similar a la observada para stock de carbono y provisión de madera al ser evaluados separado, en donde las AP representan los mayores porcentajes de áreas prioritarias contenidas en la estrategia en cada país, el mayor valor lo presenta Honduras (aprox. 85%), seguido de Guatemala (aprox. 75%), en el caso de Nicaragua, este porcentaje es compartido entre el CB y las AP con el 50% cada una.

En Guatemala las APP tuvieron el mayor valor (aprox. 18%) seguidas por las AP y CB con aprox. 12% y aprox. 8% respectivamente, del porcentaje de la categoría que corresponda a áreas prioritarias. En Honduras el mayor valor lo tuvieron las AP con el 40%, seguidas de las

APP con casi el 20% y en Nicaragua el mayor valor lo presentaron los CB con aprox. 20% seguidos de las AP con poco más del 10%.

En Guatemala y Honduras el mayor valor del porcentaje de la extensión del país representado en áreas prioritarias, lo presentaron las AP con aprox. 5% y aprox. 10% respectivamente. En Nicaragua los CB y las AP tuvieron valores similares de menos del 5%. La Figura 39 muestra la relación espacial entre las áreas prioritarias para la provisión de estos SE múltiples y el CBM.

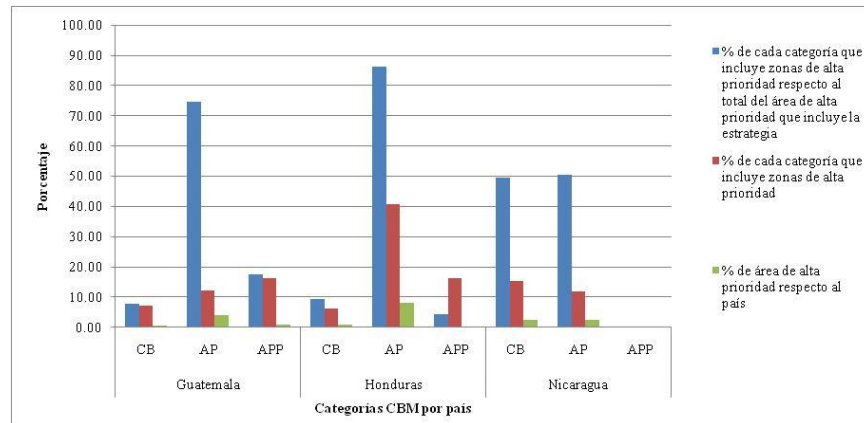


Figura 38. Porcentaje de zonas de alta prioridad para la provisión de los SE calidad de agua potable, stock de carbono y provisión de madera incluido por el CBM

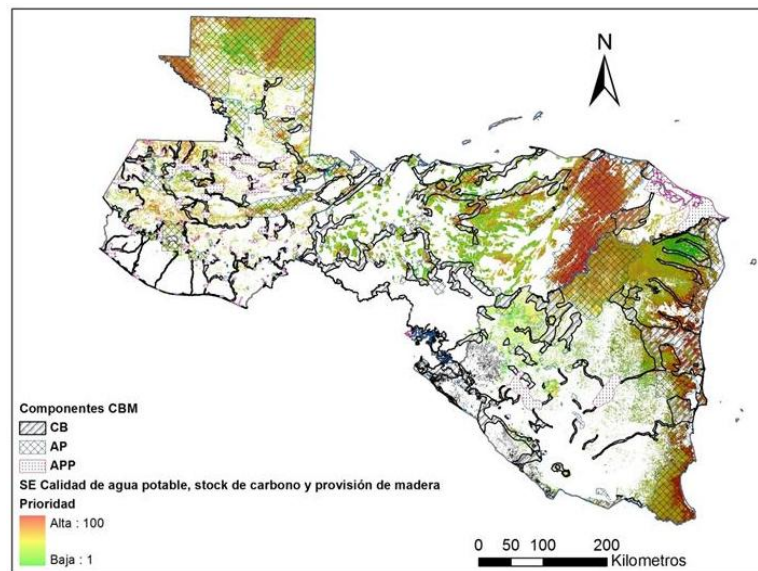


Figura 39. Distribución espacial y congruencia espacial entre las zonas prioritarias para provisión de SE y el CBM

Las ecorregiones también se relacionaron de manera diferente con las áreas prioritarias para la provisión de los SE múltiples, en comparación con lo observado al evaluar los SE

individuales (Figura 40). En Guatemala PVMF y CAPF fueron las ecorregiones que mayor porcentaje de las áreas prioritarias contenidas por la estrategia incluyeron, con el 40% cada una. Respecto al porcentaje de la extensión de la ecorregión correspondiente a áreas prioritarias, el mayor valor lo presentó CMF (Chiapas moist forest). El mayor porcentaje de áreas prioritarias respecto a la extensión del país lo tuvieron CAPF y PVMF con menos del 5% cada una.

En Honduras CAAMF presentó el mayor porcentaje de representación de las áreas prioritarias contenidas en la estrategia (80%) y el mayor porcentaje de áreas prioritarias respecto a su extensión (30%) seguida por MGCM con el 20%. El porcentaje de las áreas prioritarias contenidas respecto al área del país lo tuvo CAAMF con casi el 10%.

En Nicaragua el mayor porcentaje de representación de las áreas prioritarias contenidas en la estrategia lo tuvo MPF (40%) seguido por CAAMF con el 30% y por IAMF con el 20%. En cuanto al porcentaje de áreas prioritarias respecto a su extensión total, también MPF tuvo el mayor valor con poco más del 20% y presentó el mayor porcentaje de áreas prioritarias contenidas respecto a la extensión del país (menos del 5%).

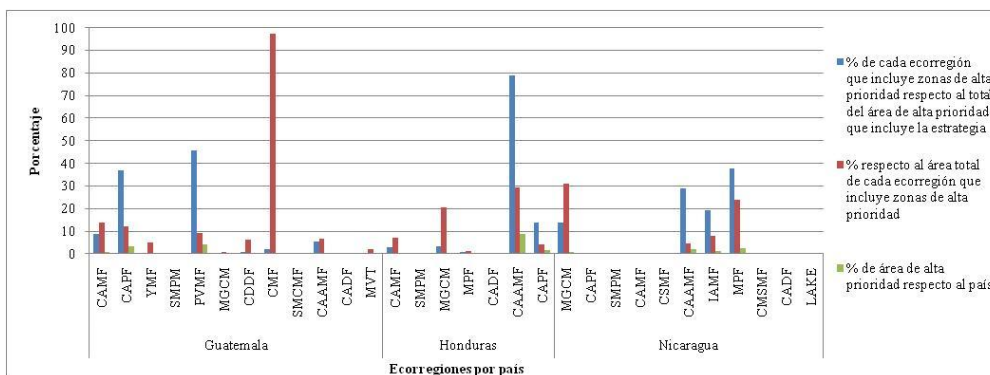


Figura 40. Porcentaje de zonas de alta prioridad para la provisión de los SE calidad de agua potable, stock de carbono y provisión de madera incluido por las ecorregiones

5.5 Discusión

5.5.1 Relación de las estrategias de conservación con los usos de suelo definidos para los tres países

Las tres estrategias analizadas están relacionadas diferencialmente con los usos de suelo correspondientes a cada país, lo cual se explica dados los lineamientos y criterios usados para la definición de las categorías de cada estrategia.

Es importante anotar que se observa una relación clara entre la extensión de las categorías y la cantidad de usos que esta incluye, así como de las proporciones de los mismos. Las EBAs y las ecorregiones las de mayor tamaño incluyeron no solo la mayoría o todos los usos del suelo, sino que los porcentajes de los mismos fueron similares a los porcentajes observados a escala de país.

Aunque es posible observar que estrategias como el CBM y en particular las AP presentan en general una fuerte asociación con el bosque, debido a que usualmente los objetivos de estas áreas están dirigidos a conservar y/o recuperar zonas de bosque, en otros casos como el de las EBAs A09, A14, A15 y A16, en donde el bosque se define como el hábitat principal, otros usos de suelo (p.ej. agropecuario) han desplazado al bosque como uso principal llegando incluso a casi desaparecer como por ejemplo en la A15 de Guatemala y Honduras.

Lo anterior se puede deber a entre otros aspectos, al acelerado proceso de deforestación existente en Centroamérica (CCAD 2008) que ha evolucionado en algunas zonas más rápido que en otras debido a factores bióticos y abióticos que favorecen esta transformación (carreteras, poblados, pendiente, eventos climáticos extremos, entre otros) (Pedroni et ál 2008).

Esta situación ha originado cambios en el paisaje con impactos a nivel biológico, económico y social, que por la velocidad de cambio y en algunos casos por la falta de monitoreo al cumplimiento de los objetivos de conservación de las estrategias implementadas, han convertido las estrategias de conservación en instrumentos poco eficientes. Por lo anterior, los resultados acá presentados ayudan a visibilizar la realidad actual respecto al mosaico de usos presentes en el paisaje y su efecto sobre la biodiversidad lo que se constituye en una herramienta importante para ajustar las estrategias de conservación existentes y/o para definir nuevas estrategias integrales de conservación.

5.5.2 Relación espacial de las estrategias de conservación con las áreas prioritarias para provisión de SE

En cuanto a la relación espacial entre las áreas prioritarias para provisión de SE y cada una de las estrategias evaluadas, no se observó un patrón definido ni a nivel de SE ni a nivel de estrategia de conservación. Por lo que se afirma que el grado de relación espacial entre las tres estrategias de conservación evaluadas y las zonas prioritarias para la provisión de los SE definidos, depende del SE que se evalúe, de la escala a que se presente el flujo de este SE, de la demanda y de la ubicación espacial de la estrategia más que de su extensión, aunque esta característica puede hasta cierto punto aumentar las posibilidades de inclusión de áreas prioritarias para la provisión de ciertos SE.

En cuanto al comportamiento diferencial en la relación espacial, dependiendo del SE evaluado se encontraron relaciones significativas como las del SE stock de carbono con las AP, también se encontraron relaciones casi nulas como las observadas entre calidad de agua potable con algunas EBAs, lo cual concuerda con lo reportado por Chan et ál. (2006), quienes reportan algunas relaciones débilmente positivas y otras débilmente negativas entre áreas prioritarias para conservación de la biodiversidad y el flujo de SE relacionados con stock de carbono, control de inundaciones, producción de forraje, recreación, polinización de cultivos, y provisión de agua a lo largo de la ecorregión de la costa central de California.

Si se tiene en cuenta la relación existente entre procesos ecosistémicos y SE, en donde varios procesos pueden estar relacionados con un mismo SE o el mismo proceso puede aportar a varios SE (Constanza et ál. 1997) así como el papel de la biodiversidad con estos procesos, es comprensible que al considerar SE derivados de procesos ecosistémicos diferentes, las relaciones sean diferentes. Si además se tiene en cuenta que para esta investigación cada estrategia de conservación incorpora de manera diferente el concepto de biodiversidad, desde un enfoque protagónico en el caso de las EBAs a un criterio de relevancia compartida con otros aspectos como en el caso del CBM, son de esperarse las diferentes relaciones espaciales que se pueden dar al comparar estrategias diferentes con SE diferentes.

Respecto a la relación de la biodiversidad con la provisión de SE, (Turner et ál. 2007 y Naidoo et ál. 2008) encontraron que regiones seleccionadas para maximizar la biodiversidad no necesariamente proveen más SE que otras regiones escogidas al azar, planteando que la concordancia espacial entre SE y conservación de biodiversidad varía ampliamente. De la

misma manera, es necesario considerar que algunas regiones importantes para la biodiversidad, no lo son tanto para SE debido a que son hábitats originalmente considerados pobres (p. ej. zonas áridas) o a que son zonas biodiversas que han sido destruidas (p. ej. cerrado de Brasil) (Turner et ál. 2007).

Al respecto, es importante resaltar que SE como stock de carbono y provisión de madera estuvieron bien representados por algunas estrategias y categorías asociadas a la presencia de bosques, lo anterior debido en parte al peso que se le dio a este uso de suelo en el momento de la definición de zonas prioritarias y a que categorías como las AP o las APP, están definidas casi en base a la distribución de zonas de bosque los cuales albergan altos valores de biodiversidad y hacen parte de los hábitats en base a los cuales se definieron las estrategias de conservación evaluadas (Chan et ál. 2006, Naidoo et ál. 2008, Egoh et ál. 2009). Estos resultados coinciden en parte con lo encontrado por Wendland et ál. (2010), quienes reportaron que el 60% de las áreas priorizadas para PSE por carbono y calidad de agua en Madagascar, se superponen con las áreas protegidas existentes o propuestas, lo que explican por los altos valores de biodiversidad y la cantidad de cubierta forestal en estas áreas.

Al respecto es importante resaltar que aunque tres de las cuatro EBAs evaluadas definen al bosque como el hábitat principal, esta estrategia no fue la que mayor porcentaje de áreas prioritarias para provisión de SE incluyó, esto se puede deber a diversos factores dentro de los cuales está las posibles restricciones derivadas de basar la estrategia en la distribución espacial de especies particulares versus visiones más a nivel de paisaje como la de las AP, APP y las ecorregiones.

De otra parte, además de la oferta del SE que es el criterio relacionado con los procesos que se desarrollan en el ecosistema para permitir la provisión del SE, es importante considerar el flujo del SE y los beneficiarios del mismo, ya que estas dos condiciones determinan no solo la definición de áreas prioritarias para la provisión de SE basada en oferta demanda y amenaza para esta investigación, sino que de acuerdo a los resultados encontrados juega un papel fundamental en la distribución de las áreas importantes para SE. Es el caso del SE calidad de agua, el cual presentó valores respecto a la extensión del país muy bajos en comparación a los otros SE evaluados, lo cual se atribuye en gran medida a la definición de una demanda específica, así como a la multiplicidad de factores bióticos y abióticos involucrados en este SE (Egoh et ál. 2009).

Para el SE de stock de carbono, teniendo en cuenta entre otros aspectos la escala del beneficio, se definió una demanda uniforme y global que explica en gran parte los porcentajes importantes de cada uno de los países definidos como áreas de alta prioridad para la provisión del SE. Estos resultados permitieron corroborar la importancia de la especificidad de la demanda y de la escala propia de cada SE, en la distribución espacial de las áreas prioritarias (Chan et ál. 2006, Naidoo et ál. 2006, Turner et ál. 2007, Egoh et ál. 2009), así como explicar en cierta medida las diferencias en cuanto a la relación de SE de stock de carbono y calidad de agua potable con las AP y las APP observada en esta investigación, con lo encontrado por Wendland et ál. (2010), en donde el 60% de las áreas priorizadas para PSE por carbono y calidad de agua en Madagascar, se superponen con las áreas protegidas existentes o propuestas.

Lo anterior además de explicar en parte las diferentes relaciones espaciales encontradas entre las áreas prioritarias para SE y las estrategias de conservación de biodiversidad, permite pensar que más que la extensión de las estrategias de conservación, en esta investigación la extensión y distribución de las áreas prioritarias para provisión de SE fueron las que definieron el grado de congruencia espacial entre ellas.

Aunque como se mencionó al principio no se observó un patrón definido en cuanto a las relaciones espaciales entre estrategias de conservación y áreas prioritarias para la provisión de SE, al analizar los resultados obtenidos por país para los siete SE (tres individuales y cuatro múltiples) evaluados, teniendo en cuenta que las ecorregiones incluyen toda la superficie del país y reconociendo la relevancia de las EBAs como estrategia de conservación de biodiversidad enfocada a aves, el CBM fue la estrategia que mayor porcentaje de áreas prioritarias para la provisión de SE incluyó. En Guatemala en cinco de los siete SE presentó el mayor porcentaje, en Honduras en seis de los siete SE y en Nicaragua en todos los SE tuvo el porcentaje más alto.

A nivel de categoría, las AP fueron las que en general tuvieron valores más representativos y las que en la mayoría de los casos definieron los resultados obtenidos para la estrategia seguidos por el CB. Es importante resaltar el papel de las APP sobre todo en Guatemala, donde se tiene planeado implementar mayor número y una mayor extensión de APP comparado con Honduras y Nicaragua. Dado el considerable porcentaje de áreas prioritarias para la provisión de SE que las APP incluirían en Guatemala, así como el potencial de las pocas planeadas en Honduras y Nicaragua, se sugiere que estas sean revisadas y

ajustadas teniendo en cuenta las recomendaciones derivadas de esta investigación para que sean implementadas en un futuro cercano.

Lo anterior aunado a que tanto las EBAs como las ecorregiones se han manejado hasta el momento como unidades de planificación en las cuales no necesariamente se implementan acciones encaminadas a la conservación de toda la extensión del área sino que se concentran en zonas particulares, se valida la importancia de reconocer el papel de las áreas protegidas dentro de las estrategias de conservación y se califica como la estrategia que más puede contribuir a lograr objetivos doble propósito para SE y para conservación de la biodiversidad.

A pesar de lo anterior, es importante resaltar que a nivel de ecorregión no todas tuvieron la misma representatividad, es el caso de CMF (Chiapas moist forest) y YMF (Yucatán moist forest) en Guatemala, CAAMF (central american atlantic moist forest) en Honduras y MPF (Miskito pine forest) en Nicaragua, por lo que se recomienda considerar la priorización de estas de acuerdo a su relevancia como áreas multifuncionales en donde además de elementos de conservación y ecología del paisaje se incluya su papel en la provisión de SE.

De otro lado, el análisis de congruencia espacial realizado se enfocó en las zonas de alta prioridad para la provisión de SE definidas a partir de un valor definido por la experiencia del investigador, no se debe desconocer el efecto que esto ha podido originar en los resultados obtenidos dada la generalización realizada para los tres países y para todos los SE, sin incluir el contexto ecológico, económico, social y político de cada país, el cual puede incidir en el valor de priorización.

Además, también es importante tener en cuenta la distribución de áreas que aparecen como de mediana prioridad que de acuerdo a los criterios de oferta, demanda y amenaza pueden tener un papel importante para actuar como amortiguadores de la pérdida de biodiversidad y pueden aportar a la negociación entre las necesidades de la sociedad y la conservación (Faith 2011), evitando así que a corto o mediano plazo, la amenaza aumente y entren a formar parte de los sitios de alta prioridad con necesidad de protección y/o manejo urgente.

De tal manera, es necesario que haya diferentes mecanismos que permitan articular los niveles de prioridad para la provisión de los SE y los objetivos de conservación relacionados con cada estrategia, incluyendo a la sociedad como actor fundamental ya que además de ser

los beneficiarios de los SE, incide de manera importante sobre las amenazas de pérdida tanto de la provisión de SE como de biodiversidad.

Lo anterior, enfatiza la necesidad de analizar particularmente los casos, la escala y el tipo de relaciones que se quieren establecer, es el caso de ¿hasta qué punto áreas protegidas con restricciones de uso pueden favorecer la conservación de la biodiversidad y las áreas prioritarias para SE? teniendo en cuenta el papel fundamental de la sociedad, la combinación de elementos de conservación estricta con elementos de uso sostenible puede dar lugar a estrategias de conservación de biodiversidad que además garanticen el mantenimiento de la oferta de SE y puedan amortiguar el efecto de la amenaza. Estas estrategias deben estar articuladas con instrumentos políticos y económicos determinantes en procesos como la planificación del desarrollo y de la conservación, incluyendo el diseño de sistemas de reservas y áreas protegidas o de gestión ambiental de las empresas o en procesos de evaluación ambiental (Chan et ál. 2006, Haslett et ál. 2010).

Derivado de los resultados obtenidos, el CBM se presenta como una estrategia que por sus lineamientos y su impacto no solo a nivel regional sino local que incluye además de aspectos biológicos, aspectos sociales y de desarrollo, puede con ciertos ajustes relacionados con la funcionalidad, el tipo de acciones que se implementen y la inclusión de zonas que en este momento hacen parte de los vacíos de conservación de cada país, llegar a ser una estrategia integral que incluya áreas multifuncionales que aporten a lograr objetivos de conservación de biodiversidad y de provisión de SE.

A pesar de las restricciones metodológicas mencionadas, asociadas principalmente con la falta de información, tanto la metodología como los resultados obtenidos permiten una primera aproximación al conocimiento de la relación espacial entre áreas importantes para la provisión de SE y estrategias de conservación de la biodiversidad en Centroamérica. Es importante recalcar que estos elementos se deben ajustar a la realidad de cada país y a los intereses, estrategias y mecanismos particulares que tenga para asegurar el cumplimiento de los objetivos de conservación.

5.6 Conclusiones y recomendaciones

- La congruencia espacial entre SE y biodiversidad, depende de los SE y de las estrategias para conservación considerados
- Aunque se reconoce la relevancia de las diferentes estrategias de conservación evaluadas, el CBM y su visión de paisaje, representa una oportunidad para las áreas multipropósito en la región
- La creación de áreas protegidas enmarcadas dentro del contexto social, económico y político de las zonas de alta prioridad para provisión de SE, puede ser una estrategia importante para lograr objetivos de SE y conservación de la biodiversidad
- La metodología empleada para la definición de las áreas para SE y para biodiversidad, influye en la definición de áreas multipropósito
- Los resultados obtenidos pueden aportar a la consolidación de CB y APP en proceso de implementación
- Se sugiere analizar la situación de las áreas prioritarias para provisión de SE, ubicadas dentro de los vacíos de conservación por país

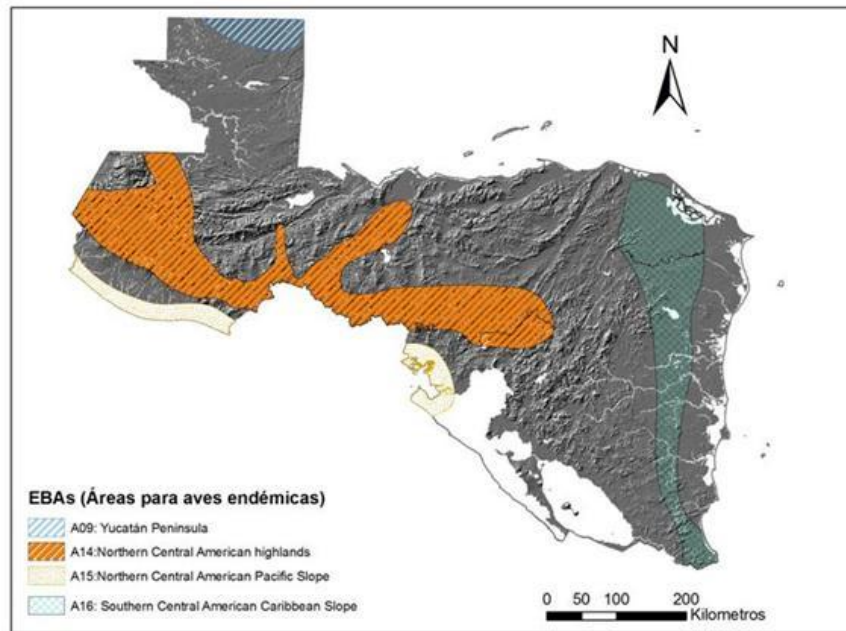
5.7 Referencias bibliográficas

- CCAD (Comisión centroamericana de medio ambiente y desarrollo) 2002. El Corredor Biológico Mesoamericano: caracterización de corredores locales de desarrollo sostenible en el área prioritaria de la Región occidental de Panamá. Proyecto para la consolidación del corredor biológico centroamericano. Autoridad Nacional del Ambiente, Ed. Managua. 117 p.
- CCAD (Comisión centroamericana de medio ambiente y desarrollo). 2008. Programa Estratégico Regional para el Manejo de los Ecosistemas Forestales (PERFOR).
- Costanza, R; d'Arge, R; De Groot, R; Farber, S; Grasso, M; Hannon, B; Naeem, S; Limburg, K, Paruelo, J; O'Neill, R; Raskin, R; Sutton, P; Y van den Belt, V. 1997. The value of the world's ecosystem services and natural capital. *Nature* 387: 253–260.
- Chan, K; Shaw, R; Cameron, D; Underwood, E y Daily, G. 2006. Conservation planning for ecosystem services. *PLoS Biology*. 4 (11): e379. DOI: 10.1371/journal.pbio.0040379.
- Egoh, B; Reyers, B; Rouget, M; Bode, M y Richardson, D. 2009. Spatial congruence between biodiversity and ecosystem services in South Africa. *Biological Conservation* 142: 553–562.
- Egoh, B; Reyers, B; Rouget, M y Richardson, D. 2011. Identifying priority areas for ecosystem service management in South African Grasslands. *Journal of Environmental Management* 92: 1642-1650.
- Faith, D. 2011. Higher-level targets for ecosystem services and biodiversity should focus on regional capacity for effective trade-offs. *Diversity* 3: 1-7. Doi:10.3390/d3010001. Consultado el 5 de junio de 2011. Disponible en www.mdpi.com/journal/diversity
- Goldman, R; Tallis, H; Kareiva, P; y Daily, G. 2008. Field evidence that ecosystem service Projects support biodiversity and diversify options. *PNAS* 105(27):9445–9448. Doi:10.1073_pnas.0800208105. Consultado el 5 de junio de 2011. Disponible en www.pnas.org
- ICBP (International council for bird preservation). 1992. Putting biodiversity on the map: priority areas for global conservation. Cambridge, U. K.
- Miller, K; Chang, E y Johnson, N. 2001. En busca de un enfoque común para el Corredor Biológico Centroamericano. World Resources Institute, EE. UU. 49 p.
- Naidoo, R y Ricketts, T. 2006. Mapping the Economic Costs and Benefits of Conservation. *PLoS Biology* 4(11): e360. DOI: 10.1371/journal.pbio.0040360.
- Naidoo, R; Balmford, A; Costanza, R; Fisher, B; Green, R; Lehner, B; Malcolm, T y Ricketts, T. 2008. Global mapping of ecosystem services and conservation priorities. *PNAS*, 105(28): 9495-9500. Consultado el 5 de enero de 2010. Disponible en www.pnas.org/cgi/content/full/0707823105/DCSupplemental
- Pedroni, L., Imbach, P. y Rodríguez, J. 2008. Finding threatened forest areas in the central volcanic mountain range conservation area in Costa Rica. *Environmental Monitoring and Assessment* (2008) 141:245–255. DOI 10.1007/s10661-007-9892-y.
- Turner, W; Brandon, K; Brooks, T; Costanza, R; Da Fonseca y G; Portela, R. 2007. Global conservation of biodiversity and ecosystem services. *BioScience* 57 (10). Consultado el 5 de enero de 2010. Disponible en www.biosciencemag.org
- Wendland, K; Honzák, M; Portela, R; Vitale, B; Rubinoff, S; Randrianarisoa, J. 2010. Targeting and implementing payment for ecosystem services: Opportunities for bundling biodiversity conservation with carbon and water services in Madagascar. *Ecological economics* 69: 2093–2107. doi:10.1016/j.ecolecon.2009.01.002.

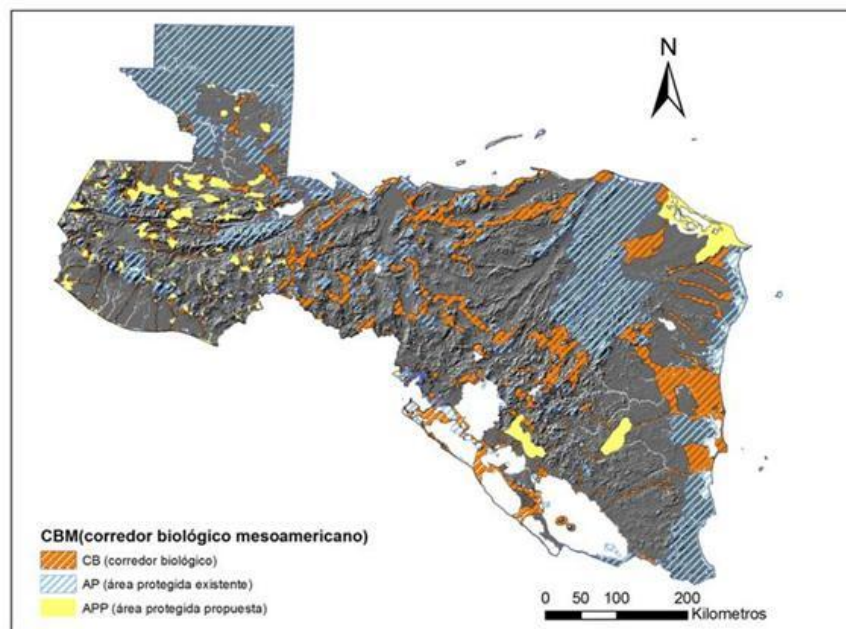
World wild life (WWF). S.f. Profiles terrestrial ecorregions. Consultado el 20 de junio de 2011. Disponible en http://www.worldwildlife.org/wildworld/profiles/terrestrial/nt/nt0112_full.html

5.8 Anexos

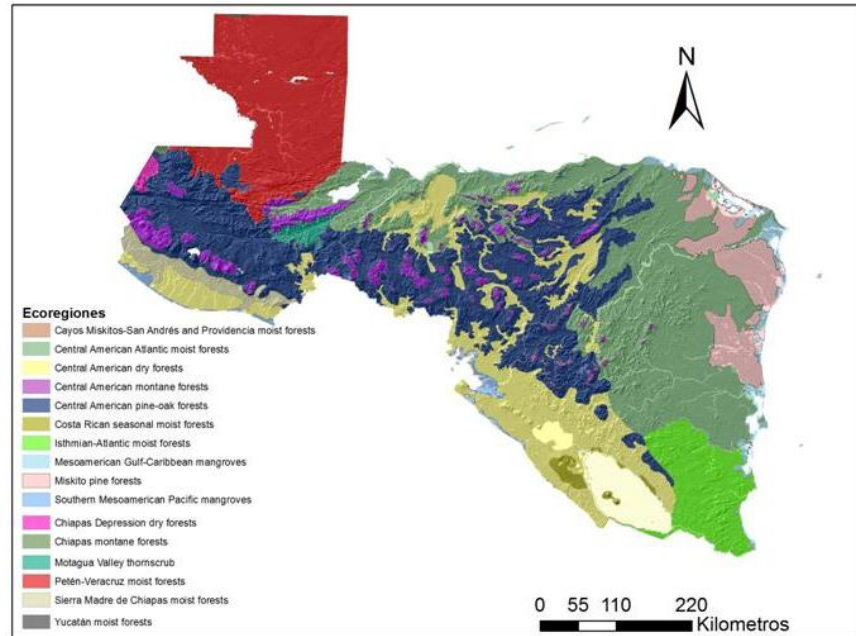
5.8.1 Anexo 1. EBAs presentes en la zona de estudio



5.8.2 Anexo 2. CBM en la zona de estudio



5.8.3 Anexo 3. Ecorregiones en la zona de estudio



5.8.4 Anexo 4. Capas utilizadas para el análisis de congruencia espacial

Capa (WGS 84, UTM 16N)	Fuente
Áreas prioritarias para la provisión de SE de calidad de agua potable	Artículo 1
Áreas prioritarias para la provisión de SE de stock de carbono	Artículo 1
Áreas prioritarias para la provisión de SE de provisión de madera	Artículo 1
Áreas prioritarias para la provisión de SE de calidad de agua potable y stock de carbono	Artículo 1
Áreas prioritarias para la provisión de SE de calidad de agua potable y provisión de madera	Artículo 1
Áreas prioritarias para la provisión de SE de stock de carbono y provisión de madera	Artículo 1
Áreas prioritarias para la provisión de SE de calidad de agua potable, stock de carbono y provisión de madera	Artículo 1
EBAs presentes en las áreas de interés (Guatemala, Honduras y Nicaragua)	ICBP 1992
CBM en las áreas de interés (Guatemala, Honduras y Nicaragua)	SICAP 2001
Ecorregiones en las áreas de interés (Guatemala, Honduras y Nicaragua)	WWF s. f.

5.8.5 Anexo 5. Porcentajes de cada categoría de las estrategias de conservación, incluidas en los usos de suelo de cada país

Estrategia	Categoría	Guatemala						Honduras				Nicaragua			
		Agricultura	Pastoreo	Bosques	Pastizales/Sabanas	Arbustales	Otros	Agropecuario	Bosque	Sabana/herbazal	Otros	Agropecuario	Bosque	Sabana/pastizales	Otros
EBAs	A09	0.00	0.00	11.48	0.09	0.01	0.25								
	A15	10.46	27.86	0.15	7.99	0.76	11.48	2.96	0.16	0.28	28.44	0.42	0.61	2.67	12.43
	A14	31.63	4.34	22.29	12.43	30.60	21.17	30.14	14.68	0.16	7.58	2.03	3.25	1.52	0.68
	A16							1.78	11.08	78.00	7.49	9.20	27.76	8.92	0.95
CBM	CB	5.99	5.75	4.41	5.85	6.83	7.54	13.09	16.38	5.19	15.37	9.96	18.50	18.65	29.83
	AP	10.95	9.35	55.76	25.15	16.10	40.44	8.04	36.17	12.70	28.02	6.63	33.36	8.45	42.50
	APP	4.17	1.37	6.94	2.55	6.82	4.23	0.55	1.85	15.21	25.72	2.95	0.26	3.89	0.18
	Central American montane forests	8.11	0.43	6.23	2.80	4.08	3.02	4.51	6.33	0.05	0.32				
	Central American pine-oak forests	33.48	4.02	22.82	13.88	38.70	19.55	45.12	40.18	2.30	3.04	8.55	7.87	13.32	1.82
	Yucatán moist forests	0.00	0.00	0.18	0.12	0.00	0.56								
	Southern Mesoamerican Pacific mangroves	1.20	3.69	0.00	2.48	0.06	6.26	0.34	0.08	0.01	22.06				
	Petén-Veracruz moist forests	21.92	29.98	63.68	48.21	37.08	36.09								
	Mesoamerican Gulf-Caribbean mangroves	0.01	0.18	0.17	0.46	0.18	2.38	0.52	1.63	7.93	12.56	0.70	3.77	0.64	24.23
	Chiapas Depression dry forests	1.27	0.02	0.36	2.19	0.88	0.20								
	Chiapas montane forests	0.01	0.00	0.14	0.00	0.49	0.03								
	Sierra Madre de Chiapas moist forests	12.82	21.15	0.51	7.66	2.11	3.88								
	Central American Atlantic moist forests	4.79	12.79	5.11	14.90	7.02	19.75	24.22	39.18	21.95	20.23	35.70	48.23	28.07	5.39
	Central American dry forests	14.35	27.68	0.24	6.75	3.14	6.42	24.11	9.72	0.24	12.63	27.18	6.45	40.06	18.16
	Motagua Valley thornscrub	2.01	0.02	0.53	0.53	6.24	1.51								
	Miskito pine forests							0.72	2.59	67.11	12.68	1.75	16.56	9.68	15.93

5.8.6 Anexo 6. Porcentajes de las categorías del CBM que incluyen zonas de alta prioridad para la provisión de SE

SE	País	Categoría	% de cada categoría que incluye zonas de alta prioridad respecto al total del área de alta prioridad que incluye la estrategia	% de cada categoría que incluye zonas de alta prioridad	% de área de alta prioridad respecto al país
Stock de carbono	Guatemala	CB	10.86	53.31	3.07
		AP	74.48	66.13	21.05
		APP	14.67	73.77	4.15
	Honduras	CB	12.40	10.82	1.53
		AP	83.79	51.77	10.31
		APP	3.81	19.12	0.47
	Nicaragua	CB	32.98	0.70	0.11
		AP	66.73	1.08	0.23
		APP	0.28	0.05	0.00
Calidad de agua potable	Guatemala	CB	16.67	0.00	0.00
		AP	0.00	0.00	0.00
		APP	83.33	0.02	0.00
	Honduras	CB	21.62	0.01	0.00
		AP	78.38	0.02	0.00
		APP	0.00	0.00	0.00
	Nicaragua	CB	85.86	0.03	0.00
		AP	14.14	0.00	0.00
		APP	0.00	0.00	0.00
Provisión de madera	Guatemala	CB	5.57	17.90	1.03
		AP	86.34	50.21	15.98
		APP	8.09	26.65	1.50
	Honduras	CB	16.74	14.10	1.99
		AP	78.55	46.84	9.32
		APP	4.70	22.80	0.56
	Nicaragua	CB	48.18	21.15	3.36
		AP	51.82	17.34	3.61
		APP	0.00	0.00	0.00
calidad de agua potable y Stock de carbono	Guatemala	CB	6.48	0.06	0.00
		AP	15.46	0.03	0.01
		APP	78.06	0.78	0.04
	Honduras	CB	2.78	4.04	0.23
		AP	94.70	24.87	7.92
		APP	2.52	3.75	0.21
	Nicaragua	CB	87.88	0.06	0.00
		AP	12.12	0.00	0.00
		APP	0.00	0.00	0.00
Calidad de agua potable y provisión de madera	Guatemala	CB	2.56	0.00	0.00
		AP	76.92	0.02	0.01
		APP	20.51	0.02	0.00
	Honduras	CB	0.09	0.01	0.00
		AP	99.91	5.27	1.05
		APP	0.00	0.00	0.00
	Nicaragua	CB	44.59	15.07	2.39
		AP	55.41	14.28	2.98
		APP	0.00	0.00	0.00
Stock de carbono y provisión de madera	Guatemala	CB	5.42	15.83	0.91
		AP	85.97	45.45	14.47
		APP	8.61	25.79	1.45
	Honduras	CB	13.57	10.65	1.50
		AP	82.15	45.66	9.09
		APP	4.28	19.36	0.47
	Nicaragua	CB	50.47	16.69	2.65
		AP	49.53	12.48	2.60
		APP	0.00	0.00	0.00
Stock de carbono, calidad de agua potable y provisión de madera	Guatemala	CB	7.86	7.13	0.41
		AP	74.71	12.27	3.91
		APP	17.44	16.22	0.91
	Honduras	CB	9.48	6.31	0.89
		AP	86.32	40.72	8.11
		APP	4.20	16.10	0.39
	Nicaragua	CB	49.62	15.29	2.43
		AP	50.38	11.84	2.47
		APP	0.00	0.00	0.00

5.8.7 Anexo 7. Porcentajes de las EBAs que incluyen zonas de alta prioridad para la provisión de SE

SE	País	Componente	% de cada área que incluye zonas de alta prioridad respecto al total del área de alta prioridad que incluye la estrategia	% respecto al área total de cada área que incluye zonas de alta prioridad	% de área de alta prioridad respecto al país	
Stock de carbono	Guatemala	A09	20.7	91.3	4.0	
		A15	1.7	6.6	0.3	
		A14	77.6	60.5	15.1	
	Honduras	A15	0.0	0.0	0.0	
		A16	93.4	21.4	2.1	
		A14	6.6	0.7	0.1	
	Nicaragua	A15	1.0	0.2	0.0	
		A16	95.0	1.1	0.2	
		A14	4.0	0.3	0.0	
	Calidad de agua potable	Guatemala	A09	0.0	0.0	0.0
			A15	0.0	0.0	0.0
			A14	100.0	0.1	0.0
Honduras		A15	0.0	0.0	0.0	
		A16	0.0	0.0	0.0	
		A14	100.0	0.0	0.0	
Nicaragua		A15	0.0	0.0	0.0	
		A16	0.0	0.0	0.0	
		A14	0.0	0.0	0.0	
Provisión de madera		Guatemala	A09	43.8	91.8	4.1
			A15	0.3	0.6	0.0
			A14	55.9	20.7	5.2
	Honduras	A15	0.0	0.0	0.0	
		A16	93.9	30.0	3.0	
		A14	6.1	0.9	0.2	
	Nicaragua	A15	1.2	2.2	0.0	
		A16	98.8	12.1	2.1	
		A14	0.0	0.0	0.0	
	calidad de agua potable y Stock de carbono	Guatemala	A09	0.0	0.0	0.0
			A15	0.0	0.0	0.0
			A14	100.0	0.1	0.0
Honduras		A15	0.0	0.0	0.0	
		A16	95.9	7.5	0.7	
		A14	4.1	0.1	0.0	
Nicaragua		A15	0.0	0.0	0.0	
		A16	0.0	0.0	0.0	
		A14	0.0	0.0	0.0	
Calidad de agua potable y provisión de madera		Guatemala	A09	0.0	0.0	0.0
			A15	0.0	0.0	0.0
			A14	100.0	0.1	0.0
	Honduras	A15	0.0	0.0	0.0	
		A16	0.0	0.0	0.0	
		A14	100.0	0.0	0.0	
	Nicaragua	A15	0.0	0.0	0.0	
		A16	100.0	8.9	1.6	
		A14	0.0	0.0	0.0	
	Stock de carbono y provisión de madera	Guatemala	A09	44.2	86.0	3.8
			A15	0.2	0.4	0.0
			A14	55.5	19.0	4.8
Honduras		A15	0.0	0.0	0.0	
		A16	95.6	24.1	2.4	
		A14	4.4	0.5	0.1	
Nicaragua		A15	0.3	0.5	0.0	
		A16	99.7	10.1	1.8	
		A14	0.0	0.0	0.0	
Stock de carbono, calidad de agua potable y provisión de madera		Guatemala	A09	8.5	6.7	0.3
			A15	0.0	0.0	0.0
			A14	91.5	12.6	3.2
	Honduras	A15	0.0	0.0	0.0	
		A16	97.5	17.4	1.7	
		A14	2.5	0.2	0.0	
	Nicaragua	A15	0.0	0.0	0.0	
		A16	100.0	9.1	1.6	
		A14	0.0	0.0	0.0	

5.8.8 Anexo 8. a. Porcentajes de las ecorregiones que incluyen zonas de alta prioridad para la provisión de SE individuales

SE	País		% de cada ecorregión que incluye zonas de alta prioridad respecto al total del área de alta prioridad que incluye la estrategia	% respecto al área total de cada ecorregión que incluye zonas de alta prioridad	% de área de alta prioridad respecto al país	SE	País		% de cada ecorregión que incluye zonas de alta prioridad respecto al total del área de alta prioridad que incluye la estrategia	% respecto al área total de cada ecorregión que incluye zonas de alta prioridad	% de área de alta prioridad respecto al país	SE	País		% de cada ecorregión que incluye zonas de alta prioridad respecto al total del área de alta prioridad que incluye la estrategia	% respecto al área total de cada ecorregión que incluye zonas de alta prioridad	% de área de alta prioridad respecto al país
Stock de carbono	Guatemala	CAMF	6.23	58.56	3.26	Calidad de agua potable	Guatemala	CAMF	0.00	0.00	0.00	Provisión de madera	Guatemala	CAMF	3.84	18.71	1.04
		CAPOF	32.78	62.79	17.18			CAPOF	100.00	0.06	0.02			CAPOF	19.14	19.02	5.20
		YMF	0.13	69.00	0.07			YMF	0.00	0.00	0.00			YMF	0.26	69.57	0.07
		SMPM	0.24	14.21	0.13			SMPM	0.00	0.00	0.00			SMPM	0.00	0.03	0.00
		PVMF	53.27	62.80	27.91			PVMF	0.00	0.00	0.00			PVMF	71.01	43.43	19.30
		MGCM	0.14	29.98	0.07			MGCM	0.00	0.00	0.00			MGCM	0.14	15.71	0.04
		CDDF	0.63	39.83	0.33			CDDF	0.00	0.00	0.00			CDDF	0.25	8.15	0.07
		CMF	0.31	97.32	0.16			CMF	0.00	0.00	0.00			CMF	0.18	29.08	0.05
		SMCMF	1.05	10.18	0.55			SMCMF	0.00	0.00	0.00			SMCMF	0.32	1.63	0.09
		CAAMF	6.04	43.89	3.16			CAAMF	0.00	0.00	0.00			CAAMF	4.36	16.44	1.18
		CADF	1.48	12.61	0.78			CADF	0.00	0.00	0.00			CADF	0.19	0.82	0.05
		MVT	3.03	73.07	1.59			MVT	0.00	0.00	0.00			MVT	0.32	4.01	0.09
	Honduras	CAMF	5.38	17.10	0.84		Honduras	CAMF	37.68	0.06	0.00		Honduras	CAMF	4.30	13.76	0.67
		SMPM	0.00	0.00	0.00			SMPM	0.00	0.00	0.00			SMPM	0.00	0.00	0.00
		MGCM	2.48	22.62	0.39			MGCM	0.00	0.00	0.00			MGCM	2.87	26.35	0.45
		MPF	0.68	1.92	0.11			MPF	0.00	0.00	0.00			MPF	2.11	6.02	0.33
		CADF	0.73	0.67	0.11			CADF	0.00	0.00	0.00			CADF	1.27	1.16	0.20
		CAAMF	74.52	38.45	11.59			CAAMF	31.16	0.01	0.00			CAAMF	73.57	38.18	11.51
	Nicaragua	CAPF	16.22	6.29	2.52		Nicaragua	CAPF	31.16	0.01	0.00		Nicaragua	CAPF	15.87	6.20	2.48
		MGCM	3.04	36.22	1.05			MGCM	0.00	0.00	0.00			MGCM	15.19	48.66	1.40
		CAPF	4.46	17.22	1.53			CAPF	0.00	0.00	0.00			CAPF	0.00	0.00	0.00
		SMPM	0.12	5.32	0.04			SMPM	0.00	0.00	0.00			SMPM	0.59	6.88	0.05
		CAMF	1.13	49.94	0.39			CAMF	0.00	0.00	0.00			CAMF	0.00	0.00	0.00
		CSMF	1.06	20.49	0.37			CSMF	5.57	0.26	0.00			CSMF	0.01	0.04	0.00
		CAAMF	58.03	49.79	19.94			CAAMF	0.00	0.00	0.00			CAAMF	26.97	6.23	2.49
		IAMF	16.71	36.41	5.74			IAMF	0.00	0.00	0.00			IAMF	15.85	9.30	1.47
		MPF	11.38	38.41	3.91			MPF	0.00	0.00	0.00			MPF	40.57	36.83	3.75
		CMSMF	0.00	0.00	0.00			CMSMF	0.00	0.00	0.00			CMSMF	0.00	0.00	0.00
		CADF	4.04	6.72	1.39			CADF	94.43	0.37	0.08			CADF	0.81	0.36	0.07
		LAKE	0.03	0.14	0.01			LAKE	0.00	0.00	0.00			LAKE	0.01	0.02	0.00

5.8.9 Anexo 8. b. Porcentajes de las ecorregiones que incluyen zonas de alta prioridad para la provisión de SE múltiples

SE	País		% de cada ecorregión que incluye zonas de alta prioridad respecto al total del área de alta prioridad que incluye la estrategia	% respecto al área total de cada ecorregión que incluye zonas de alta prioridad	% de área de alta prioridad respecto al país	SE	País		% de cada ecorregión que incluye zonas de alta prioridad respecto al total del área de alta prioridad que incluye la estrategia	% respecto al área total de cada ecorregión que incluye zonas de alta prioridad	% de área de alta prioridad respecto al país	SE	País		% de cada ecorregión que incluye zonas de alta prioridad respecto al total del área de alta prioridad que incluye la estrategia	% respecto al área total de cada ecorregión que incluye zonas de alta prioridad	% de área de alta prioridad respecto al país	SE	País		% de cada ecorregión que incluye zonas de alta prioridad respecto al total del área de alta prioridad que incluye la estrategia	% respecto al área total de cada ecorregión que incluye zonas de alta prioridad	% de área de alta prioridad respecto al país
Calidad de agua potable y stock de carbono	Guatemala	CAMF	0.05	0.00	0.00	Guatemala	CAMF	0.00	0.00	0.00	Guatemala	CAMF	4.33	18.99	1.06	Guatemala	CAMF	8.72	13.87	0.77			
		CAPOF	39.12	0.17	0.05		CAPOF	100.00	0.06	0.02		CAPOF	19.80	17.68	4.84		CAPOF	37.00	12.00	3.28			
		YMF	0.00	0.00	0.00		YMF	0.00	0.00	0.00		YMF	0.27	66.45	0.07		YMF	0.06	5.02	0.01			
		SMPM	0.00	0.00	0.00		SMPM	0.00	0.00	0.00		SMPM	0.00	0.01	0.00		SMPM	0.00	0.00	0.00			
		PVMF	60.83	0.16	0.07		PVMF	0.00	0.00	0.00		PVMF	69.81	38.36	17.05		PVMF	45.62	9.10	4.05			
		MGCM	0.00	0.00	0.00		MGCM	0.00	0.00	0.00		MGCM	0.12	12.30	0.03		MGCM	0.02	0.57	0.00			
		CDDF	0.00	0.00	0.00		CDDF	0.00	0.00	0.00		CDDF	0.29	8.51	0.07		CDDF	0.60	6.41	0.05			
		CMF	0.00	0.00	0.00		CMF	0.00	0.00	0.00		CMF	0.20	29.25	0.05		CMF	1.84	97.32	0.16			
		SMCMF	0.00	0.00	0.00		SMCMF	0.00	0.00	0.00		SMCMF	0.20	0.91	0.05		SMCMF	0.04	0.07	0.00			
		CAAMF	0.00	0.00	0.00		CAAMF	0.00	0.00	0.00		CAAMF	4.49	15.22	1.10		CAAMF	5.54	6.82	0.49			
		CADF	0.00	0.00	0.00		CADF	0.00	0.00	0.00		CADF	0.13	0.53	0.03		CADF	0.04	0.06	0.00			
		MVT	0.00	0.00	0.00		MVT	0.00	0.00	0.00		MVT	0.34	3.84	0.08		MVT	0.53	2.15	0.05			
	Honduras	CAMF	2.24	4.39	0.21	Honduras	CAMF	86.91	21.32	1.04	Honduras	CAMF	76.34	216.10	10.57	Honduras	CAMF	78.96	181.89	8.90			
		SMPM	0.00	0.00	0.00		SMPM	0.00	0.00	0.00		SMPM	0.00	0.00	0.00		SMPM	0.00	0.00	0.00			
		MGCM	2.29	12.90	0.22		MGCM	0.00	0.00	0.00		MGCM	2.86	23.26	0.40		MGCM	3.13	20.67	0.35			
		MPF	0.07	0.13	0.01		MPF	0.00	0.00	0.00		MPF	1.09	2.75	0.15		MPF	0.63	1.29	0.07			
		CADF	0.00	0.00	0.00		CADF	0.00	0.00	0.00		CADF	0.89	0.72	0.12		CADF	0.30	0.20	0.03			
		CAAMF	80.89	25.77	7.77		CAAMF	86.91	3.46	1.04		CAAMF	76.34	35.07	10.57		CAAMF	78.96	29.52	8.90			
		CAPF	14.51	3.48	1.39		CAPF	12.25	0.37	0.15		CAPF	14.96	5.17	2.07		CAPF	13.99	3.93	1.58			
		MGCM	0.00	0.00	0.00		MGCM	14.77	36.74	1.06		MGCM	13.81	32.78	0.95		MGCM	13.92	30.92	0.89			
		CAPF	0.00	0.00	0.00		CAPF	0.00	0.00	0.00		CAPF	0.00	0.00	0.00		CAPF	0.00	0.00	0.00			
		SMPM	0.00	0.00	0.00		SMPM	0.00	0.00	0.00		SMPM	0.23	1.94	0.02		SMPM	0.00	0.00	0.00			
		CAMF	0.00	0.00	0.00		CAMF	0.00	0.00	0.00		CAMF	0.00	0.00	0.00		CAMF	0.00	0.00	0.00			
		CSMF	0.00	0.00	0.00		CSMF	0.02	0.06	0.00		CSMF	0.00	0.00	0.00		CSMF	0.04	0.16	0.00			
	Nicaragua	CAAMF	0.00	0.00	0.00	Nicaragua	CAAMF	21.52	3.86	1.54	Nicaragua	CAAMF	30.37	5.20	2.08	Nicaragua	CAAMF	29.01	4.64	1.86			
		IAMF	0.00	0.00	0.00		IAMF	18.28	8.33	1.31		IAMF	18.52	8.05	1.27		IAMF	19.08	7.76	1.22			
		MPF	0.00	0.00	0.00		MPF	45.21	31.88	3.25		MPF	36.71	24.71	2.52		MPF	37.75	23.77	2.42			
		CMSMF	16.12	13.47	0.00		CMSMF	0.00	0.00	0.00		CMSMF	0.01	1.46	0.00		CMSMF	0.00	0.00	0.00			
		CADF	83.88	0.11	0.02		CADF	0.19	0.07	0.01		CADF	0.34	0.11	0.02		CADF	0.18	0.06	0.01			
		LAKE	0.00	0.00	0.00		LAKE	0.01	0.01	0.00		LAKE	0.02	0.02	0.00		LAKE	0.02	0.02	0.00			

6 ARTICULO 3. IMPLICACIONES PARA EL DESARROLLO Y POTENCIAL DE LOS RESULTADOS PARA FORMULACIÓN DE POLÍTICAS

6.1 Implicaciones para el desarrollo desde una perspectiva integral y multidisciplinaria

Los ecosistemas suplen servicios ecosistémicos (SE) claves para el bienestar humano (madera, fibras, agua, entre otros). En la actualidad el bienestar humano se mide a escala global de acuerdo a indicadores relacionados con riqueza, producto interno bruto e índice de desarrollo humano principalmente (Duraiappah 2011), siendo este último el que a nivel global provee mejor información promedio del estado del bienestar humano (Raudsepp-Hearne et ál. 2011).

Teniendo en cuenta estos indicadores se ha observado una mejora en el bienestar humano en los últimos 15 años (Duraiappah 2011), que contrasta con el deterioro de 2/3 partes de los SE evaluados en el mismo periodo (Duraiappah 2011) y con lo presentado por la evaluación de los ecosistemas del milenio (EEM) en donde la productividad de solo 4 de 24 SE examinados mejoró en los últimos 50 años, mientras 15 (incluyendo pesca, purificación de agua, regulación de peligros naturales y regulación del clima regional entre otros) fueron degradados (Sachs y Reid 2006).

Lo anterior difiere de lo esperado ya que la EEM y el proyecto de los objetivos de desarrollo del milenio plantean que la condición humana está estrechamente vinculada a las condiciones ambientales y existe una relación importante entre los SE, el bienestar humano y los sistemas económicos a pesar de las enormes brechas existentes entre aspectos como la conservación de los ecosistemas y el desarrollo económico de las comunidades (Sachs y Reid 2006, Tallis et ál. 2008) por lo que se esperaría que al deteriorarse los SE, el bienestar humano se vea afectado negativamente (Duraiappah 2011, Raudsepp-Hearne et ál. 2011).

Una de las explicaciones a los resultados obtenidos, es que a escala global, existe una fuerte relación entre el bienestar humano y los SE que han incrementado como la provisión de alimentos y no con otros que se han degradado, aunque existe suficiente evidencia de que a escala local la pérdida de SE de apoyo y regulación puede tener un impacto directo

significativo sobre el bienestar humano (control de inundaciones) o indirecto a través del impacto sobre la producción de alimento (Raudsepp-Hearne et ál. 2011).

La degradación ambiental se ha definido como la mayor barrera para el logro de los objetivos del milenio (Sachs y Reid 2006). En general, los objetivos ambientales no pueden ser logrados sin desarrollo, las personas “pobres” evitan las restricciones ambientales para satisfacer sus necesidades, de igual forma, los objetivos de desarrollo tampoco pueden ser logrados y mantenidos sin una gestión racional del medio ambiente (Sachs y Reid 2006).

Alcanzar los objetivos ambientales y de desarrollo requiere de un trabajo interdisciplinario entre conservacionistas y expertos del desarrollo que permita combinar estrategias de gobernanza, conservación de biodiversidad, uso sostenible, entre otros, que fortalezcan la eficiencia y el impacto de ambas iniciativas (Kareiva y Marvier 2007, Tallis et ál. 2008, Kenward et ál. 2011, Perrings et ál. 2011).

En los últimos años, se han empezado a fusionar temas de conservación y de desarrollo que anteriormente provenían de agendas distintas en metas que buscan una administración eficiente de la naturaleza mediante el desarrollo sostenible. Estas iniciativas podrían beneficiarse de mejorar la comprensión de cuatro puntos importantes, el uso sostenible de los SE, las compensaciones entre diferentes SE, los flujos espaciales de los SE y las reacciones económicas en los mercados de SE, los cuales se relacionan con el principio ecológico de rendimiento máximo sostenible (RMS) regido por niveles de uso permisible que de ser excedidos degradan el recurso y afectan el bienestar de los seres humanos (Tallis et ál. 2008).

Al año, miles de personas mueren por la pobreza y por su vulnerabilidad a sequías, pérdida de cultivos, ausencia de agua segura para el consumo y otros males ambientales relacionados como la salud humana, la cual se ve amenazada cuando los ciclos de los ecosistemas naturales se desequilibran (Sachs y Reid 2006, Kareiva y Marvier 2007). Por lo anterior, invertir en la gestión de los SE es vital para como parte de las estrategias costo-efectivas y equitativas para alcanzar los objetivos para el alivio de la pobreza, el hambre y las enfermedades. Por ejemplo, las inversiones en mejora de las prácticas agrícolas para reducir la contaminación del agua puede aumentar la industria de la pesca costera (Sachs y Reid 2006).

6.1.1 Descripción por capitales de las comunidades de el Cuá y Waslala

6.1.1.1 Capital humano

El estado de este capital determina en gran medida elementos importantes de la definición de áreas prioritarias para SE. El ser humano es fundamental como usuario del servicio (demanda) y además puede tener impactos positivos y negativos sobre los ecosistemas los cuales se pueden revertir en el mantenimiento o aumento de la oferta y/o en la disminución o aumento de la amenaza. De la misma manera, la capacidad del ser humano de acceder a estos beneficios que ofrece la naturaleza es el que le da el estatus de SE, elementos como la capacidad de construir y mantener infraestructura que permita el acceso al agua potable es un ejemplo de la articulación de este capital con la provisión de SE.

El Municipio de El Cuá tiene una extensión de 770 Km² donde se ubica una población de 43,305 habitantes (52% hombres y 48% mujeres) mientras que Waslala con el doble de la superficie (1,329 Km²), posee un número similar de habitantes (43,676), donde el 49% son hombres y el 51% mujeres.

En general, en las comunidades analizadas la dependencia más alta de los SE para el caso de la provisión de agua potable, la presentan los usuarios que no hacen parte de la red de tubería debido principalmente a que están ubicados en zonas más altas que el punto de toma y como el sistema depende de la gravedad (mini acueductos por gravedad) no pueden acceder al servicio y deben tomar el agua directamente de las fuentes de agua cercanas. El porcentaje de estos usuarios oscila entre el 20% y el 60% pudiendo llegar en algunas comunidades al 90%.

Las redes de distribución de agua (mini acueductos por gravedad en su mayoría), requieren una administración que incluya el mantenimiento de la misma, así como la implementación de algunas acciones para mejorar la calidad de agua P. ej.: aplicar cloro en los tanques de recepción o de distribución, según instrucciones del encargado del Ministerio de Salud (MINSa). En cada comunidad existen personas con conocimientos de fontanería y administración que aunque generalmente hacen parte de las Juntas de agua, en varios casos no, y son miembros de la comunidad que ofrecen sus servicios en beneficio propio y de los demás, a bajo costo.

6.1.1.2 Capital cultural

En estas comunidades no existen etnias destacadas, a excepción de una comunidad en el Municipio de El Cuá, donde se ha registrado la existencia de al menos 3 familias pertenecientes a la etnia “Sumo- Mayangna” (CATIE 2010). En general muchas de las actitudes y costumbres de los habitantes de la zona, están marcadas por las situaciones bélicas asociadas a la revolución Sandinista, la cual se extendió desde finales de los años 70 hasta los años 90.

6.1.1.3 Capital social (CATIE 2010)

En El Cuá hay una fuerte presencia institucional, lo que no indica necesariamente la existencia de redes sociales de confianza ni la eficiencia de estas organizaciones.

Aunque los diversos sectores del municipio reconocen a la alcaldía municipal y a la representación de la secretaría técnica de Bosawas del Ministerio del ambiente y los recursos naturales (SETAB/MARENA) como pilares de la gobernanza, entre ellos no existe la articulación requerida para cumplir con las metas conjuntas. La alcaldía resalta como un actor conectado por mandato con algunos sectores del Municipio en especial con las instituciones públicas como el Ministerio agropecuario y forestal (MAGFOR), el Ministerio de salud (MINSA) y el Ministerio de educación.

Otros grupos sociales como la emisora Radio Bosawas, se identifica como un actor importante para mantener la articulación entre los actores del Municipio. Los proyectos que de una u otra forma están brindando servicios de asesoría técnica y/o apoyando la organización de los finqueros alrededor (Proyectos MAGFOR, ONG la Cuculmeca) parecieran ser el único sector que mantiene alguna comunicación entre sí, aunque no se reconoce ningún tipo de red formal activa, aparte de las cooperativas de los productores.

Dentro del municipio no existe ninguna institución para la formación técnica o profesional o gubernamental para realizar algún tipo de investigación. Las relaciones o vínculos desde el municipio hacia fuera con este tipo de instituciones se hacen a través de algunas organizaciones de productores y principalmente con la Universidad Nacional Agraria (UNA), Universidad del Norte de Nicaragua (UNN) y el Centro de Educación Técnica Agropecuaria (CETA de Muy Muy).

En el caso de Waslala, existen nodos institucionales definidos dentro de los que se encuentran la alcaldía municipal, SETAB/MARENA, 4 organizaciones de productores, una ONG, tres intermediarias externas al municipio, la parroquia católica a través de la pastoral de producción y la radio Waslala. A diferencia de El Cuá y a pesar de que varios actores perciben las acciones de SETAB/MARENA como poco efectivas, esta institución si parece tener vínculos muy estratégicos con los principales actores del municipio.

Respecto a sectores u organizaciones para la formación técnica o profesional, en este municipio hay un centro universitario y un centro de formación agropecuaria que mantienen buenos vínculos entre sí y están conectados con centros educativos nacionales como la Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua (UNAN) y la UNA. No se reconoce en el municipio ninguna instancia o red de coordinación activa y/o efectiva relacionada con la conservación de recursos naturales o el manejo sostenible de la tierra.

Respecto a la relación entre el capital social y la provisión de SE principalmente de agua, se destaca la existencia en la mayoría de comunidades de organizaciones comunales importantes como lo son las juntas de agua las cuales son agremiadas por el Ministerio de Salud (MINSAL). Las juntas son conformadas por miembros de la comunidad y si bien se crearon con el objetivo principal de administrar y velar por el mantenimiento de los acueductos comunales y del recurso hídrico en general, poco a poco se han constituido como organizaciones reconocidas y en la mayoría de las veces bien posicionadas, que participan activamente en los asuntos de la comunidad principalmente los relacionados con los recursos naturales tanto así que en varias comunidades el presidente de la junta, es el encargado de dar recomendaciones para la obtención de permisos para aprovechamiento de madera y leña entre otros.

Varias ONGs nacionales e internacionales apoyan la gestión de las juntas de agua mediante capacitaciones y en ocasiones apoyo económico.

6.1.1.4 Capital político

El capital social representado por las juntas de agua, ha promovido participación política aunque es difícil por el contexto propio de la zona. En la zona de estudio este capital tiene mucha relevancia, ya que las comunidades que por convicción siguen al partido de gobierno en cierta medida tienen mayores posibilidades de asignación de recursos nacionales para garantizar el acceso a servicios básicos como el agua potable.

En el caso de las restricciones para el uso de los recursos naturales a pesar que existe una legislación nacional respecto a la protección y uso de los recursos naturales, esta se ajusta a condiciones locales y depende en gran medida de la filiación política del que solicita el permiso y de los verificadores que asignan los permisos. Esta situación incide directamente en los mecanismos de control y sanción para quienes infrinjan las leyes, los cuales son principalmente multas.

A pesar que las áreas en estudio hacen parte de la reserva de Bosawas (El Cuá) y de la zona de amortiguamiento de la Reserva (Waslala) de donde existe un plan de manejo actualizado al 2007, estas no se cumplen ocasionando severos conflictos de uso, aunque en este punto se debe resaltar que la mayoría de usos que se dan dentro de estas zonas especiales o restringidas dentro del plan de manejo, se dan principalmente por las condiciones de pobreza que obligan a las personas a evadir las restricciones ambientales.

6.1.1.5 Capital construido

Respecto a la disponibilidad de vías de acceso, es importante aclarar que en el área de influencia del estudio solo existen pequeños tramos de carreteras como tal predominando los caminos de lastre y algunos tramos pavimentados lo que permite calificar las vías entre regulares y buenas para Waslala y buenas para El Cuá. Lo anterior cambia un poco si consideramos el acceso a las comunidades del Municipio, a este respecto El Cuá no posee carreteras pavimentadas ni de acceso fácil al interior de las comunidades mientras en Waslala existen mayor número de caminos transitables.

En cuanto a las construcciones en las cabeceras municipales se observan diferencias ya que en El Cuá son en su mayoría de madera mientras que en Waslala son comunes las construcciones en ladrillo y cemento.

En relación a la infraestructura asociada al uso de recursos naturales en particular los acueductos comunales, aunque las juntas de agua y los fontaneros hacen mantenimiento, en general no están en buenas condiciones, existen comunidades que a pesar de tener la infraestructura básica no tienen acceso al servicio ya que por las condiciones de pobreza de las comunidades es difícil pagar las cuotas establecidas con las cuales se compran los repuestos.

La inexistencia o ineficiencia de infraestructura básica que permita tener acceso a las fuentes y que la totalidad de acueductos funcionan por gravedad, aparece como una debilidad importante dentro de la comunidad ya que sumado a las condiciones de pobreza de la zona,

muchas personas no pueden tener acceso a agua potable. Lo anterior aunado a la inexistencia de infraestructura para el manejo de aguas residuales, se constituye en un factor de riesgo no solo por el no acceso al SE sino al incremento de la amenaza a la provisión del mismo, por el vertimiento directo de desechos a las fuentes de agua, lo cual origina focos de contaminación que alteran la oferta del SE por parte de los ecosistemas.

6.1.1.6 Capital productivo-financiero

En la zona, han existido por muchos años proyectos y programas de diferente índole que en el afán de satisfacer las necesidades más urgentes de la población, han provocado efectos adversos en las comunidades ya que no han ido acompañados de estrategias de capacitación o de participación activa que pudieran garantizar la continuidad y la sostenibilidad de los procesos, por lo que de estos no queda nada.

Adicionalmente en la zona, existen varias entidades financieras que ofrecen diferentes líneas de crédito para productores algunas con subsidio del estado y otras no. A pesar de la aparente oportunidad que esto representa los productores manifiestan su inconformidad con las tasas de interés y con los plazos de pago.

Respecto al aspecto productivo, El Cuá, basa su economía en actividades relacionadas con la ganadería y la agricultura. Los principales cultivos de la zona son el café bajo sombra, seguido de cultivos anuales como los granos básicos, los cuales además de ser una fuente importante para el autoconsumo son fuentes importantes de ingreso económico por la alza en sus precios aunque al parecer se relaciona fuertemente con la deforestación y el deterioro del suelo (CATIE 2010).

En el caso de Waslala, aunque la distribución de las principales actividades es similar, esta es un poco más diversificada, principalmente por sus características climáticas y biofísicas que facilitan la adaptación de entre otras especies el Cacao el cual posee una gran importancia en la zona. En Waslala también se observa la situación mencionada con el cultivo de granos básicos (CATIE 2010).

Las actividades productivas asociadas a estos municipios, tienen mucha relevancia frente a la priorización de zonas por SE, es el caso de SE como el agua potable en el cual la mayor demanda estuvo siempre asociada a las zonas donde están ubicadas estas actividades productivas, debido a que es en estas zonas donde se observa una mayor concentración de habitantes.

De la misma manera, estas actividades influyen directamente sobre la provisión del SE y sobre la amenaza a la provisión, ya que numerosos relictos de bosque o de vegetación natural reconocida por su importancia como proveedores de los SE, están rodeados por pasturas o cultivos de granos básicos, los cuales usan para su funcionamiento cantidades importantes de insumos de alta síntesis química, afectando gravemente no solo la provisión de los SE, sino la salud y el bienestar humano, ya que muchas de las tomas de los acueductos o de los puntos en las fuentes de agua donde las personas se aprovisionan del recurso, están en el área de influencia de estas sustancias.

6.1.1.7 Capital natural / ecológico / ambiental

Los dos Municipios ubicados dentro del área de interés, hacen parte de la Reserva de Biosfera de Bosawas, El Cuá con parte de su extensión dentro de zona de protección y Waslala como parte de su zona de amortiguamiento (CATIE 2010).

El Cuá y Waslala poseen aprox. el 10% y el 11% respectivamente de su extensión en cobertura boscosa, mientras que el resto está destinado a usos productivos. La gran riqueza biológica contenida en estos ecosistemas y en sus alrededores, contrasta con la fuerte presión de uso relacionada con el avance de la frontera agrícola, el cual está acompañado de procesos de deforestación, extracción ilegal de madera, cacería, contaminación de cuerpos de agua, entre otros (CATIE 2010).

A pesar de la existencia de un plan de manejo para Bosawas, este solo se implementa en algunos sitios específicos y para el resto de las áreas se resalta la inexistencia y/o la no aplicabilidad de planes de manejo que entre otros aspectos regulen la implementación de prácticas intensivas y extensivas en las zonas de pendiente media y/o moderada de la zona.

A pesar de la riqueza de cuerpos de agua de diferentes categorías (desde “ojos de agua” hasta ríos caudalosos) y de los diferentes usos que se le da al recurso en la zona (consumo humano y animal, riego e hidroeléctricas, principalmente), la mayoría de comunidades manifiestan como una de sus problemáticas más sentidas la escasez de este recurso en verano por que varios de estos cuerpos de agua se secan, lo cual relacionan con la deforestación y en ocasiones con el cambio climático.

De igual forma, refieren problemas de calidad del agua, asociadas a prácticas productivas como el cultivo de café, de granos básicos y el mantenimiento de pasturas, las cuales además de usar gran cantidad de agroquímicos, han originado la degradación de los

suelos, ocasionando graves problemas de sedimentación. Otras situaciones como el vertimiento directo de residuos líquidos y sólidos de todo tipo debido a la inexistencia de sistemas para tratamiento de aguas residuales y al mal manejo que se da a la disposición de basuras, también inciden sobre la calidad del recurso.

En general y a pesar de la grave problemática ambiental en la zona debido a los conflictos por uso, fue posible encontrar áreas prioritarias para la provisión de agua potable, leña y stock de carbono, cuyas zonas de oferta, estuvieron asociadas a ecosistemas boscosos, aunque cabe resaltar, que la leña, además tiene una fuerte relación con usos de suelo como los cafetales y las pasturas con árboles.

6.2 Potencial de los resultados para la formulación de políticas

Dado que las diferentes investigaciones sobre SE y bienestar humano se han realizado a nivel global, surge el interrogante sobre la validez de los resultados obtenidos para la toma de decisiones y la implementación de políticas si tenemos en cuenta que la mayoría de cambios en el bienestar humano ocurren a pequeña escala, se debe poner especial atención al nivel al que se hacen los análisis, para guiar la formulación de políticas (Duraiappah 2011).

La conservación no es una estrategia global para aliviar la pobreza, por lo cual es necesario definir e implementar elementos que permitan particularizar la escala de nuestro análisis (regional, local, o a nivel de proyecto), dentro de estos se encuentran mejorar la identificación y cuantificación de la biodiversidad y de los SE (Tallis et ál. 2008, Perrings et ál. 2011), revisar el efecto de herramientas normativas como las restricciones de acceso o uso, herramientas sociales o económicas tales como impuestos y subsidios, las cuales se aplican sin los estudios correspondientes para evaluar su eficacia, son importantes para garantizar la sostenibilidad social (Kenward et ál. 2011) ya que aunque algunos gobiernos lo subestimen, no se puede desconocer el vínculo bidireccional que existe entre la inversión en la reducción de la pobreza y la política ambiental (Sachs y Reid 2006).

Lo anterior, permitiría además de una gestión coordinada de los asuntos técnicos que deben apoyar la formulación de políticas, conocer las posibles consecuencias de opciones alternativas de política para la elección de la mejor estrategia y reducir los costos de transacción de algunas políticas ambientales (Tallis et ál. 2008, Perrings et ál. 2011).

Para este estudio en particular, Guatemala, Honduras y Nicaragua, cuentan políticas con políticas nacionales ambientales, derivadas de procesos internos y/o de la adquisición de compromisos internacionales como con el Convenio de Diversidad Biológica, el cual define lineamientos que deben seguir en materia de investigación, conservación, gestión y política los países que lo han ratificado y precisa que los países deben integrar la conservación y la utilización sostenible de la diversidad biológica en los planes, programas y políticas sectoriales o intersectoriales, con la obligación de tener en cuenta y minimizar las consecuencias ambientales de sus programas y políticas que puedan tener efectos adversos importantes para la diversidad biológica (UN 1992).

Respecto a lo anterior, estas políticas nacionales resultan en la mayoría de los casos ineficientes e inaplicables a escala local dada la situación económica y social que hace que gran parte de la población de estos países dependa directa o indirectamente de la biodiversidad y de los SE para su supervivencia, esta dependencia se acentúa en las áreas rurales de donde se debe suplir la demanda local y se debe garantizar la oferta para las zonas urbanas.

Aspectos de la provisión de SE (oferta, demanda y amenaza), así como las prioridades para la conservación de la biodiversidad, tienen una distribución espacial diferencial que sugiere la identificación de áreas prioritarias a diferentes escalas que permitan no solo mantener la provisión de los SE y de la biodiversidad existente en la zona, sino el mejoramiento de las condiciones de vida de las comunidades humanas.

Esta investigación se constituye en un insumo importante a nivel metodológico, que complementado con información sobre el contexto económico, social y político de la zona puede apoyar la toma de decisiones sobre mecanismos y estrategias locales y nacionales de carácter ambiental, económico, social y/o político

6.3 Referencias bibliográficas

- CATIE (Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza). 2010. Informe final línea de base. Proyecto CATIE-MESOTERRA Turrialba, Costa Rica
- Duraiappah, A. 2011. Ecosystem services and human well-being: Do global findings make any sense?. *BioScience*, 61(1):7-8. Consultado el 20 de mayo de 2011. Disponible en <http://www.bioone.org/doi/full/10.1525/bio.2011.61.1.2>.
- Kareiva, p y Marvier, M. 2007. Conservation for the people. *Scientific American*. Octubre: 50-57
- Kenward, R; Whittingham, M; Arampatzis, S; Manos, B; Hahn, T; Terry, A; Simoncini, R; Alcorn, J; Bastian, O; Donlan, M; Elowe, K; Franzén, F; Karacsonyi, Z; Larsson, M; Manou, D; Navodaru, I; Papadopoulou, O; Papathanasiou, J; von Raggamby, A; Sharp, R; Söderqvist, T; Soutukorva, A; Vavrova, L; Aebischer, N; Leader-Williams, N; y Rutz, C. 2011. Identifying governance strategies that effectively support ecosystem services, resource sustainability, and biodiversity. *PNAS*. 108(13): 5308-5312. doi:10. 1073/pnas.1007933108/-/DCSupplemental.
- Naciones Unidas (UN). 1992. Convenio sobre la Diversidad Biológica. Consultado el 30 de julio de 2011. Disponible en <http://www.cbd.int/doc/legal/cbd-es.pdf>
- Perrings, Ch; Duraiappah, A; Larigauderie, A y Mooney, H. 2011. The biodiversity and ecosystem services science-policy interface. *Science* 331:1139-1140.
- Raudsepp-Hearne, C; Peterson, G; Tengö, M; Bennett, E; Holland, T; Benessaiah, K; MacDonald, G y Pfeifer, L. 2010. Untangling the environmentalist's paradox: Why is human well-being increasing as ecosystem services degrade?. *BioScience* 60(8).
- Sachs, J y Reid, W. 2006. Investments toward sustainable development. *Science* 312:1002
- Tallis, H; Kareiva, P; Marvier, M y Chang, A. 2008. An ecosystem services framework to support both practical conservation and economic development. *PNAS*. 105(28): 9457-9464. www.pnas.org/cgi_ doi_10.1073_pnas.0705797105