



Universidad
Rafael Landívar
Tradición Jesuita en Guatemala

Ecosistemas de Guatemala

basado en el Sistema de Clasificación de Zonas de Vida

Ecosistemas de Guatemala

basado en el Sistema de
Clasificación de Zonas de Vida

iarna
Instituto de investigación y proyección
sobre ambiente natural y sociedad



Guatemala, febrero de 2018

AUTORIDADES INSTITUCIONALES RELACIONADAS CON EL INFORME**Vicerrector de investigación y proyección**

Dr. Juventino Gálvez Ruano

**Director del Instituto de Investigación y Proyección
sobre Ambiente Natural y Sociedad (Iarna)**

Dr. Ottoniel Monterroso

CRÉDITOS DE LA PUBLICACIÓN**Autores**

Gerónimo Estuardo Pérez Irungaray
Juan Carlos Rosito Monzón
Raúl Estuardo Maas Ibarra
Guillermo Alejandro Gándara Cabrera

Coordinación

Juventino Gálvez Ruano

Edición

Ottoniel Monterroso
Gerónimo Pérez
Cecilia Cleaves

Diseño de portada e interiores

Cecilia Cleaves

Fotografías

Raúl Maas, Gerónimo Pérez, César Castañeda,
Alejandro Gándara, Cecilia Cleaves, Diego Incer

Cita:

IARNA-URL (Instituto de Investigación y Proyección sobre Ambiente Natural y Sociedad de la Universidad Rafael Landívar). (2018). *Ecosistemas de Guatemala basado en el sistema de clasificación de zonas de vida*. Guatemala: Autor.

Documento Iarna 42 (2018).

Descriptores: zonas de vida de Guatemala, ecosistemas, mapa de zonas de vida, clasificación ecológica.

Publicado por: Instituto de Investigación y Proyección sobre Ambiente Natural y Sociedad (Iarna)
Vicerrectoría de Investigación y Proyección (VRIP)
Universidad Rafael Landívar (URL)

Copyright: 2018

Disponible en: Universidad Rafael Landívar
Instituto de Investigación y Proyección sobre Ambiente Natural y Sociedad
Vista Hermosa III, Campus Central, zona 16
Edificio Q, oficina 101
Ciudad de Guatemala, Guatemala
Tels.: (502) 2426-2559 ó 2426-2626, extensión 2657
Fax: extensión 2649
E mail: iarna@url.edu.gt
<http://www.url.edu.gt>
<http://www.infoiarna.org.gt>
<https://www.facebook.com/iarna.url>



Índice

Presentación	ix
Siglas y acrónimos	xi
Resumen	xiii
Abstract	xv
Capítulo 1. Introducción	1
PARTE I. REVISIÓN CONCEPTUAL Y METODOLÓGICA	
Capítulo 2. Condicionantes de la biodiversidad en Guatemala	5
2.1 Características fisiográficas de Guatemala	5
2.2 Características ambientales de Guatemala	6
Capítulo 3. El concepto de ecosistemas	9
3.1 Definiciones de ecosistema y biodiversidad	9
3.2 Clasificación de los ecosistemas	10
Capítulo 4. La clasificación de ecosistemas basada en zonas de vida	13
4.1 Definición de zona de vida	13
4.2 Fundamentos de la distribución de ecosistemas según Holdridge	13
4.3 El sistema de clasificación de zonas de vida de Holdridge	15

Capítulo 5. Guatemala: un país tropical	17
5.1 El problema: determinación de la región subtropical	17
5.2 La biotemperatura de regiones basales en Guatemala	18
5.3 La definición de trópico	19
5.4 El subtrópico en la literatura científica	21
5.5 Guatemala se ubica en una región tropical	21
Capítulo 6. Marco metodológico	23
6.1 Obtención de información climática básica	23
6.2 Determinación preliminar de las zonas de vida	24
6.3 Verificación de campo	26
6.4 Rectificación del modelo de clasificación y asignación final de nombres a las zonas de vida	26
PARTE II. LAS ZONAS DE VIDA DE GUATEMALA	
Capítulo 7. El mapa de zonas de vida de Guatemala	33
7.1 Las condiciones ambientales analizadas	33
7.2 Las zonas de vida de Guatemala	38
Capítulo 8. Descripción de las zonas de vida de Guatemala	41
Zonas de vida del piso basal	
8.1 Bosque muy seco tropical (bms-T)	46
8.2 Bosque seco tropical (bs-T)	50
8.3 Bosque húmedo tropical (bh-T)	54
8.4 Bosque muy húmedo tropical (bmh-T)	58
Zonas de vida del piso premontano	
8.5 Bosque seco premontano tropical (bs-PMT)	64
8.6 Bosque húmedo premontano tropical (bh-PMT)	68

8.7 Bosque muy húmedo premontano tropical (bmh-PMT)	72
8.8 Bosque pluvial premontano tropical (bp-PMT)	76
Zonas de vida del piso montano bajo	
8.9 Bosque húmedo montano bajo tropical (bh-MBT)	82
8.10 Bosque muy húmedo montano bajo tropical (bmh-MBT)	86
Zonas de vida del piso montano y subandino	
8.11 Bosque muy húmedo montano tropical (bmh-MT)	92
8.12 Bosque pluvial montano tropical (bp-MT)	96
8.13 Bosque pluvial subandino tropical (bp-SAT)	100
PARTE III. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	
Capítulo 9. Clasificación de zonas de vida y el estudio de los ecosistemas de Guatemala	105
9.1 Comparación entre éste y el estudio presentado por De la Cruz en la década de los años ochenta	105
9.2 La gestión de los ecosistemas y la biodiversidad	106
9.3 Bases para el seguimiento y evaluación de la evolución de los ecosistemas para la adaptación al cambio climático	107
9.4 Las bases de datos del estudio y propuesta de líneas de investigación	108
Referencias documentales	109
Anexos	113

Índice de figuras

Figura 1.	Límites de la República de Guatemala	5
Figura 2.	Interacción entre el clima y los tipos de vegetación según Holdridge	14
Figura 3.	Diagrama para la clasificación de zonas de vida sensu Holdridge	15
Figura 4.	Modificación de los hexágonos del diagrama de Holdridge entre los pisos basal y premontano	27
Figura 5.	Climadiagrama representativo del bosque muy seco tropical	46
Figura 6.	Climadiagrama representativo del bosque seco tropical	50
Figura 7.	Climadiagrama representativo del bosque húmedo tropical	54
Figura 8.	Climadiagrama representativo del bosque muy húmedo tropical	58
Figura 9.	Climadiagrama representativo del bosque seco premontano tropical	64
Figura 10.	Climadiagrama representativo del bosque húmedo premontano tropical	68
Figura 11.	Climadiagrama representativo del bosque muy húmedo premontano tropical	72
Figura 12.	Climadiagrama representativo del bosque pluvial premontano tropical	76
Figura 13.	Climadiagrama representativo del bosque húmedo montano bajo tropical	82
Figura 14.	Climadiagrama representativo del bosque muy húmedo montano bajo tropical	86
Figura 15.	Climadiagrama representativo del bosque muy húmedo montano tropical	92
Figura 16.	Climadiagrama representativo del bosque pluvial montano tropical	96
Figura 17.	Climadiagrama representativo del bosque pluvial subandino tropical	100
Figura 18.	Comportamiento de la precipitación pluvial en la región ecuatorial, región tropical y subtropicales	115

Índice de mapas

Mapa 1.	Mapa de distribución de los pisos altitudinales de Guatemala	34
Mapa 2.	Mapa de distribución de las regiones de precipitación de Guatemala	35
Mapa 3.	Mapa de distribución de provincias de humedad de Guatemala	36
Mapa 4.	Mapa de zonas de vida de Guatemala basado en el método de clasificación según Holdridge	37

Índice de cuadros

Cuadro 1.	Clasificaciones de ecosistemas utilizadas en Guatemala	11
Cuadro 2.	Límites teóricos aproximados a las regiones bioclimáticas propuestas por Leslie Holdridge	17
Cuadro 3.	Biotemperaturas promedio anuales de tres regiones basales de Guatemala, en dos períodos de clima extremo	18
Cuadro 4.	Adecuación de la denominación de las zonas de vida en función de su valor máximo o mínimo de biotemperatura	28
Cuadro 5.	Extensión y representación territorial de las zonas de vida de Guatemala	38
Cuadro 6.	Condiciones ambientales que caracterizan las zonas de vida de Guatemala	40
Cuadro 7.	Promedios anuales y mensuales, así como variaciones anuales de la temperatura atmosférica en sitios cercanos al Ecuador, localizados en América del Sur (comparados con datos de Göttingen) 1931-1960	114
Cuadro 8.	Extensión de las zonas de vida de Guatemala (a nivel departamental)	116

Presentación

El presente documento plasma un esfuerzo de la Universidad Rafael Landívar que profundiza el conocimiento acerca de los ecosistemas del país. El esfuerzo se fundamenta en una rigurosidad científica, apoyada en el uso intensivo de tecnologías e información moderna y actualizada, y en un amplio, pero al mismo tiempo minucioso, recorrido por el territorio nacional. Nos anima la idea que esta obra fortalezca las discusiones técnicas y científicas sobre el patrimonio natural del país y el interés por conocerlo y valorarlo en toda su dimensión y diversidad.

Desde una perspectiva socioecológica, uno de los atributos centrales de cualquier sistema es la disponibilidad de recursos, sean estos artificiales o naturales. Este atributo, en sinergia con el talento en la gestión de los recursos disponibles y al amparo de intereses socialmente deseables (por incluyentes y sensibles a todas las formas de vida), determina la viabilidad y sostenibilidad del sistema de referencia en el largo plazo.

El Perfil Ambiental de Guatemala producido por la Universidad Rafael Landívar ha mostrado, en diferentes entregas a lo largo de los últimos quince años, que el patrimonio natural del país es fecundo en bienes y servicios renovables derivados de los diversos y ricos ecosistemas, siendo los bosques y la impresionante fauna, dos de sus facetas prominentes. Con relación a la interacción entre esta riqueza y la sociedad, el Perfil Ambiental señala que la región centroamericana ha atendido varias de sus necesidades a partir de intensas extracciones de biomasa, ocurridas principalmente en el seno de actividades agrícolas, ganaderas, forestales y de caza y pesca, las cuales representan el 66% de las extracciones totales de bienes naturales en la región. La extracción de biomasa se fundamenta, a su vez, en la riqueza de suelos, la disponibilidad de agua, la variedad climática, en la amplitud de los recursos genéticos, entre otros factores. La sostenibilidad de la relación economía-ambiente en la región centroamericana depende, como parece evidente, de la capacidad de gestionar adecuadamente la provisión sostenida de bienes y servicios de los únicos e irrepetibles ecosistemas del país y la región.

Dentro de la gama de servicios ambientales que proveen los ecosistemas para el bienestar social destacan la belleza escénica (vinculada con el turismo), la captura de dióxido de carbono (contrarresta el cambio climático), la protección del suelo (para la viabilidad agrícola y alimentaria) y la producción de agua (para consumo humano y otros usos socialmente deseables). Otros servicios, quizá menos perceptibles, pero vitales, tienen que ver con la polinización, la regulación del clima y la protección frente a eventos climáticos extremos.

La presente obra, que ofrece una clasificación actualizada de los ecosistemas de Guatemala con base en el sistema de zonas de vida sensu Holdridge, expone una mirada holística e integral de la base natural del país. Pretendemos, consecuentemente, allanar el camino de investigadores, estudiantes, profesores y ciudadanos en general, para que se sumerjan en el fascinante mundo natural de Guatemala y ojalá, ello conduzca a su mejor valoración y su oportuna defensa y protección.

En representación de la Vicerrectoría de Investigación y Proyección (VRIP) y del Instituto de Investigación y Proyección sobre Ambiente y Sociedad (Iarna), unidades académicas de la Universidad Rafael Landívar, patentizamos nuestro profundo agradecimiento al cuerpo de investigadores que ha hecho posible la culminación de este trabajo. Pero también reconocemos el propio esfuerzo financiero de la Universidad Rafael Landívar para dar sustento a todas las necesidades inherentes a los trabajos de esta naturaleza. Con ello, consideramos que institucionalmente seguimos poniendo la razón al servicio de la realidad y sus múltiples desafíos frente a las aspiraciones de respeto a todas las formas de vida, pero también de igualdad, pluralidad y sostenibilidad en la relación sociedad-naturaleza.

Dr. J. Juventino Gálvez R.

Vicerrector de Investigación y Proyección

Universidad Rafael Landívar

Dr. Ottoniel Monterroso

Director del Iarna

Universidad Rafael Landívar

Siglas y acrónimos

AMS	<i>American Meteorological Society</i> (Sociedad Americana de Meteorología)
CIAT	Centro Internacional de Agricultura Tropical
Cecon	Centro de Estudios Conservacionistas de la Universidad de San Carlos de Guatemala
Iarna	Instituto de Investigación y Proyección sobre Ambiente Natural y Sociedad
IGN	Instituto Geográfico Nacional
INAB	Instituto Nacional de Bosques
Inafor	Instituto Nacional Forestal
MAGA	Ministerio de Agricultura, Ganadería y Alimentación
URL	Universidad Rafael Landívar
USAC	Universidad de San Carlos de Guatemala
WWF	<i>World Wildlife Fund</i> (Fondo Mundial para la Naturaleza)
Unesco	<i>United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization</i> (Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura)

Abreviaturas y símbolos

ETP	Evapotranspiración potencial
°C	Grado centígrado
m	Metro
mm	Milímetro
m.s.n.m.	Metros sobre el nivel del mar
<	Menor que
>	Mayor que
ha	Hectárea
km ²	Kilómetro cuadrado

Zonas de vida

bh-MBT	bosque húmedo montano bajo tropical
bh-MT	bosque húmedo montano tropical
bh-PMT	bosque húmedo premontano tropical
bh-T	bosque húmedo tropical
bmh-MBT	bosque muy húmedo montano bajo tropical
bmh-MT	bosque muy húmedo montano tropical
bmh-PMT	bosque muy húmedo premontano tropical
bmh-T	bosque muy húmedo tropical
bms-T	bosque muy seco tropical
bp-MT	bosque pluvial montano tropical
bp-PMT	bosque pluvial premontano tropical
bs-MBT	bosque seco montano bajo tropical
bs-PMT	bosque seco premontano tropical
bs-T	bosque seco tropical
mp-SAT	monte pluvial o páramo subandino tropical

Resumen

Este estudio presenta una contribución renovada del análisis de la distribución y clasificación de los ecosistemas de Guatemala utilizando el concepto y base metodológica del sistema de zonas de vida propuesto por Leslie Holdridge en la segunda mitad del siglo XX. La zona de vida se define como una unidad territorial natural en la cual están interrelacionadas la vegetación, la actividad animal, el clima, la fisiografía, la formación geológica y el suelo, en una combinación reconocida y única, que tiene aspecto o fisonomía típica (Holdridge, 2000).

El estudio se fundamentó en sistemas de información geográfica, bases de datos actualizadas y en una detallada indagación y síntesis de campo. En cuanto a la información utilizada, se emplearon los datos de temperatura y precipitación del *WorldClim* (2005). También se desarrolló un modelo basado en el programa de Sistemas de Información Geográfico ArcGis®, lo que permitió una adecuada aplicación de la metodología propuesta por Holdridge. Durante la fase de campo se verificaron los límites de las zona de vida identificadas en gabinete, lo que implicó recorrer al menos 4,650 km de carreteras, caminos y veredas del territorio nacional.

Los resultados muestran la presencia de trece zonas de vida para Guatemala. Estas se distribuyen en torno a seis pisos altitudinales, siete provincias de precipitación y nueve provincias de humedad.

El bosque húmedo tropical (bh-T) presenta la mayor extensión territorial, con 3.43 millones de hectáreas y ocupa el 31.5% del territorio nacional; mientras que el bosque seco tropical (bs-T) cubre el 19% del territorio nacional (2.07 millones de hectáreas). En un tercer nivel de importancia, en cuanto a su extensión, se encuentran el bosque húmedo premontano tropical (bh-PMT) y el bosque húmedo montano bajo tropical (bh-MBT). Ambos cubren un 25.59% del territorio nacional (2.67 millones de hectáreas). En conjunto, las anteriores cuatro zonas de vida cubren una proporción territorial del 76.76% de la superficie total del país.

Con presencias menores al 10% del territorio nacional destacan el bosque muy húmedo premontano tropical (bmh-PMT), que abarca una extensión de 0.82 millones de hectáreas (7.60% del país) y el bosque muy húmedo tropical (bmh-T), con una extensión de 0.61 millones de hectáreas (5.68% del país). Continúan la zona de vida de bosque seco premontano tropical (bs-PMT), con una extensión de 0.48 millones de hectáreas (4.44% del país); el bosque muy húmedo montano bajo tropical (bmh-MBT), con una extensión de 0.25 millones de hectáreas (2.32% del país), y el bosque muy

húmedo montano tropical (bmh-MT), con una extensión de 0.23 millones de hectáreas (2.11% del país).

Las zonas de vida con menor extensión territorial cubren el 1.09% de la superficie nacional. Se identificaron al bosque muy seco tropical (bms-T), que tiene una extensión de 81,888 hectáreas y cubre el 0.76% del territorio, y tres zonas de vida restantes que presentan características pluviales especiales. Estas son: el bosque pluvial premontano tropical (bp-PMT), el bosque pluvial montano tropical (bp-MT) y el bosque pluvial subandino tropical (bp-SAT), los cuales, en conjunto representan el 0.33% de la superficie territorial nacional.

El departamento de San Marcos cuenta con diez zonas de vida diferentes, la mayor cantidad a escala departamental en tan solo el 3.29% del territorio nacional. Le siguen los departamentos de Huehuetenango, Quiché y Suchitepéquez, que cuentan con nueve zonas de vida cada uno.

La principal característica del nuevo mapa presentado es que, al estar en formato digital y ser producto de un modelo replicable, se pueden desarrollar simulaciones de los ecosistemas nacionales ante cambios de la temperatura y precipitación. De esa forma, se pueden proyectar escenarios sobre la conformación, salud y extensión de los ecosistemas derivados de cambios en el clima. Se pretende, en general, proveer renovadas bases ecológicas para procurar la coexistencia entre la sociedad y la naturaleza.

Abstract

This study presents a renewed contribution to analysis of the distribution and classification of Guatemalan ecosystems, by implementing the concept and methodology of the life zone system proposed by Leslie Holdridge during the second part of twentieth Century. A life zone is defined as a natural territorial unit in which vegetation, animal activity, climate, physiography, geological formation, and soil are interrelated, in a recognized and unique combination, which has a typical aspect or feature (Holdridge, 2000).

The study was based on geographic information systems, updated databases and a detailed field inquiry and synthesis. Regarding information, temperature and precipitation data of WorldClim (2005) were used. A model based on the ArcGis® Geographic Information Systems was developed, which allowed an adequate application of the methodology proposed by Holdridge. During the field phase, the boundaries of the identified life zones in the desk phase were verified, which involved traveling at least 4,650 km of roads and trails in the national territory.

The results showed the presence of thirteen life zones for Guatemala. These are distributed around six altitudinal floors, seven precipitation provinces and nine humidity provinces.

The tropical humid forest (bh-T) has the greatest territorial extension, with 3.43 million hectares and occupies 31.5% of the national territory, while the tropical dry forest (bs-T) covers 19% of the national territory (2.07 millions of hectares). In a third level of importance, in terms of its extension, are the tropical premontane rainforest (bh-PMT) and the humid low montane tropical forest (bh-MBT), both covering 25.59% of the national territory (2.67 million hectares). Together, the previous four life zones cover a territorial proportion of 76.76% of the total area of the country.

With surfaces of less than 10% of the national territory, the very humid tropical premontane forest (bmh-PMT), covering an area of 0.82 million hectares (7.60% of the country) as well as the very humid tropical forest (bmh-T), with an extension of 0.61 million hectares (5.68% of the country) were identified. It follows (in terms of extension), the tropical premontane dry forest (bs-PMT) life zone, with an area of 0.48 million hectares (4.44% of the country); the very humid low montane tropical forest (bmh-MBT), with an extension of 0.25 million hectares (2.32% of the country), and the very humid montane tropical forest (bmh-MT), with an extension of 0.23 million hectares (2.11% of the country).

The smaller life zones in terms of territorial extension cover 1.09% of the national surface. The very dry tropical forest (bms-T), which has an extension of 81,888 hectares and covers 0.76% of the territory, and three remaining life zones that have special rainfall characteristics, were identified. The former three are: tropical premontane rainforest (bp-PMT), tropical montane rainforest (bp-MT) and tropical sub-tropical rainforest (bp-SAT), which together represent 0.33% of the national territorial area.

The department of San Marcos has ten different life zones, the largest amount at departmental level in only 3.29% of the territory. It is followed by the departments of Huehuetenango, Quiché and Suchitepéquez, accounting with nine life zones each one.

The main characteristic of the new map here presented is that, being in digital format and being the product of a replicable model, simulations of national ecosystems can be developed in the face of changes in temperature and precipitation. In this way, scenarios of conformation, health and extension of ecosystems can be projected derived from changes in climate variables. In a general way, it is intended to provide renewed ecological bases to ensure the co-existence between society and nature.

Capítulo 1

Introducción

El concepto de biodiversidad hace referencia a la amplia variedad de seres vivos que habitan sobre la Tierra, a los patrones genéticos que los caracterizan y a los complejos ecológicos de los cuales forman parte. Este concepto ha sido abordado en la bibliografía especializada a partir de su estratificación en tres niveles: i) diversidad de genes; ii) diversidad de especies y iii) diversidad de ecosistemas.

Los esfuerzos desarrollados por estudiar y caracterizar la biodiversidad guatemalteca se han basado en una gama de marcos analíticos, métodos y enfoques de clasificación, entre los que se encuentran los de carácter florístico, fisiográfico, ecológico y, en algunos casos, una combinación de estos. Todos los métodos han aportado hallazgos fundamentales para el conocimiento del ambiente natural guatemalteco y han tenido que lidiar con su compleja realidad, así como con limitaciones tecnológicas.

Castañeda (2008) señala que la cartografía, clasificación y caracterización de los ecosistemas nacionales ha conducido a la delimitación de unidades biogeográficas o bioclimáticas denominadas biomas, ecorregiones, ecosistemas vegetales o zonas de vida, principalmente. Para este autor, los conceptos de ecorregiones y de zonas de vida son los más utilizados para sustentar las iniciativas de conservación y gestión de la biodiversidad nacional.

En la década de los años setenta del siglo pasado, el doctor Leslie Holdridge y sus colegas elaboraron una primera aproximación de la distribución de los ecosistemas guatemaltecos con base en la clasificación de zonas de vida, utilizando para ello, información climatológica disponible en los registros nacionales. Los datos partían de una modesta red de estaciones meteorológicas, así como de criterios altitudinales de experto y observaciones realizadas durante recorridos a las distintas regiones del país. Con esta metodología, aunada a la selección de un conjunto de especies indicadoras, pudieron caracterizar las dinámicas de la fisonomía de la vegetación de Guatemala. Sobre esta base se elaboró el primer mapa de zonas de vida de Guatemala a nivel de reconocimiento (De la Cruz, 1976, 1982), ampliamente utilizado en círculos académicos y en instituciones interesadas en el conocimiento y la gestión de la diversidad biológica del país.

El objetivo de la presente investigación es presentar una nueva clasificación de los ecosistemas de Guatemala, basado en la clasificación de zonas de vida *sensu* Holdridge, utilizando para ello sistemas de información geográfica, bases de datos actualizadas y una detallada descripción de campo.

El documento se divide en tres partes. La primera presenta las condiciones generales de la biodiversidad en Guatemala (capítulo 2), para después desarrollar los fundamentos conceptuales de los ecosistemas y las diferentes formas de clasificación (capítulo 3). La explicación del concepto de zonas de vida propuesto por Holdridge se presenta en el capítulo 4, donde se muestra la esquematización para la clasificación de ecosistemas a nivel mundial.

Al desarrollar la metodología de zonas de vida, los autores se enfrentaron a una extensa discusión sobre el concepto de trópico y subtropical, este último utilizado por De la Cruz (1982) en la primera aproximación de zonas de vida en Guatemala. Esta discusión se explica en el capítulo 5, donde se argumenta que debe utilizarse el término tropical en lugar de subtropical en las zonas de vida del país. La parte I concluye con el capítulo 6, el cual desarrolla la metodología para la clasificación de las zonas de vida de Guatemala, exponiendo las consideraciones metodológicas al utilizar sistemas de información geográfica.

La parte II del documento muestra, en el capítulo 7, los principales resultados obtenidos en la clasificación de zonas de vida en Guatemala, para posteriormente presentar una detallada descripción de cada uno de los ecosistemas nacionales. Para ello, el capítulo 8 se divide en cuatro secciones que incluyen las zonas de vida basales, premontanas, montano bajas, montanas y subandinas¹. Estos capítulos muestran cada una de las zonas de vida según sus características biológicas, las especies vegetales representativas y los usos actuales de la tierra.

Finalmente, la parte III del documento presenta las principales conclusiones y recomendaciones del estudio. Se hace referencia sobre cómo la clasificación presentada puede contribuir a una mejor gestión de los recursos naturales y de la biodiversidad del país.

1 Aunque el nombre correcto del piso altitudinal propuesto por Holdridge fue subalpino, término asociado a la región geográfica de los Alpes en Europa, los autores proponen americanizar el término, en referencia a la Cordillera de los Andes, por lo cual le denominaron al referido piso altitudinal "subandino", como había sido asociado ya en el mapa ecológico de Perú (Oficina Nacional de Evaluación de Recursos Naturales, 1976).



Parte I

Revisión conceptual y metodológica

Capítulo 2: Condicionantes de la biodiversidad en Guatemala

Capítulo 3: El concepto de ecosistemas

Capítulo 4: La clasificación de ecosistemas basada en zonas de vida

Capítulo 5: Guatemala: un país tropical

Capítulo 6: Marco metodológico



Capítulo 2

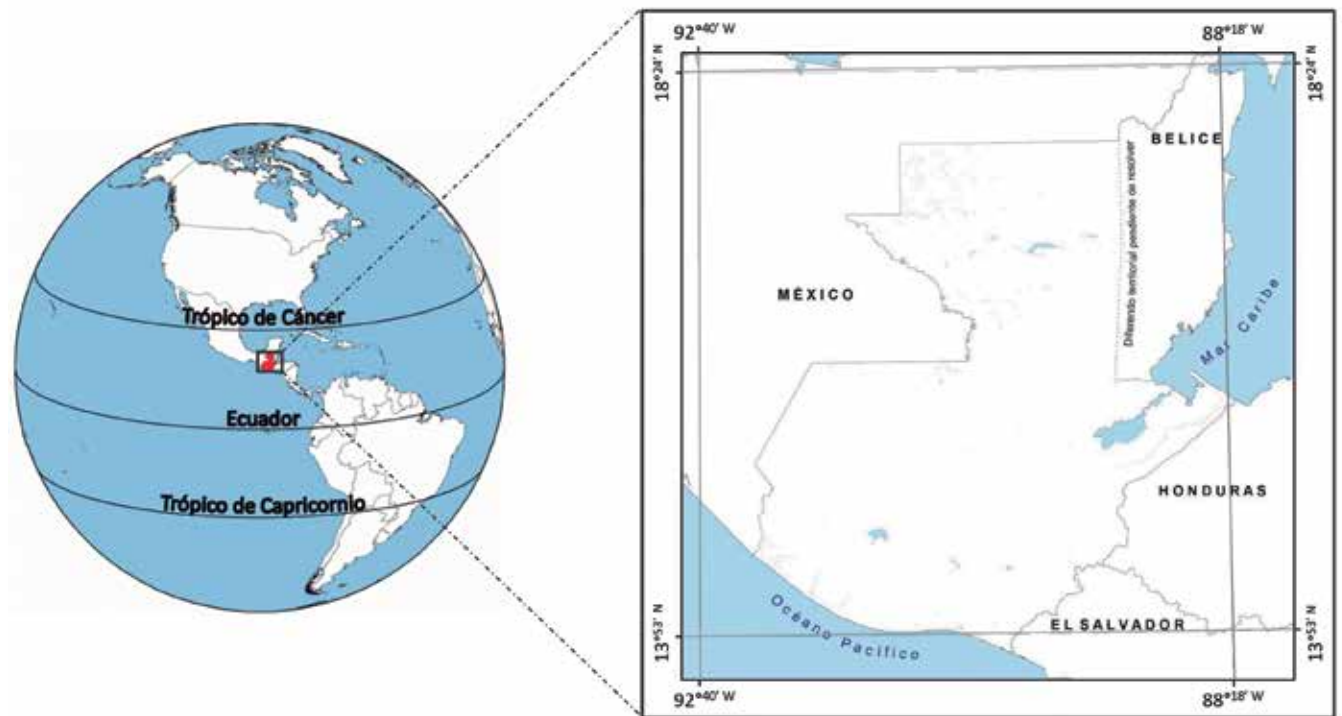
Condicionantes de la biodiversidad en Guatemala

2.1 Características fisiográficas de Guatemala

Guatemala está ubicada en el centro geográfico del continente americano, entre los paralelos 13° 44' y 18° 30' de latitud norte y los meridianos 87° 30' y 92° 13' de longitud oeste. Colinda al norte y oeste con México, al sureste con El Salvador y Honduras, al noreste con Belice y el Mar Caribe y al sur con el Océano Pacífico (IGN, 1976) (Figura 1).

Es un país territorialmente pequeño con una diversidad biológica sumamente peculiar, que le permite formar parte del bloque de países megadiversos (Benítez *et al.*, 2016). Un conjunto de factores favoreció el desarrollo de múltiples formas de vida, dentro de los cuales se encuentran la posición geográfica del país (que forma parte del corredor terrestre que une a la América del Norte y del Sur), así como su topografía, los amplios rangos de altitud y la diversidad de climas.

Figura 1. Límites de la República de Guatemala



Fuente: Elaboración propia.

El territorio guatemalteco es uno de los pocos lugares del mundo en donde convergen, en un espacio reducido, tres placas tectónicas: la de Cocos, la del Caribe y la de Norteamérica. El país es atravesado por las placas del Caribe y Norteamérica, que dan origen al extenso sistema de fallas geológicas del Motagua, Polochic y Jocotán - Chamelecón, del cual se derivan varios sistemas secundarios.

La dinámica geológica entre placas, fallas y volcanes ha conformado un territorio que presenta una fisiografía irregular, con altitudes que van desde el nivel del mar hasta los 4,219 m.s.n.m en el volcán Tajumulco. La cadena volcánica, con un total de 37 volcanes, atraviesa el país de oeste a este.

La cadena montañosa que desde México es denominada Sierra Madre, se divide en dos ramales al ingresar al país: uno que ingresa por el departamento de San Marcos y que da forma al sistema guatemalteco de la Sierra Madre, y el otro que ingresa por el departamento de Huehuetenango y que constituye el sistema de Los Cuchumatanes.

La sierra de los Cuchumatanes y el sistema de las montañas de la Verapaz (donde destaca la Sierra de Chamá) pueden considerarse como una sola cordillera que atraviesa el territorio nacional desde la frontera con México hasta el mar Caribe. Este sistema es interrumpido por el valle del río Chixoy o Negro, que divide al sistema en dos grupos: los Cuchumatanes al oeste y las montañas de la Verapaz al este. Los Cuchumatanes, que tienen su asiento principal en Huehuetenango y Quiché, se constituyen en la mayor elevación maciza de Centroamérica. La Sierra de Chamá atraviesa el departamento de Alta Verapaz y se dirige luego rumbo al este hacia Izabal, en donde toma el nombre de Sierra de Santa Cruz, que pasa al norte del lago de Izabal y termina en Livingston, que colinda con el Mar Caribe.

La Sierra Madre atraviesa los departamentos de San Marcos, Quetzaltenango, Totonicapán, Sololá, Chimal-

tenango, Sacatepéquez, Guatemala, Santa Rosa, Jalapa y Chiquimula, conformando la altiplanicie central de la República y marcando el parteaguas de las vertientes Pacífico y Atlántico.

En la parte central de la sierra se encuentran las ciudades más importantes del país, entre ellas Antigua Guatemala, Sololá, Santa Cruz del Quiché y Quetzaltenango. De la Sierra Madre se desprenden varios segmentos secundarios, cuyos ramales toman diferentes nombres como Sierra de Cuxliquel, Parraxquim, Chuatroj, Chinajá, de Las Minas, de Santa Cruz, etcétera; así como los ramales que penetran en las repúblicas de El Salvador y Honduras, como la Sierra del Espíritu Santo y la Sierra del Merendón (Ministerio de Agricultura, Ganadería y Alimentación –MAGA–, 2005).

Las diversas formas de la tierra han sido agrupadas en once regiones fisiográficas, a saber: i) Llanura Costera del Pacífico; ii) Pendiente Volcánica Reciente; iii) Tierras Altas Volcánicas; iv) Tierras Altas Cristalinas; v) Depresión del Motagua; vi) Tierras Altas Sedimentarias; vii) Depresión de Izabal; viii) Tierras Bajas Interiores de Petén; ix) Cinturón Plegado del Lacandón; x) Montañas Mayas; y xi) Plataforma Sedimentaria de Yucatán (MAGA, 2005).

Así, el país está ubicado en el extremo norte del puente que une dos masas continentales, y está bajo la influencia directa de las dinámicas de los océanos Atlántico y Pacífico. Lo anterior, junto a las cadenas montañosas que lo atraviesan de oeste a este, ha favorecido la presencia de al menos cincuenta y cuatro unidades climáticas (Franco, 2015).

2.2 Características ambientales de Guatemala

Hace cinco millones de años, con el cierre del istmo centroamericano, se dieron significativas alteraciones en las condiciones ambientales globales. Previo al cierre total del corredor terrestre que comunica a la América

del Norte con la del Sur, existía una corriente marítima que circulaba alrededor del planeta y que era clave en la estabilidad de las temperaturas y el clima mundial. Cuando se produjo la emergencia plena de la región centroamericana, se cortaron las comunicaciones entre dos grandes masas oceánicas y se conformaron las dos corrientes marítimas con mayor incidencia en el clima global actual: la del Golfo de México en el Atlántico y la corriente de Humboldt en el Pacífico (Haug & Keigwin, 2004).

A consecuencia de ello, se reconfiguraron las dinámicas climáticas en todo el planeta, producto de la modificación de los ritmos y dimensiones de la migración de la zona de convergencia intertropical. Desde ese entonces, la angosta franja centroamericana quedó supeditada a la influencia de los movimientos de las corrientes marinas de los océanos Atlántico y Pacífico, la cual se manifiesta en toda su magnitud cuando ocurren los fenómenos de El Niño y La Niña.

Dado que la América Central se ubica en el hemisferio norte, entre el trópico de Cáncer y el Ecuador, en este territorio se presentan climas tropicales. La diversidad

de formas de la tierra y los diferentes y variados niveles de exposición a los vientos inciden significativamente en el comportamiento de las condiciones ambientales, especialmente la temperatura, la precipitación pluvial y la humedad. Estas características territoriales, combinadas con aspectos como la orientación de las montañas y la presencia o ausencia de cuerpos de agua, entre otros, determinan en gran medida la variedad de climas y microclimas que caracterizan a la región.

En síntesis, las características fisiográficas y ambientales propiciaron el surgimiento de múltiples formas de vida y diversos ecosistemas en Guatemala. La diversidad biológica del país ha sido posible gracias a las interacciones que se generan entre los siguientes aspectos: un origen geológico relativamente antiguo, ubicación del país en una zona de transición entre dos regiones biogeográficas diferentes (holártica y neotropical), ser parte del puente terrestre que separa el océano Pacífico del Atlántico, un amplio rango de variabilidad altitudinal que va desde el nivel del mar hasta los 4,000 metros de altura, y formas de la tierra que han facilitado la movilización recíproca de especies entre los hemisferios Norte y Sur.



Capítulo 3

El concepto de ecosistemas

3.1 Definiciones de ecosistema y biodiversidad

La palabra **ecosistema** fue utilizada por primera vez por el fitosociólogo Arthur Tansley entre 1935 y 1939 para analizar y describir las complejas interacciones entre factores bióticos y abióticos. A pesar de ello, se puede considerar que el concepto básico tiene sus raíces desde los pensadores clásicos, como en el caso de Teofrasto en el siglo IV a.C., quien consideró la importancia del clima en la distribución de las plantas.

Posteriormente, las interacciones entre componentes fueron poco considerados hasta que, en 1887 Stephen Forbes, un naturalista estadounidense, describió un lago como un sistema integrado con propiedades emergentes que podía ser estudiado a través del análisis de sus ciclos biogeoquímicos, metabolismo, cadenas tróficas y gradientes físico-químicos. En 1892, François Forel estudió los atributos físicos, químicos y biológicos del lago de Ginebra desde una perspectiva integrativa (Armenteras, *et al.*, 2016).

Como resultado, existen diferentes definiciones para cada una de las relaciones que observaban entre los organismos y el ambiente. Investigadores como Forbes, Mobius, Thienemann, Vernadsky y Stanchinski introdujeron conceptos tales como microcosmo, biocenosis o ecotopo, que probablemente inspiraron a Tansley en su definición de ecosistema (Armenteras, *et al.*, 2016).

Tansley enfatizó en la necesidad de estudiar a los ecosistemas de manera completa, debido a que ningún fenómeno natural puede comprenderse adecuadamente

si está aislado. El trabajo de Tansley fue seguido por avances importantes sobre el funcionamiento de los ecosistemas, y quizá fueron los trabajos posteriores realizados por ecólogos como Raymond Lindeman y Eugene Odum los que hicieron que se empezara a discutir sobre la importancia del término (Armenteras, *et al.*, 2016).

De hecho, Odum utilizó el concepto de ecosistema para desarrollar sus ideas sobre el paralelismo entre los flujos energéticos y los ciclos de nutrientes y las relaciones obligatorias, ocasionales o de interdependencia entre organismos. Odum incorporó otros planteamientos clave en el desarrollo del concepto de ecosistema, tales como el tamaño variable de los ecosistemas, su estado dinámico y la influencia del hombre (Armenteras, *et al.*, 2016).

Odum (1971, citado por Armenteras *et al.*, 2016) definió el *ecosistema* como “Cualquier unidad que incluya todos los organismos en un área dada interactuando con el ambiente físico, de forma que el flujo de energía lleva a definir estructuras tróficas, diversidad biótica y ciclos de materiales”. En un ecosistema, los componentes tienen un arreglo espacial y las interacciones apropiadas que conducen a la captura y almacenamiento de energía como biomasa, estructura trófica, ciclo de nutrientes y cambio en el tiempo o sucesión ecológica (Castañeda, 2008).

Para Sutton (2006), los organismos vivos no existen de forma aislada, sino que actúan entre sí y sobre los componentes químicos y físicos del ambiente inanimado. Un ecosistema es, entonces, la unidad básica de la naturaleza donde existe un intercambio de materia y energía entre

los diversos tipos de elementos que lo integran, no solo entre organismos vivos, sino también entre elementos orgánicos e inorgánicos (Suton, 2006).

Por otra parte, el término **biodiversidad** (que es una contracción de diversidad biológica) hace referencia a la amplia variedad de seres vivos sobre la Tierra y los patrones naturales que regulan su existencia (Convenio Internacional sobre la Diversidad Biológica, 1992). La biodiversidad comprende la variedad entre especies, entre ecosistemas y a nivel de las diferencias genéticas dentro de cada especie.

Según Castañeda (2008), a nivel ecológico, la biodiversidad se manifiesta en la riqueza de especies que se encuentran en un área o comunidad dada (diversidad alfa); en la heterogeneidad de un paisaje local a través de un gradiente ambiental local (diversidad beta) y en la heterogeneidad a nivel geográfico o regional (diversidad gama). Para este autor, la diversidad biológica de una región determinada se puede medir cuantificando su heterogeneidad biogeográfica, es decir, por la diversidad de ecosistemas presentes.

3.2 Clasificación de los ecosistemas

Los ecólogos han dedicado significativos esfuerzos para tratar de explicar la estructura u organización que presentan los sistemas ecológicos en términos de las reacciones de las especies ante los gradientes ambientales.

Los sistemas de clasificación se basan en la combinación de diferentes criterios, por ejemplo, de orden climático, edáfico, fisiográfico y florístico. Esta tarea ha convocado a científicos de diversas disciplinas como climatólogos, botánicos, zoólogos e incluso pedólogos. Se han realizado agrupaciones de unidades que permiten comprender la complejidad de la distribución de las especies y su relación con las diferencias climáticas existentes (Holdridge, 2000).

Castañeda (2008) menciona que existen diferentes enfoques para la clasificación de ecosistemas. Algunos se basan en aspectos físicos del ambiente, que a su vez determinan las características de la vegetación, tal como los componentes del clima o de las características físicas y químicas del suelo. Otros se basan en las particularidades de la vegetación, según la observación de sus componentes, y otros más combinan elementos del ambiente y la vegetación. Existen clasificaciones de enfoque climático, fisiográfico, edáfico, vegetativo, ecosistémico o sus combinaciones.

En Guatemala se han desarrollado diversos ejercicios orientados a inventariar, caracterizar y sistematizar los ecosistemas presentes en el territorio nacional. En el cuadro 1 se presenta una descripción de los sistemas de clasificación que han alcanzado un nivel significativo de trascendencia en el país. En los sistemas utilizados para la clasificación de ecosistemas destacan los que se sustentan en clasificaciones climáticas y los que se fundamentan en clasificaciones bioclimáticas o biogeográficas.

Los primeros intentos para clasificar los ecosistemas del país se realizaron con base en los sistemas climáticos (cuadro 1), dada la estrecha relación entre las plantas y las condiciones climáticas de una determinada unidad territorial. En efecto, las variaciones climáticas locales tienen el potencial de incidir en la composición de las comunidades bióticas que conforman los ecosistemas (Castañeda, 2008). En la década de los años 60 del siglo XX, los sistemas de clasificación climática utilizados en el país para delimitar los ecosistemas se basaron en los esquemas propuestos por Wladimir Köppen y Charles Thornthwaite. Sin embargo, las clasificaciones climáticas son muy generales y, por lo tanto, no contribuyen sustancialmente a comprender la diversidad de los ecosistemas.

Cuadro 1. Clasificaciones de ecosistemas utilizadas en Guatemala

Tipo de clasificación	Nombre	Año de publicación, autor principal	Escala de publicación	Descripción
Climática	Clasificación climática de Guatemala, basada en el método de Köpen	Década 1960, Instituto Geográfico Nacional (IGN)	1:500,000 (Reconocimiento)	La aplicación del método de Wladimir Köpen a las dinámicas climáticas guatemaltecas permitió identificar 15 zonas climáticas
	Clasificación climática de Guatemala, basada en el método de Thornthwaite	Década 1960, IGN	1:500,000 (Reconocimiento)	Mediante el sistema de clasificación climática de Charles Thornthwaite se identificaron 13 zonas climáticas
Bioclimática o biogeográfica	Mapa de zonas de vida de Guatemala	1976, René de la Cruz, Instituto Nacional Forestal (Inafor)	1:500,000 (Reconocimiento)	La metodología desarrollada por Leslie Holdridge contribuyó a la delimitación y descripción de 14 zonas de vida
	Biomias de Guatemala	1998, Luis Villar, Centro de Estudios Conservacionistas de la Universidad de San Carlos de Guatemala (Cecon/USAC)	Indeterminada	El método de clasificación biogeográfica desarrollado por Miklos Upvardy facilitó la identificación de siete biomias
	Ecorregiones terrestres de América Latina y el Caribe	1995, Eric Dinerstein y colaboradores, <i>World Wildlife Foundation</i> (WWF) y <i>World Bank</i>	Diversas escalas	Las investigaciones de Eric Dinerstein y colaboradores identificaron 14 ecorregiones terrestres
	Ecosistemas vegetales de Guatemala	2001, Instituto Nacional de Bosques (INAB) y Banco Mundial	1:250,000 (Reconocimiento)	Tomando como base el sistema de clasificación de ecosistemas de la Unesco, se identificaron 66 ecosistemas vegetales

Fuente: Elaboración propia, con base en Castañeda (2008).

A finales de la década de los 70, se empezaron a utilizar en Guatemala los sistemas de clasificación basados en las relaciones bioclimáticas o biogeográficas. Estas clasificaciones captan de manera más precisa las interacciones geomorfológicas, climáticas y ecológicas que determinan las distribuciones espaciales de los ecosistemas.

La primera propuesta de clasificación de ecosistemas utilizando información bioclimática en el país fue impulsada por Leslie Holdridge (cuadro 1), quien desarrolló un sistema de clasificación denominado sistema de clasificación basado en zonas de vida. Las **zonas de vida** se definen como las unidades climáticas naturales en las

cuales se agrupan diferentes asociaciones que corresponden a determinados ámbitos de temperatura, precipitación, humedad y biotemperatura. Según Castañeda (2008), la primera aplicación del sistema de zonas de vida en Guatemala se realizó en 1950. Posteriormente, De la Cruz (1976) utilizó la metodología y reportó 14 zonas de vida en el país².

Castañeda (2008) señala que en la década de los años ochenta del siglo pasado, el biólogo Luis Villar promovió una clasificación ecológica de los ambientes naturales en

2 Este estudio utiliza el sistema de clasificación de zonas de vida, por lo que la sección 4 profundizará su análisis y descripción.

Guatemala, basado en unidades biogeográficas terrestres denominadas biomas (cuadro 1). Producto de este esfuerzo se identificaron siete biomas para el país (Villar, 1998). Según Villar, un **bioma** consiste en la agrupación más o menos numerosa y extensa de ecosistemas terrestres que mantienen entre sí relaciones estructurales y funcionales claramente definidas. Esta propuesta facilita la aplicación del sistema de clasificación de provincias biogeográficas globales propuesto por Miklos Upvardy (1975) a las dinámicas ecológicas guatemaltecas.

El interés por determinar las áreas prioritarias para la conservación de biodiversidad a nivel latinoamericano impulsada por el Fondo Mundial de la Vida Silvestre (WWF por sus siglas en inglés), derivó en la identificación de 14 ecorregiones terrestres en Guatemala (cuadro 1).

Según Dinerstein y demás investigadores que participaron en este proceso de investigación (1995), una **ecorregión** se asume como el conjunto de comunidades naturales que pueden ser delimitadas ya que comparten condiciones ambientales, dinámicas ecológicas y composición de especies similares, cuyas interacciones son cruciales para su permanencia a largo plazo. A lo largo de este proceso

se identificaron 14 ecorregiones terrestres en Guatemala (Dinerstein, *et al.*, 1995).

Entre 1999 y 2001, el Instituto Nacional de Bosques desarrolló el mapa de ecosistemas vegetales de Guatemala, el cual aporta insumos valiosos para el conocimiento de la diversidad biológica presente en el territorio nacional.

Este mapa se generó a nivel de reconocimiento (escala 1:250,000) con base en un sistema de clasificación de ecosistemas adaptado a las dinámicas ecológicas nacionales que se sustenta en la “clasificación fisionómica-ecológica de las formaciones vegetales de la Tierra” conocida como “Clasificación Unesco”. Esta clasificación está basada en la interacción de parámetros como los pisos altitudinales y la estacionalidad vegetativa.

Este ejercicio se elaboró a partir del análisis de imágenes de satélite, y como producto se identificaron 34 ecosistemas de bosques, siete de arbustos, cuatro de herbazales, quince de sistemas agrícolas, tres clases de cuerpos de agua y cuatro clases de otros usos de la tierra (INAB, 2001).

Capítulo 4

La clasificación de ecosistemas basada en zonas de vida

4.1 Definición de zona de vida

Holdridge (2000) propuso un sistema de clasificación de ecosistemas basado en zonas de vida, definidas estas como unidades territoriales naturales en las cuales están interrelacionadas la vegetación, la actividad animal, el clima, la fisiografía, la formación geológica y el suelo, en una combinación reconocida y única, que tiene aspecto o fisionomía típica.

De la Cruz (1976) agrega que las comunidades de plantas ocupan esas distintas asociaciones conformando una fisionomía claramente diferenciada. Con fines de delimitación cartográfica, las zonas de vida se definen con el auxilio de un diagrama que señala campos acotados por tres factores climáticos principales, que son: temperatura, precipitación y humedad.

Según Crivelli y Dzendoletas (2002), Holdridge propone un plano cartesiano de dos dimensiones (biotemperatura y precipitación), que le otorga a su sistema de clasificación una gran simplicidad, lo cual facilita su uso y aplicación. El mismo Holdridge reconoce, sin embargo, que las zonas de vida constituyen solamente la primera categoría de las divisiones ambientales (Crivelli & Dzendoletas, 2002).

Tanto Jiménez (2009) como Crivelli y Dzendoletas (2002), indican que las zonas de vida son de gran utilidad para desarrollar estudios y comparaciones de nivel general, y que se necesitan subdivisiones para profundizar en análisis más específicos, y poder incorporar en el sistema de clasificación otros factores ambientales, considerados de segundo orden, como las categorías climáticas, edáficas, atmosféricas e hídricas (suelos, drenaje, topografía, vientos fuertes, nieblas y los distintos patrones de la

distribución de la precipitación) (Jiménez, 2009) (Crivelli & Dzendoletas, 2002).

Iarna-URL (2011) indica que algunas de las ventajas que otorga el uso del sistema de clasificación de zonas de vida son: i) proviene de datos cuantitativos y georreferenciados; ii) está basado en los principios de clasificación climática y de vegetación; iii) refleja el efecto de los factores que controlan la dinámica de los ecosistemas, donde el principal factor controlador es el clima, luego el suelo, la geomorfología y los factores bióticos; iv) permite ser aplicado a diferentes escalas y niveles de complejidad; v) puede emplearse para anticipar los efectos del cambio climático sobre los ecosistemas; vi) acepta la incorporación de nuevos datos para mejorar resultados, y vii) ha sido ampliamente utilizado y validado en diversas regiones del mundo y a diversas escalas.

4.2 Fundamentos de la distribución de ecosistemas según Holdridge

Hansen (1920), citado por Good (1964) estableció una relación directa entre el clima y la distribución de los tipos de vegetación en torno a determinados rangos latitudinales. Así, Hansen (1920) sugirió que los paisajes naturales cambiarían en la medida que exista una disminución de la temperatura promedio anual, en gradientes que van desde el ecuador hacia ambos polos del globo terráqueo. Además, Hansen (1920) mencionaba que existirían cambios en los tipos de vegetación según el ritmo de disminución de la temperatura desde el nivel del mar hacia altitudes mayores (Good, 1964).

A partir de estos análisis, y de sus propias observaciones, Holdridge revisó la dinámica de la interacción y modificó

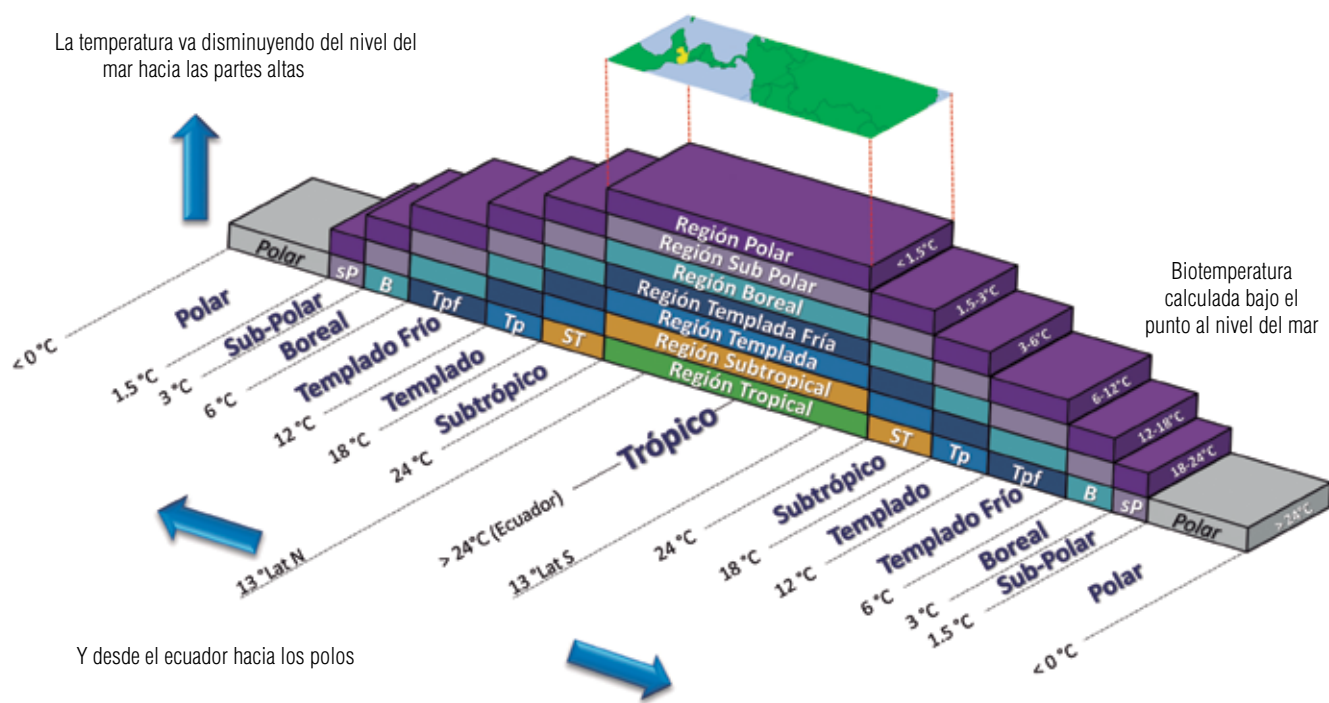
los criterios de Hansen (1920), indicando que ni la latitud ni la altitud son los elementos que determinan la correlación entre el clima y los tipos de vegetación. El factor esencial, señala Holdridge, lo constituye la temperatura del entorno natural y propuso un término clave en su sistema de clasificación: la biotemperatura.

Holdridge (2000) definió **biotemperatura** como “una medida de calor, pero se trata sólo de aquella porción que es efectiva para el crecimiento de las plantas (...); es un promedio de las temperaturas entre 0 °C y 30 °C,

durante el periodo total de análisis, que en el diagrama de las zonas de vida es de un año”.

A partir de esta proposición, Holdridge modificó los parámetros y límites de la interacción entre el clima y la vegetación propuestos por Hansen (1920). En la figura 2 se presenta la correlación entre las regiones latitudinales y los pisos altitudinales con base en las dinámicas de la biotemperatura. Holdridge (2000) advirtió precaución en el uso de tales valores, ya que son “extensiones teóricas aproximadas” susceptibles de mejora.

Figura 2. Interacción entre el clima y los tipos de vegetación según Holdridge



Fuente: Elaboración propia, con base en Holdridge (2000).

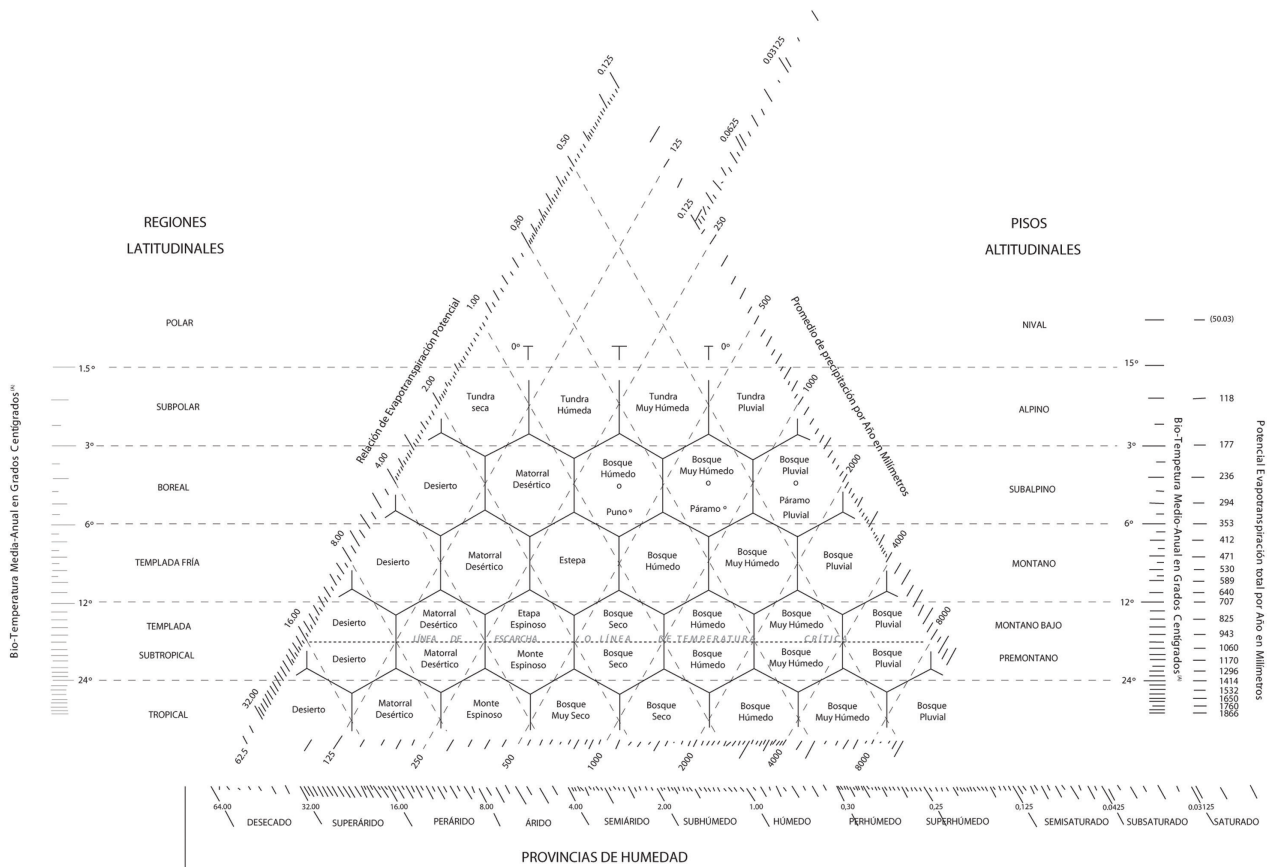
4.3 El sistema de clasificación de zonas de vida de Holdridge

Con base en los resultados del análisis altitudinal y latitudinal que buscaban describir las relaciones entre los tipos de vegetación de las montañas y de las zonas bajas, Holdridge diseñó el diagrama para la clasificación de zonas de vida que se muestra en la figura 3. Holdridge utilizó básicamente los valores anuales de la precipitación pluvial y la temperatura (calor). Este diagrama es una representación gráfica de las zonas de vida más comunes en el planeta y se puede aplicar igualmente para ambos hemisferios, al dividirlos en regiones latitudinales y fajas altitudinales (Holdridge, 2000).

En el lado izquierdo de la figura 3 se muestran las regiones latitudinales de las zonas de vida basales, es decir, al nivel del mar, que verticalmente van desde el ecuador geográfico hasta alguno de los polos. Si se analiza el lado derecho de la figura, el diagrama muestra los pisos altitudinales que determinan los segmentos de las zonas de vida altitudinales, superpuestas sobre las zonas de vida basales, en cada región latitudinal. En ambos casos, la variable que los caracteriza es la biotemperatura (Holdridge, 2000).

En la parte baja del diagrama se ubican los valores de la precipitación pluvial promedio anual, los cuales aumentan de izquierda a derecha. Las líneas guía de la

Figura 3. Diagrama para la clasificación de zonas de vida *sensu* Holdridge



Fuente: Holdridge (2000).

precipitación cruzan el diagrama desde la parte inferior izquierda, hasta la superior derecha formando un ángulo de 60° con las líneas guía horizontales que representan la biotemperatura. Al igual que con la temperatura, las líneas guía de precipitación no coinciden con los límites de las zonas de vida, sino que determinan, con otras líneas guía, los puntos medios de cuatro de los lados de los hexágonos. Los valores de las líneas guía de precipitación también aumentan de manera logarítmica (Holdridge, 2000).

La tercera condición ambiental que se incorpora al diagrama es la humedad, que “está determinada por la relación entre la temperatura y la precipitación, independientemente de otras fuentes de humedad” (Holdridge, 2000). La variable que se utiliza para armonizar la interacción entre las tres condiciones ambientales es la relación de evapotranspiración potencial, que se define como “la cantidad teórica de agua que podría ser cedida a la atmósfera por la cobertura natural del área, en un clima zonal y en un suelo zonal, si existiera agua suficiente, pero no excesiva, durante toda la estación de crecimiento” (Holdridge 2000).

La evapotranspiración potencial promedio anual de cualquier lugar se determina al multiplicar el valor promedio anual de la biotemperatura por el factor 58.93. El producto de esta multiplicación se divide entre el valor de la precipitación promedio anual para obtener la relación de evapotranspiración potencial, la cual Holdridge considera que es “una media apropiada de la humedad (...) que pueda utilizarse para una comparación relativa de sitios distintos” (Holdridge, 2000).

En la figura 3 se observa que los valores de la relación de evapotranspiración potencial incrementan de derecha a izquierda, si bien, este aumento de la relación está

asociado a una disminución de la humedad efectiva. Las líneas que proyectan la relación de evapotranspiración potencial, al cruzarse con las de precipitación y temperatura, determinan los puntos medios de los lados de los hexágonos de la zona de vida. De esta manera, las intersecciones definen con exactitud los planos de los poliedros, tanto en latitud como en altitud (Holdridge, 2000).

Las bandas regionales, demarcadas por pares de líneas guía de evapotranspiración potencial, son las provincias de humedad, y sus nombres aparecen en la parte inferior del diagrama (Holdridge, 2000).

Un elemento que resulta muy conveniente del diagrama mostrado en la figura 3, es la utilización de la dimensión “regiones latitudinales” que se encuentra ubicada en el lado izquierdo del diagrama. Para su utilización se debe calcular la biotemperatura bajo el punto al nivel del mar de un sitio de interés, lo cual se logra bajo el criterio de que la temperatura disminuye 6°C por cada 1,000 m de incremento en altitud (Holdridge, 2000).

Finalmente, se resume la importancia de la clasificación de zonas de vida con lo expuesto por Lugo *et al.* (1999), quienes señalan que:

[...] el método de zonas de vida tiene muchos puntos fuertes en la cartografía de los ecosistemas, ya que se basa en factores climáticos que son determinantes de los procesos ecosistémicos y reconoce respuestas ecofisiológicas de las plantas, además es jerárquica y permite el uso de otros criterios de asignación, tal como la asociación y el análisis de los niveles de sucesión, asimismo puede ser empleado a diversas escalas sin perder la continuidad funcional entre los niveles de complejidad ecológica; es un sistema relativamente simple basado en datos empíricos, y que utiliza la correlación objetiva de criterios.

Capítulo 5

Guatemala: un país tropical

5.1 El problema: determinación de la región subtropical

En el informe de De la Cruz (1976), se indica que “la superficie total de Guatemala corresponde ecológicamente a la región latitudinal *subtropical* con pequeñas inclusiones que serían de la región tropical” (énfasis nuestro). Sin embargo, en la memoria técnica del informe sobre zonas de vida elaborada por De la Cruz (1976), donde se tuvo una activa participación de Leslie Holdridge, no se hace ninguna referencia a las consideraciones utilizadas para

sustentar la subtropicalidad que se le confiere al territorio nacional (De la Cruz, 1976).

Para la determinación de las regiones latitudinales, Holdridge propuso el esquema mostrado en el cuadro 2, donde define a la zona subtropical como aquella donde la biotemperatura promedio anual a nivel del mar se encuentra entre los 18 y 24°C. En este caso, Holdridge proponía que la región subtropical puede también coincidir aproximadamente con la latitud 13° 00' y 27° 30" (al norte o al sur).

Cuadro 2. Límites teóricos aproximados a las regiones bioclimáticas propuestas por Leslie Holdridge

Región	Ámbito de biotemperatura	Ámbito en latitud	Ámbito en rangos latitudinales
Polar	0° a 1.5°	67 °22.5' a 90° 00'	22° 37.5'
Subpolar	1.5° a 3.0°	63° 45' a 67 °22.5'	3° 37.5'
Boreal	3.0° a 6.0°	56° 30' a 63° 45'	7° 15'
Templada fría	6.0° a 12.0°	42° 00' a 56° 30'	14° 30'
Templada	12.0° a 17.0° ±	27° 30' a 42° 00'	14° 30'
Subtropical	17.0° ± a 24.0°	13° 00' a 27° 30'	14° 30'
Tropical	+ de 24.0°	0° 00' a 13° 00'	13° 00'

Fuente: Holdridge (2000).

Con la información climática disponible en la época, y puesto que Guatemala se encuentra entre los paralelos 13° 44' y 18° 30' de latitud norte, Holdridge y De la Cruz ubicaron a Guatemala en la región subtropical. Este criterio se impuso en la clasificación de doce zonas de vida reportadas en el mapa final publicado por De la Cruz (1982).

Sin embargo, se considera que no existe un adecuado soporte a la propuesta de Holdridge para definir los límites latitudinales regionales presentados en el cuadro 2. De hecho, el mismo Holdridge destaca que esos valores

[son] un intento de cuantificación de los ámbitos regionales en grados de latitud, en donde se muestra

el patrón teórico de tales ámbitos. Debe indicarse que este es solo un cuadro de valores estimados, que se presenta con el propósito de estimular futuros intentos y estudios sobre la distribución de las regiones latitudinales (Holdridge 2000).

Al elaborar el presente estudio, sin embargo, los autores vieron la necesidad de clarificar el carácter tropical o subtropical de Guatemala. Esto era fundamental para una correcta utilización de la metodología de zonas de vida, pero también para poder contar con una clasificación adecuada de los ecosistemas del país. En esta sección se exponen los argumentos por los cuales los autores consideraron que, al utilizar la metodología de zonas de vida *sensu* Holdridge, Guatemala debe catalogarse como región tropical.

Los principales argumentos que se exponen son los siguientes: i) La biotemperatura promedio anual de las regiones basales de Guatemala coincide plenamente con la metodología propuesta por Holdridge para catalogar al país como tropical; esto implica, al mismo tiempo, que el límite latitudinal de 13° es un parámetro de referencia, pero no concluyente; ii) Las diversas definiciones y clasificaciones climáticas actuales incluyen a Guatemala como parte de la franja tropical; y iii) La literatura científica ubica a la zona subtropical entre los paralelos 23° y 30° (norte o sur), muy al norte del país.

5.2 La biotemperatura de regiones basales en Guatemala

Se realizaron análisis de biotemperaturas de referencia para las zonas basales ubicadas a la orilla del mar, en localidades de los departamentos de San Marcos, Retalhuleu, Escuintla, Santa Rosa e Izabal, utilizando para ello los registros meteorológicos del *Worldclim*.

Los datos mostraron que las biotemperaturas anuales³ de las zonas basales en Guatemala son, en promedio, mayores a 24 °C (cuadro 3). Por tanto, puede indicarse

3 Las que se generan a partir de eliminar las temperaturas horarias mayores a 30°C y de dividir las restantes, dentro del número de horas totales anuales medidas.

que, utilizando la misma metodología de Holdridge, las regiones basales de Guatemala se encuentran en una región latitudinal tropical.

Cuadro 3. Biotemperaturas promedio anuales de tres regiones basales de Guatemala, en dos períodos de clima extremo

Localidad	Biotemperatura promedio anual (°C)
Ocós, San Marcos	28
Puerto Champerico, Retalhuleu	27.3
Tecojate, Escuintla	27.2
Puerto de San José, Escuintla	27.4
Monte Rico, Santa Rosa	26.9
Puerto Barrios, Izabal	27.3
Livingston, Izabal	26.3

Fuente: Elaboración propia con base en *Worldclim* (2005).

Es importante mencionar que Holdridge manifestó interés reiteradamente por la diversidad de climas y ecosistemas de Guatemala, así como por la identificación de la región latitudinal que este país ocupa. En una aproximación temprana a Guatemala y Centroamérica en 1950 señalaba: “Puede decirse que [en Guatemala] solo las regiones de muy poca elevación son realmente tropicales. Las diferencias en elevación con sus correspondientes cambios de temperatura hacen que Guatemala tenga una serie de climas que corresponden a las zonas latitudinales de otros países” (Holdridge, Lamb & Mason, 1950).

Según Aguilar (1974), Holdridge propuso la necesidad de elaborar un índice de complejidad (IC) para validar que los bosques de Guatemala, especialmente los de Petén, tuvieran un carácter subtropical. Sin embargo, no se han encontrado evidencias en torno a la aplicación de este tipo de IC en los ecosistemas guatemaltecos. Los índices de complejidad, según Holdridge (2000), se obtienen al multiplicar el número de especies por el número de

árboles, el área basal (en m^2) y la altura (m) del dosel en parcelas de $1000 m^2$ y se divide por 1000.

Sin embargo, la elaboración de los índices de complejidad propuestos por Holdridge presenta algunos inconvenientes para su obtención ya que: i) Se basa en la interacción de características de estructura (distribución de biomasa) y de composición (riqueza de especies), lo cual el mismo Holdridge consideraba inadecuado, ya que el método basado en zonas de vida está diseñado para tener capacidad predictiva únicamente de los componentes estructurales; ii) La construcción del IC, según Holdridge (2000), requiere la definición de una asociación vegetativa o edáfica zonal, ya que es ampliamente reconocido que la composición y estructura de un ecosistema es altamente dependiente de las características locales del suelo, las cuales son muy variables, debido a su ubicación fisiográfica, origen geológico, entre otros. Lo anterior adiciona una potencial contradicción conceptual, ya que las zonas de vida están conformadas por múltiples asociaciones vegetativas que pudieran ser zonales; y iii) No se cuenta con información suficiente para sistematizar y cartografiar las unidades ecológicas.

5.3 La definición de trópico

Al **trópico** se le define como la región de la Tierra que rodea el Ecuador. La zonificación estática del globo terráqueo señala que esta zona está limitada, en términos de latitud, por el trópico de Cáncer en el hemisferio norte, a $23^{\circ}26'16''$ N y el Trópico de Capricornio en el hemisferio sur, a $23^{\circ}26'16''$ S. Estas latitudes se han definido en función de la inclinación axial de la Tierra, por lo que también se menciona que el trópico es la región de la Tierra donde, por lo menos una vez al año, el Sol se ubica en el cenit.

Sánchez y Garduño (2008) indican que en el siglo XIX el geógrafo alemán Alexander Supan presentó una propuesta de zonificación climática basada en temperaturas reales en lugar de temperaturas teóricas, con lo cual

estableció tres categorías: un cinturón cálido asociado a la zona de migración del ecuador térmico, dos cinturones templados y dos cinturones fríos que llegan hasta los polos (boreal y austral). De esta propuesta surgieron algunos enfoques que fueron incorporando la injerencia de otros controles climáticos, además del Sol. Con algunas variaciones, los climas han sido denominados: polares, templados, tropicales, continentales, marinos, montañosos, entre otros.

A pesar de la propuesta de Supan, las clasificaciones climáticas continuaron estructurándose con base en el predominio de límites estáticos y simétricos con respecto al ecuador geográfico. Para 1920, Hansen (citado por Good, 1964) delimitaba las regiones climáticas con base en los criterios siguientes, para ambos lados del ecuador: zona ecuatorial (de 0° hasta 15° de latitud), zona tropical (de 15° hasta 23.5° de latitud), zona subtropical (de 23.5° hasta 34° de latitud), zona templada cálida (de 34° hasta 45° de latitud), zona templada fría (de 45° hasta 58° de latitud), zona subártica (de 58° hasta 66° de latitud), zona ártica (de 66° hasta 72° de latitud) y zona polar (de 72° hasta 90° de latitud).

En la clasificación climática de Köppen para climas tropicales, un mes de la temporada de lluvias se define como uno en donde la precipitación media es de 60 milímetros o más. Algunas regiones, tal como las selvas tropicales, técnicamente no tienen estación seca, ya que sus precipitaciones se distribuyen por igual a través del año. De hecho, la estación lluviosa coincide con la influencia de la zona de convergencia intertropical, la cual es un cinturón más o menos continuo, conformado por nubes que provocan lluvias, dinamizado por la convergencia de los vientos alisios y las altas presiones barométricas.

Para Lamprecht (1990), de acuerdo con criterios ecológicos y geobotánicos, es más apropiado definir a los trópicos según sus condiciones climáticas específicas y su vegetación característica. En muchos casos, estos han sido clasificados de acuerdo a su temperatura, haciendo

coincidir la zona tropical con las isoterma anuales de 20° C, las cuales se encuentran aproximadamente a una latitud de 30° N y 26° S, de lo cual se deriva que el 47% de la superficie terrestre es tropical. Si se toma como base el criterio de Köppen –que establece que son las isoterma de 18° C del mes más frío las que delimitan los trópicos–, entonces estos abarcan un 30% de la superficie terrestre.

Los trópicos se definen también en función de la periodicidad climática. En términos generales, se puede diferenciar entre periodicidad térmica, fotoperiodicidad y periodicidad hídrica. Por ello, Lamprecht (1990) indica que, en el clima tropical, las oscilaciones de temperatura durante el día son mayores que las anuales. Los trópicos poseen un clima con variaciones térmicas diarias acentuadas, en contraste con los climas de todas las zonas extratropicales, en las que las variaciones térmicas anuales son mayores. Así, los límites tropicales están determinados por la línea de equilibrio entre la amplitud térmica diaria y la anual.

En cuanto a la fotoperiodicidad, Lamprecht (1990) menciona que la duración del día y la noche presentan variaciones relativamente pequeñas. A la altura del ecuador, el día y la noche duran respectivamente doce horas durante todo el año. En las latitudes de los trópicos de Cáncer y de Capricornio, la duración del día más largo es de 13.5 horas y la del más corto de 10.5 horas. Y en cuanto a la periodicidad hídrica, Lamprecht (1990) resalta que este factor no presenta diferencias específicamente tropicales.

Por ello, Lamprecht (1990), define a las zonas tropicales como las regiones que se caracterizan por poseer un régimen calórico con variaciones de temperaturas relativamente grandes, contrastantes con leves diferencias anuales y en las que la duración del día presenta relativamente pequeños cambios durante el año.

De acuerdo con la Sociedad Americana de Meteorología (AMS por sus siglas en inglés), el trópico es una zona

climática que típicamente presenta altas temperaturas durante todo el año y con una considerable precipitación, al menos durante una parte del año. Muchas áreas tropicales tienen dos estaciones, la seca y la húmeda. La temporada de lluvias o temporada verde, es la época del año que abarca uno o más meses (*American Meteorological Society*, 2000).

Definiciones recientes de la región tropical están sugiriendo vincular el concepto con las dinámicas migratorias de la zona de convergencia intertropical, estrechamente relacionada con la zona de migración del denominado ecuador térmico. Sánchez y Garduño (2008), siguiendo los criterios de Alexander Supan, proponen que esto alejaría el concepto de un inadecuado acotamiento de la región tropical a límites estáticos (Sánchez & Garduño, 2008).

Utilizando este último criterio, puede indicarse que las condiciones ambientales en el territorio nacional se encuentran sujetas a la influencia directa de los procesos migratorios de la zona de convergencia intertropical. Esto incluye al departamento de Petén, lo cual abonaría a contrarrestar las dudas que Holdridge tenía sobre la posibilidad de la subtropicalización de dicho departamento.

Utilizando las propuestas de clasificación de clima mundial propuestas por Wladimir Peter Köppen, MAGA (2005) refiere que el territorio nacional es eminentemente tropical (literal A), con régimen de humedad ecuatorial, monzónico y de sabana. Esta misma fuente refiere que, utilizando el sistema de clasificación climática de Thornthwaite, Guatemala es un país donde predomina el clima de carácter húmedo con temperaturas tropicales, asociado a vegetación típica de selva y/o bosque.

El anexo A compara datos climatológicos de Guatemala y diferentes países tropicales del planeta, y muestra que los datos son semejantes a cualquier otro país tropical. Utilizando las diversas definiciones convencionales de

trópico, puede mencionarse entonces, que Guatemala se encuentra en la región tropical.

5.4 El subtrópico en la literatura científica

La definición de **subtrópico** es menos homogénea que la de trópico (Corlett, 2013), pero existe predominancia en la literatura científica de conceptualizar al subtrópico como cinturones indefinidos en cada hemisferio ubicado a partir de los trópicos de Cáncer y Capricornio (23.5°) y las regiones templadas hasta la latitud 30° a 35° (*American Meteorological Society*, 2000).

Esta región se caracteriza porque generalmente presenta vientos débiles y variables que se originan en los centros subtropicales de alta presión barométrica, a través de los océanos, de tal manera que se constituyen dos bandas hemisféricas de bajas presiones atmosféricas denominada “dorsales subtropicales”. Las dos bandas de alta presión atmosférica se ubican, en la media, cerca de las latitudes 30° N y 30° S. Por lo tanto, el subtrópico es la zona geográfica y climática que se ubica entre el Trópico de Cáncer y el Trópico de Capricornio y el paralelo 30° a 35° en ambos hemisferios (Corlett, 2013; Domroes, 2003; Teixeira, 2011).

Las zonas subtropicales presentan climas con escasa precipitación y temperaturas cálidas. Una gran parte de los desiertos del mundo se encuentra dentro de las zonas subtropicales, debido al desarrollo de la dorsal subtropical (*American Meteorological Society*, 2000). Asimismo, se pueden observar zonas limítrofes en los océanos cálidos que tienden localmente a la formación de fuertes lluvias y ciclones tropicales (tal como las lluvias monzónicas), que pueden contribuir en un porcentaje significativo de las precipitaciones anuales (Corlett, 2013).

Corlett (2013) revisó el uso del concepto de *subtropical* en la literatura científica reciente, y encontró que en el 76% de los informes analizados la región subtropical

se ubica entre los 23.4° y 30° de latitud, tanto al norte como al sur del ecuador. La excepción más significativa la encontró en estudios que utilizan el sistema de zonas de vida de Holdridge, los cuales clasifican a las zonas de vida subtropicales en regiones por debajo de los 23.4°. Corlett (2013) indica que clasificar zonas netamente tropicales al utilizar la metodología de zonas de vida, es probablemente “una consecuencia de haber dividido en partes iguales la escala logarítmica de la biotemperatura media anual, en lugar de analizar las dinámicas ecológicas que suceden en el umbral de los 24 °C de biotemperatura.”

Más aún, en la revisión de literatura realizada por Corlett (2013), el uso del término subtropical al utilizar las zonas de vida *sensu* Holdridge, se concentró en sitios entre los 18° y los 22° de latitud (norte o sur). Es importante indicar, por tanto, que no se encuentran casos en la literatura científica que ubiquen regiones subtropicales en latitudes inferiores a los 18° (norte o sur), utilizando incluso la clasificación de zonas de vida.

5.5 Guatemala se ubica en una región tropical

En conclusión, desde el punto de vista geográfico, las zonas tropicales están claramente definidas por la alta radiación solar, en una franja que parte del ecuador y hasta los 23.4° latitud Norte y Sur. Más aún, la literatura científica ubica a la región subtropical en la franja que parte de los trópicos a partir de los 23.4° de latitud, tanto norte como sur, y hasta los paralelos 30° a 35° (Corlett, 2013).

Puede indicarse entonces, que Guatemala es un país tropical, ya que en términos latitudinales se encuentra ubicado entre los 13.5° y los 17.5° de latitud norte, formando parte de la franja que la literatura internacional cataloga como tropical. También, al medir la biotemperatura de las regiones basales del país, se constató que esta es superior a los 24° C, lo que también fortalece el

argumento de utilizar el término tropical para referirse a las zonas de vida de Guatemala.

Desde el punto de vista ecológico, la mayoría de las clasificaciones regionales y globales describen a los ecosistemas tropicales, por lo que considerar a Guatemala como un país ubicado en la región tropical puede ofrecer la ventaja de contrastar los ecosistemas nacionales con la mayoría de las clasificaciones conocidas a nivel global.

Capítulo 6

Marco metodológico

A continuación, se describe el proceso metodológico que permitió la clasificación de las zonas de vida de Guatemala, que se presenta en este documento.

6.1 Obtención de información climática básica

6.1.1 Temperatura y precipitación pluvial

Las variables de temperatura y precipitación se basan en datos de *WorldClim* (2005) para el período 1950 a 2000. Esta es una base de datos mundial en formato geográfico desarrollada por investigadores de la Universidad de Berkeley, California y del Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT) de Cali, Colombia.

Hijmans *et al.* (2005) mencionan que las bases de datos de temperatura y precipitación disponible en *WorldClim* tienen las siguientes características:

- a) Su compilación es histórica, ya que cubre el periodo de 1950 a 2000;
- b) Proviene de estaciones meteorológicas situadas alrededor del mundo (por tanto, incorpora los datos de Guatemala generados por el Instituto Nacional de Sismología, Vulcanología, Meteorología e Hidrología –Insivumeh–);
- c) Han sido procesadas mediante un modelo de interpolación que toma en cuenta la altitud, la cual es proporcionada por un modelo de elevación digital elaborado por la Agencia de Administración Nacional de Aeronáutica y del Espacio de los Estados Unidos (NASA, por sus siglas en inglés); y

- d) Tienen una resolución espacial aproximada de 1 km² por píxel.

La base de datos se obtuvo a partir de recuperar 24 capas geográficas con información de temperatura media y precipitación pluvial para cada uno de los meses del año. Estas capas geográficas tienen una resolución espacial de aproximadamente 1 km² por píxel (30 arcos de segundo/píxel), las cuales fueron procesadas para que se ajustaran cartográficamente a la extensión territorial de la República de Guatemala. A partir de esta información, se obtuvieron los registros de temperatura y precipitación pluvial promedio anual para Guatemala.

6.1.2 Cálculo de la biotemperatura

Holdridge propuso dos fórmulas para el cálculo de la biotemperatura, a saber: i) obtener los promedios de temperatura horaria, eliminando los valores inferiores a 0°C y mayores a 30°C; o ii) ajustar la temperatura restándole un factor de compensación por latitud a las temperaturas medias mensuales mayores de 24°C. Esta segunda fórmula, como indicó Holdridge, es una “...fórmula empírica, que parece trabajar bien en la región subtropical” (Holdridge, 2000).

Inicialmente se descartó la primera fórmula por carecer de información de temperaturas horarias. Sin embargo, al utilizar la fórmula de la compensación por latitud a partir de los 24°C, los resultados obtenidos fueron significativamente inconsistentes, ya que como era de esperarse, valores de temperaturas superiores a 24° (25, 26, 27 y hasta 28) que pueden hallarse al nivel del mar, eran transformados a valores menores de 24.

Estos resultados permitieron comprobar que esta vía metodológica es pertinente para zonas propias de regiones subtropicales ubicadas al nivel del mar pero, al mismo tiempo, reforzaron también el criterio que ubica a Guatemala en la región tropical, tal como se discutió en el capítulo anterior.

Sobre esta base, y con el soporte de los hallazgos de Lugo y su equipo de colaboradores (1999), quienes utilizaron la primera fórmula propuesta por Holdridge (1967) para estimar la biotemperatura, se optó por utilizar la siguiente ecuación:

$$T^{\circ}\text{bio} = \frac{\sum_{i=1}^n Tm_i}{n}$$

Donde Tm_i adquiere los valores siguientes:

$$\text{Si } 0 < Tm_i < 30, \text{ entonces } Tm_i = Tm_i$$

$$\text{Si } Tm_i < 0, \text{ entonces } Tm_i = 0$$

$$\text{Si } Tm_i > 30, \text{ entonces } Tm_i = 30$$

Donde:

$T^{\circ}\text{bio}$ = biotemperatura media anual

Tm_i = temperatura media mensual en el mes i

i = los meses de enero a diciembre, con $n = 12$

Considerando que en Guatemala no se registran temperaturas promedio menores a 0°C ni superiores a 30°C , se asumió que la biotemperatura es igual a la temperatura media anual.

6.1.3 Determinación de la región latitudinal

Tal como lo estipula el sistema de clasificación diseñado por Holdridge, para establecer la categoría de ubicación latitudinal de una región determinada es preciso contar con el dato de las biotemperaturas estimadas al nivel del mar, tanto en el litoral Atlántico como en el Pacífico. Asimismo, se requiere calcular la temperatura equivalente a nivel del mar para todos aquellos puntos que se ubiquen

por encima del nivel del mar. Para ello, se utilizó el criterio de Holdridge (2000), que consiste en restar 6°C de temperatura por cada 1,000 m de elevación sobre el nivel de mar, a cada uno de estos puntos.

Con estos datos se procedió a establecer la región latitudinal a la que corresponde cada uno de los puntos analizados. Esta información se obtuvo utilizando el lado izquierdo del diagrama de clasificación de Holdridge (figura 3).

La totalidad de las estimaciones de biotemperatura media en el país, incluyendo los puntos más elevados del territorio nacional, fueron superiores a los 24°C cuando se les proyectó con la biotemperatura equivalente al nivel de mar. Por ejemplo, la meseta de Los Cuchumatanes, que se encuentra a 3,000 m.s.n.m. registra una biotemperatura de 8°C ; sin embargo al proyectar esta biotemperatura con respecto a su equivalente a nivel del mar, se obtuvo una biotemperatura de 26°C . Este resultado contribuye, nuevamente, a argumentar que Guatemala forma parte de la región latitudinal denominada tropical.

6.2 Determinación preliminar de las zonas de vida

6.2.1 Codificación del modelo inicial

Una primera parte del proceso de modelación y clasificación consistió en codificar las 37 unidades ecológicas que resultan de la utilización del diagrama de la figura 3. Esto requirió, al mismo tiempo, la codificación de los valores de biotemperatura, precipitación y relación de evapotranspiración potencial⁴ que se encuentran dentro de cada hexágono del diagrama.

⁴ La relación de evapotranspiración potencial se obtiene al dividir la evapotranspiración potencial y la precipitación total anual; sus valores definen las provincias de humedad dentro del diagrama de clasificación de las zonas de vida (ver figura 3).

Para ello, utilizando las herramientas informáticas del ArcGis®, se elaboraron cuatro capas digitales con una resolución espacial de 1 mm por cada píxel. Las primeras tres capas configuradas a partir de los valores interpolados de las escalas logarítmicas fueron: i) biotemperatura o pisos altitudinales; ii) precipitación pluvial; y iii) relación de evapotranspiración potencial y precipitación o provincias de humedad. La cuarta capa correspondió a la delimitación de cada uno de los hexágonos y la asignación de sus respectivos nombres.

Con el módulo *Modelbuilder*® de ArcGis® (ESRI, 2004) se combinaron las cuatro capas mencionadas, obteniendo una nueva con los valores de las combinaciones posibles de biotemperatura, precipitación y relación de evapotranspiración potencial, para cada zona de vida. A cada combinación se le asignó un código único, asociado cada uno a una sola zona de vida.

Con ello, se obtuvieron zonas puras, evitando zonas de transición. Las zonas de transición están previstas en el diagrama de clasificación de Holdridge y aparecen con “líneas punteadas”. En términos de clasificación, un mismo lugar podría ubicarse potencialmente en dos o tres ecosistemas diferentes, un aspecto que no fue explicado por Holdridge (2000), ni por sus colaboradores. Bajo esta circunstancia, en este paso se optó por codificar únicamente las que fueron denominadas “unidades puras”. Con esta información se generó una tabla denominada “nombres zonas de vida”.

6.2.2 Modelo de codificación de las variables climáticas de Guatemala

Después se procesó y acotó a la superficie del territorio nacional las veinticuatro capas geográficas de temperatura y precipitación pluvial recuperadas de *WorldClim*, que pasaron a formar parte de un modelo intermedio creado para obtener los datos de biotemperatura me-

dia anual y de precipitación total anual, a partir de los cuales se pudo estimar la relación de evapotranspiración potencial.

Con esta información, se generó una capa digital que integró los valores de biotemperatura, precipitación y relación evapotranspiración-precipitación; fundamentales para operar el diagrama de clasificación de Holdridge. Estos datos fueron contrastados a nivel de cada píxel, para obtener un código único, a partir de los parámetros descritos en el acápite relacionado con la codificación del modelo inicial. Esto dio como resultado una segunda tabla denominada “variables climáticas”.

Posteriormente, se procedió con lo siguiente: i) Asignación de nombres de los ecosistemas para cada píxel. La parte final de este ejercicio intermedio consistió en asignar el nombre de la zona de vida correspondiente a cada píxel, en función del código obtenido mediante la vinculación de las dos tablas generadas en el proceso de codificación descrito en los acápites anteriores; ii) Simplificación del modelo. En las primeras aplicaciones del modelo, algunos pixeles no pudieron ser etiquetados con su correspondiente nombre de zona de vida, lo cual se justifica por la generación de códigos duplicados para las variables de biotemperatura y relación de evapotranspiración-precipitación, limitando con ello, la asignación adecuada del nombre a cada píxel.

Debido a que la relación de evapotranspiración-precipitación se obtiene mediante las variables de biotemperatura y precipitación pluvial; se tomó la decisión de utilizar únicamente estas dos últimas variables para poder relacionar zonas de vida y pixeles. Este procedimiento es consistente con la posición de diversos autores (Oficina Nacional de Evaluación de Recursos Naturales, 1976; Holdridge, 2000; Céspedes y Tosi, 2000; Yates, Kittel y Cannon, 2000; Jiménez, 2009),

quienes proponen utilizar únicamente estas dos variables climáticas.

Aun así, es importante señalar que, utilizando la relación de evapotranspiración potencial y la precipitación pluvial, es posible establecer un elemento de cohesión entre diversos ecosistemas a partir de unidades ecológicas de mayor jerarquía, a las que Holdridge denomina provincias de humedad. Estas unidades se proponen como un primer criterio de agrupación de ecosistemas con características de humedad similares.

6.3 Verificación de campo

Durante la etapa de campo se desarrollaron jornadas de trabajo orientadas a verificar en los territorios la presencia y límites de los ecosistemas identificados a partir del proceso explicado con anterioridad. Ello implicó realizar desplazamientos a diferentes regiones del país, recorriendo al menos 4,650 km de carreteras, caminos y veredas, con el propósito de corroborar la veracidad de esta primera aproximación a la distribución espacial de las zonas de vida presentes en el territorio nacional.

El proceso de verificación en campo consistió en indentificar los criterios siguientes: i) fisonomía de la vegetación y presencia de especies indicadoras, ii) distribución de principales cultivos, iii) verificación de algunos límites y, iv) observación del relieve y del paisaje. El conjunto de hallazgos retroalimentó el proceso de clasificación en la fase final del proceso. La siguiente fotografía muestra el equipo principal de investigadores que participó en la validación de campo.



Equipo de investigación. De izquierda a derecha: Alejandro Gándara, Raúl Maas, Gerónimo Pérez, Juventino Gálvez y Juan Carlos Rosito. Laguna de Ayarza, San Rafael las Flores, Santa Rosa, septiembre de 2012.

Crédito fotográfico: Gerónimo Pérez

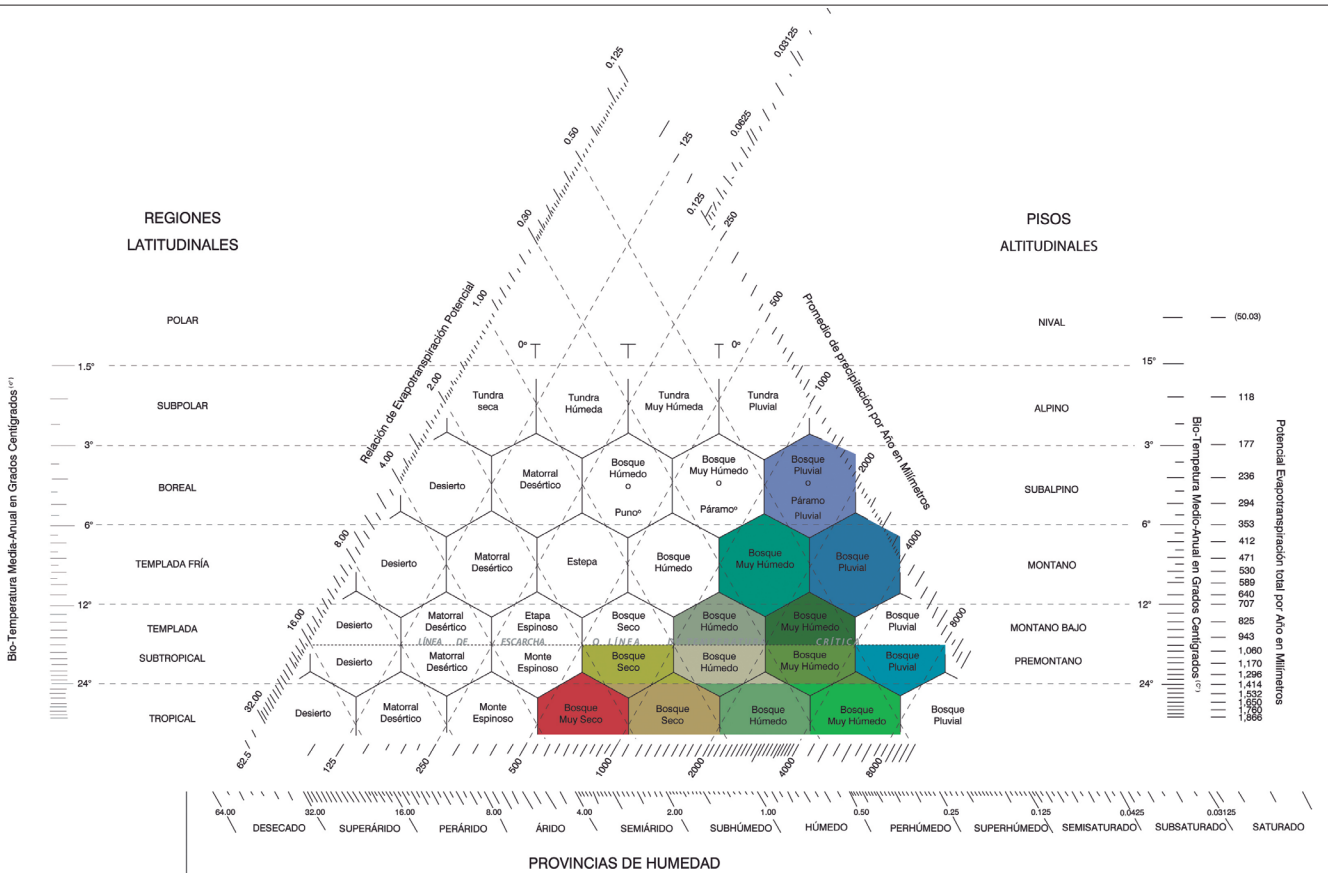
6.4 Rectificación del modelo de clasificación y asignación final de nombres a las zonas de vida

6.4.1 Modificación del diagrama de zonas de vida

La fase de campo reveló inconsistencias entre los límites de ecosistemas de los pisos basales y los ecosistemas del nivel premontano conforme el diagrama de la figura 3. El análisis de estos hallazgos de campo y la aplicación del modelo de clasificación permitió asociar las inconsistencias con la presencia de una zona transicional entre dos pisos altitudinales que no se reflejan en el diagrama de Holdridge.

Para corregir esta situación, tal como se muestra en la figura 4, se truncaron los hexágonos del diagrama de Holdridge en la línea horizontal de los 24°C, manteniendo sin alteración la franja de las provincias de humedad, como en su momento lo propusieron Yates, Kittle y Cannon (2000), quienes generaron el denominado modelo simplificado de Holdridge (SHI, por sus siglas en inglés, provenientes de *Simple Holdridge Implementation*).

Figura 4. Modificación de los hexágonos del diagrama de Holdridge entre los pisos basal y premontano



Fuente: Elaboración propia con base en Holdridge (2000) y Yates, Kinttel y Cannon (2000).

Además, para implementar estas adecuaciones se realizaron modificaciones al modelo intermedio tomando como base las reglas de decisión que se presentan en el cuadro 4. Una vez aplicado el modelo modificado, se

atendieron las inconsistencias generadas por el efecto sombra de la lluvia o sequía orográfica⁵ de algunas regiones del país.

5 Fenómeno climatológico en el cual las cadenas montañosas, especialmente aquellas que se presentan de forma paralela ejercen un importante efecto sobre el flujo de aire que las atraviesa, haciendo que dicho aire se caliente con mayor rapidez, produciendo lluvias a partir de una determinada altura (efecto de detención). Esta pérdida de agua acentúa el efecto desecador de los vientos en las partes bajas de los valles intermontanos (efecto Foehn).

Cuadro 4. Adecuación de la denominación de las zonas de vida en función de su valor máximo o mínimo de biotemperatura

Tipo de zona de vida en modelo intermedio /*	Biotemperatura (°C)	Tipo de zona de vida en el modelo final
bs-T	≤ 24	bs-PMT
bs-T	> 24	bs-T
bs-PMT	≤ 24	bs-PMT
bs-PMT	> 24	bs-T
bh-T	≤ 24	bh-PMT
bh-T	> 24	bh-T
bh-PMT	≤ 24	bh-PMT
bh-PMT	> 24	bh-T
bmh-T	≤ 24	bmh-PMT
bmh-T	> 24	bmh-T
bmh-PMT	≤ 24	bmh-PMT
bmh-PMT	> 24	bmh-T

Nomenclatura: bs-T = bosque seco tropical, bs-PMT = bosque seco premontano tropical, bh-T = bosque húmedo tropical, bh-PMT = bosque húmedo premontano tropical, bmb-T = bosque muy húmedo tropical, bmb-PMT = bosque muy húmedo premontano tropical.

Fuente: Elaboración propia.

6.4.2 Limpieza de píxeles aislados

El último paso previo a obtener el mapa final, consistió en una limpieza de píxeles aislados. Estos se derivaron del proceso de codificación y del nivel de resolución con el que se generaron los mapas de las condiciones climáticas que sirvieron de base para la elaboración del mapa de zonas de vida (1 km²). Algunas de estas zonas de vida se encontraban representadas por “píxeles unitarios sueltos”, o rodeados de otra zona de mayor extensión.

Estos píxeles fueron asociados con la zona de vida que los rodeaba y, en el caso de zonas con limitada representación (ecosistemas minoritarios), se procedió a realizar una verificación de campo.

6.4.3 Correcciones del bosque muy húmedo premontano tropical (bmh-PMT)

Durante la fase de verificación en campo de la primera propuesta de distribución de las zonas de vida, se identificaron espacios territoriales que no correspondían con la zona de vida que se manifestaba en la realidad. Esta situación fue particularmente significativa en los cañones o cauces de algunos ríos que tienen una orientación este-oeste, específicamente en tres áreas geográficas: i) el cañón del río Chixoy, que comprende los municipios de Sacapulas, el sur de Uspantán y Chicamán y el norte de San Andrés Sajcabajá, todos en el departamento de Quiché; ii) el cañón del río Cuilco, ubicado en la zona sur del departamento de Huehuetenango; y iii) la depresión

ubicada al oeste de Nentón, que se extiende hasta tres km al noreste de San Andrés Huista, aldea del municipio de Jacaltenango, en el departamento de Huehuetenango.

En los primeros dos casos, la corrección consistió en una reclasificación de las porciones territoriales ubicadas por debajo de la cota de los 1,400 m.s.n.m., etiquetándose como bosque seco premontano tropical (bs-PMT), toda vez se constató que la vegetación observada en esos territorios corresponde a esta zona de vida.

En el caso de Nentón, y siguiendo también las verificaciones de campo, se consideró que lo que se denominó inicialmente como bosque muy húmedo premontano tropical se etiquetara como bosque húmedo premontano tropical, cuando se presenta por debajo de los 1,400 m.s.n.m.

En los tres casos se constató que el modelo de interpolación generado a partir de la base de datos de *WorldClim* había asignado valores de temperatura y precipitación pluvial a estos espacios territoriales que no corresponden a la realidad. El análisis de lo sucedido en estas áreas del país derivó en asumir que la asignación de etiquetas que no corresponden a lo que se encuentra presente en el territorio no es una cuestión que atañe al modelo, sino que obedece a la ausencia de información sobre las condiciones ambientales en dichos territorios.

6.4.4 Correcciones realizadas al bosque seco montano bajo tropical (bs-MBT)

En la primera propuesta de distribución de zonas de vida que se generó, se registró la presencia del bosque

seco montano bajo tropical (bs-MBT) únicamente en una pequeña región del municipio de Momostenango y al este de Santa Lucía La Reforma, ambos municipios del departamento de Totonicapán. La precipitación estimada para este ecosistema, según las interpolaciones de *WorldClim*, fluctúa entre los 910 y 960 mm/año.

De acuerdo con lo esbozado en el diagrama de clasificación de zonas de vida de Holdridge, la zona de vida de bosque húmedo montano bajo tropical (bh-MBT) empieza a manifestarse a partir de 960 mm/año. Durante la etapa de verificación de campo se constató que no se diferenciaba una vegetación característica a la de un bosque seco, por lo cual se procedió a integrar estas áreas bajo la denominación de bosque húmedo montano bajo tropical (bh-MBT).

6.4.5 Correcciones realizadas al bosque húmedo montano tropical (bh-MT)

La zona de vida bosque húmedo montano tropical (bh-MT) fue registrada en dos polígonos de menos de 30 km² cada uno, rodeados de una extensa presencia de bosque húmedo montano bajo tropical (bh-MBT).

Dado que durante la verificación de campo no se pudieron identificar elementos que facilitarían la diferenciación entre estos ecosistemas y que los valores de precipitación y temperatura se encuentran en los límites del bh-MBT, se asignó la etiqueta bh-MBT a los polígonos en mención.





Parte II

Las zonas de vida de Guatemala

Capítulo 7: El mapa de zonas de vida de Guatemala

Capítulo 8: Descripción de las zonas de vida de Guatemala

- Zonas de vida del piso basal
- Zonas de vida del piso premontano
- Zonas de vida del piso montano bajo
- Zonas de vida del piso montano y subandino



Capítulo 7

El mapa de zonas de vida de Guatemala

7.1 Las condiciones ambientales analizadas

El comportamiento de las variables climáticas a nivel nacional permitió analizar su dinámica espacial. A partir de estos hallazgos, se delimitaron las unidades territoriales que son útiles para proyectar, en una primera aproximación, la distribución de la diversidad biológica en el país. Estas variables se analizan a continuación.

7.1.1 Pisos altitudinales (provincias de biotemperatura)

Tal como se infiere del diagrama de Holdridge, con los datos de biotemperatura es posible delimitar los pisos altitudinales que caracterizan las dinámicas ecológicas que tienen lugar en el territorio nacional. En el mapa 1 se presenta la distribución de los seis pisos altitudinales identificados en Guatemala.

En la leyenda del mapa 1, los pisos transicionales se distinguen por la diagonal (/) que aparece en sus respectivos nombres. Su importancia radica en que en estas zonas puede manifestarse en uno u otro piso altitudinal, en función de los valores que adquiera la biotemperatura. La clasificación de los pisos “puros” (no transicionales) puede pasar a un subnivel inferior o superior cuando se presenta alguna mínima variación de biotemperatura en sus límites inferiores o superiores.

7.1.2 Provincias de precipitación

Con la información obtenida de la base de datos de *Worldclim*, fue posible establecer que la precipitación

pluvial en el territorio nacional presenta un rango de variación que oscila entre los 577 y los 5,375 mm anuales, formando cuatro franjas o regiones de precipitación, según el diagrama de clasificación de zonas de vida. Al igual que como sucede en el caso de los pisos altitudinales, cada hexágono es delimitado por franjas transicionales que demarcan un rango superior o inferior dentro de cada una, permitiendo una mayor amplitud en los rangos de precipitación originales (mapa 2).

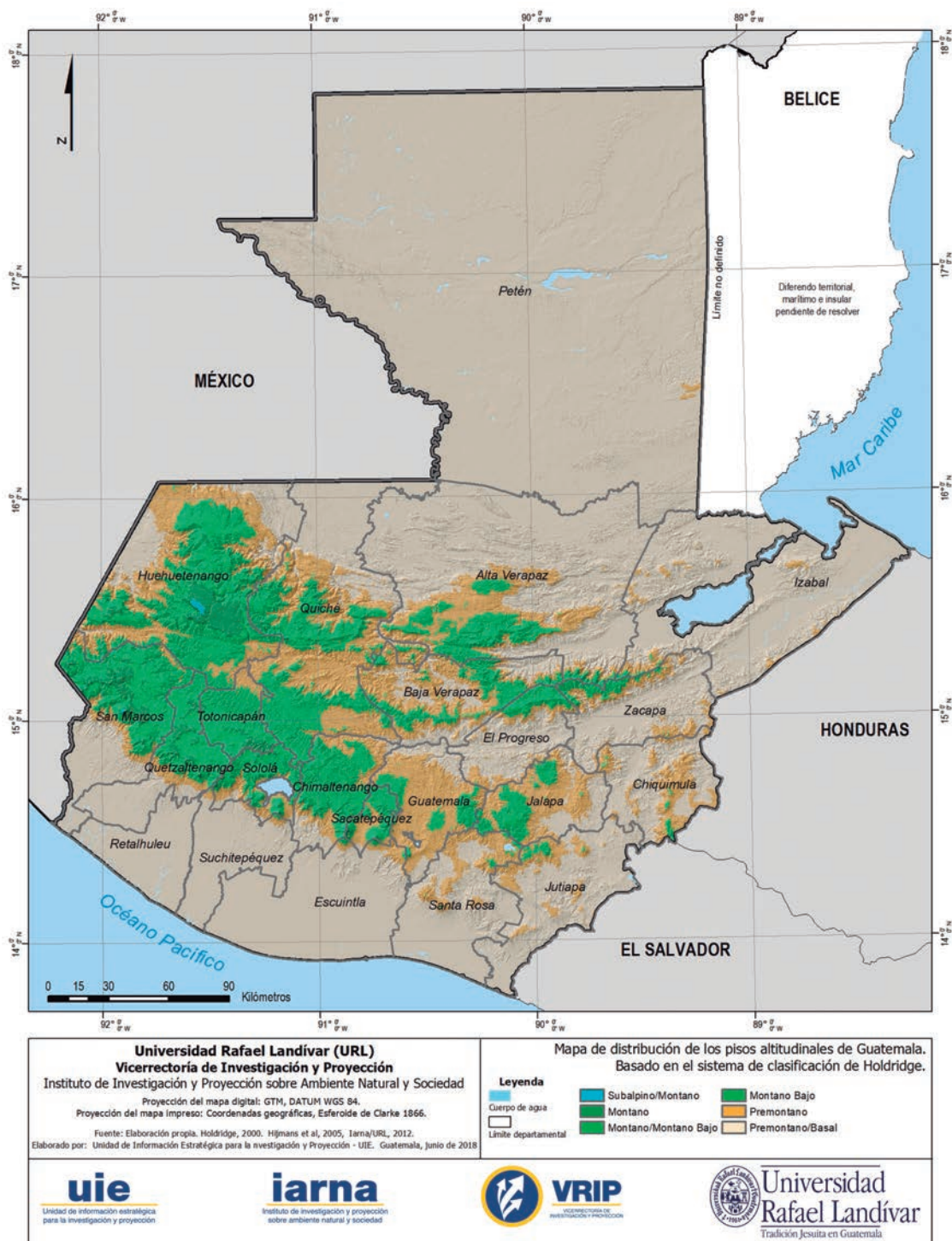
Las franjas transicionales de precipitación hacen que una clasificación de zona de vida pueda pasar a cualquiera adyacente, con mínimos incrementos o aumentos de la biotemperatura (manteniéndose la precipitación constante).

7.1.3 Provincias de humedad

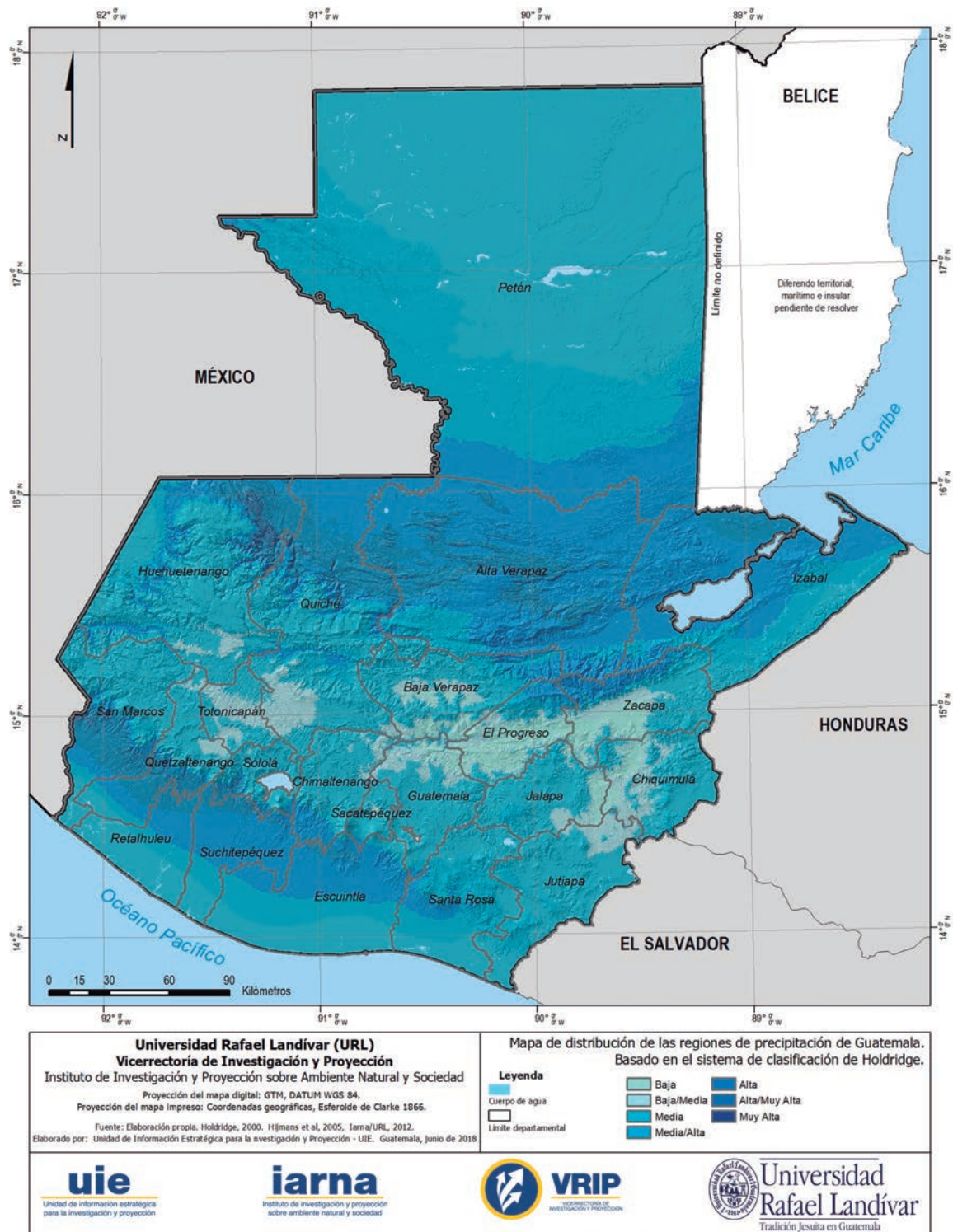
Las provincias de humedad que se encontraron para Guatemala, van desde el semiárido, pasando por el subhúmedo, húmedo, perhúmedo hasta llegar al superhúmedo; las cuales le asignan a cada zona de vida la característica de humedad de “muy seco”, “seco”, “húmedo”, “muy húmedo” y “pluvial”, respectivamente.

De la misma forma que como ocurre con los pisos altitudinales y las fajas de precipitación, las provincias de humedad revelan franjas transicionales entre una y otra, permitiendo una mayor amplitud en los rangos de relación de evapotranspiración potencial y precipitación originales para cada zona de vida (mapa 3).

Mapa 1. Mapa de distribución de los pisos altitudinales* de Guatemala

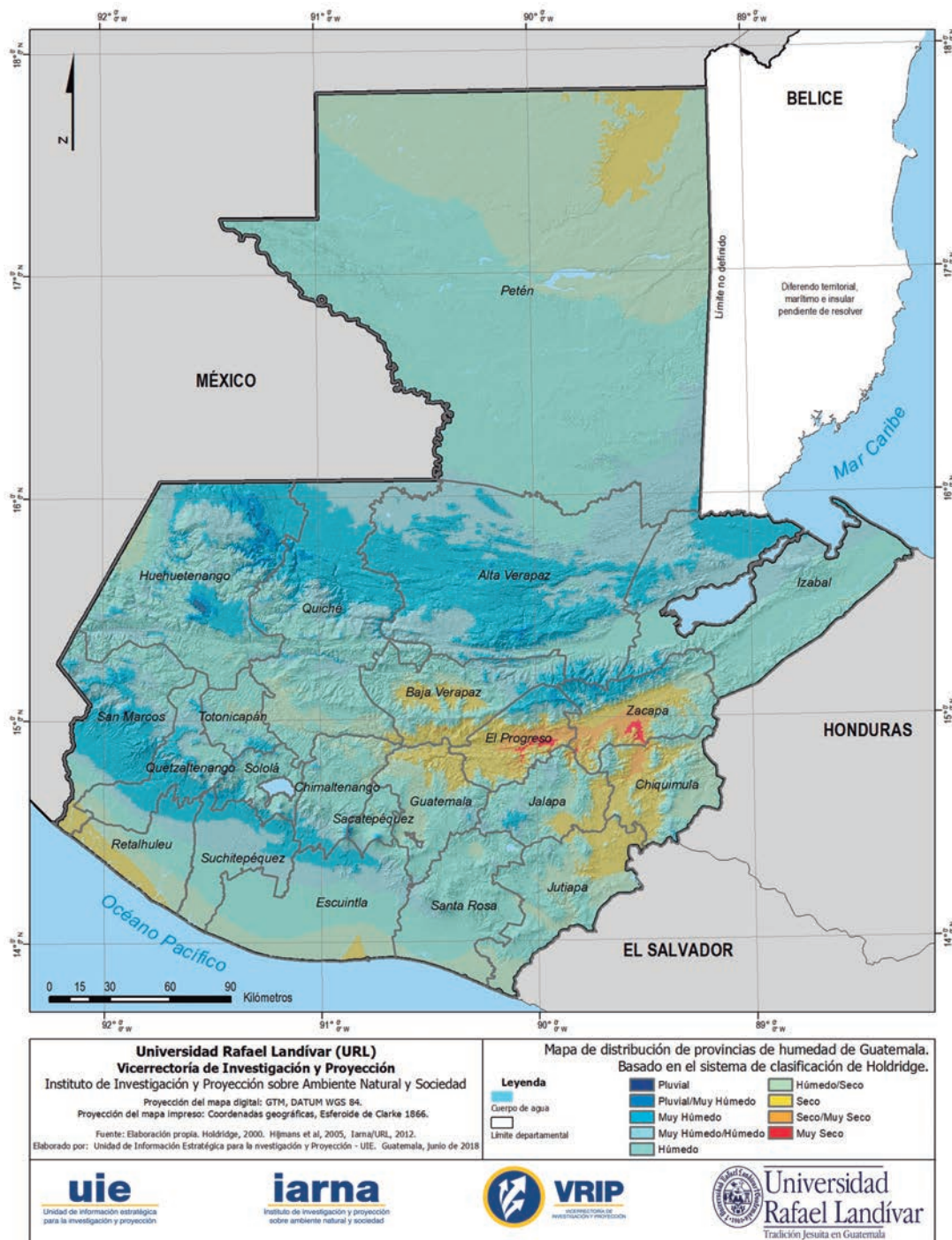


* Los rangos de biotemperatura para cada piso y sus respectivas transiciones son los siguientes: Subalpino/Montano: <6.9°C, Montano: 6.9-10.9°C, Montano/Montano bajo: 10.9-13.9°C, Montano bajo: 13.9-17.9°C, Premontano: 17.9-21.9°C, Premontano/Basal: 21.9-28.3°C (la biotemperatura media anual más alta que se registra en Guatemala es de 28.3°C).

Mapa 2. Mapa de distribución de las regiones de precipitación* de Guatemala

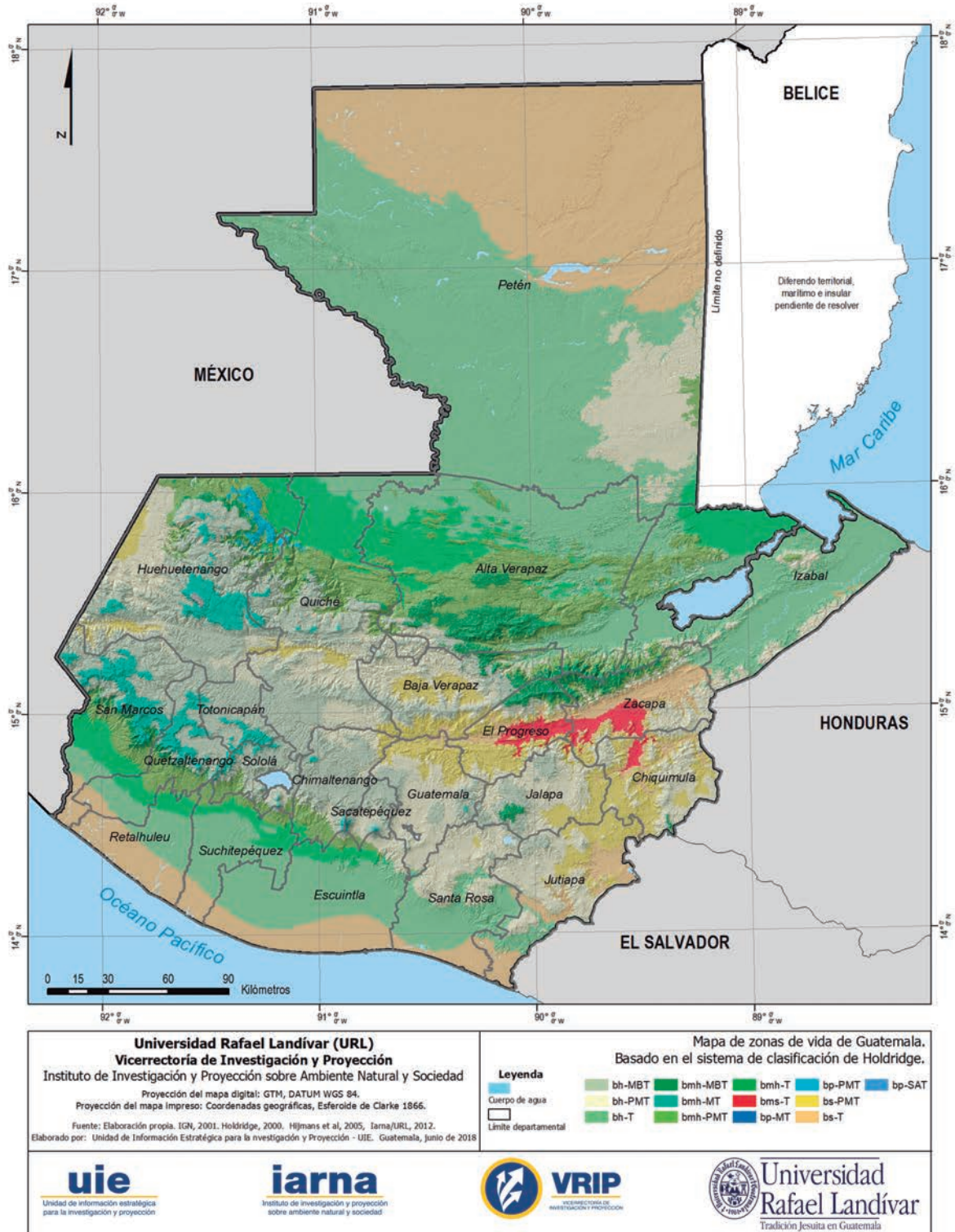
*/ Los rangos de precipitación para cada franja o provincia y sus respectivas transiciones son los siguientes: Baja: <880 mm, Baja/Media: 880-1,100 mm, Media: 1,100-1,800 mm, Media/Alta: 1,800-2,250 mm, Alta: 2,250-3,500 mm, Alta/Muy Alta: 3,500-4,500; y Muy Alta: >4,500 mm.

Mapa 3. Mapa de distribución de provincias de humedad* de Guatemala



*/ Los rangos de evapotranspiración potencial, precipitación de cada franja o provincia y sus respectivas transiciones son los siguientes: Pluvial: <0.23, Pluvial/Muy húmedo: 0.23-0.29, Muy húmedo: 0.29-0.46, Muy húmedo/Húmedo: 0.46-0.59, Húmedo: 0.59-0.93, Húmedo/Seco: 0.93-1.17; Seco: 1.17-1.84; Seco/Muy seco: 1.84-2.32 y Muy seco: >2.32.

Mapa 4. Mapa de zonas de vida de Guatemala basado en el método de clasificación según Holdridge



Fuente: Elaboración propia.

7.2 Las zonas de vida de Guatemala

Los hallazgos de este proceso de investigación revelan que **en Guatemala hay trece zonas de vida**, delimitadas y etiquetadas con base en el sistema de clasificación de zonas de vida diseñado por Leslie Holdridge (mapa 4). Estas trece zonas de vida se distribuyen entre los diferentes pisos altitudinales que van desde el basal hasta el subandino, desde la provincia de precipitación

baja hasta la muy alta y desde la provincia de humedad muy seca hasta la pluvial; es decir, estas zonas de vida se distribuyen en torno a seis pisos altitudinales, siete provincias de precipitación y nueve provincias de humedad. Además, todas se encuentran ubicadas dentro de una región latitudinal tropical.

El cuadro 5 resume la información sobre la extensión y la representación territorial de cada zona de vida con base en los pisos altitudinales

Cuadro 5. Extensión y representación territorial de las zonas de vida de Guatemala

Piso altitudinal	Zona de vida/*	Extensión(ha)	Representación territorial (%)
Basal	bms-T	81,887	0.76
	bs-T	2,079,181	19.21
	bh-T	3,432,450	31.71
	bmh-T	614,147	5.67
Premontano	bs-PMT	479,743	4.43
	bh-PMT	1,593,266	14.72
	bmh-PMT	821,973	7.59
	bp-PMT	30,329	0.28
Montano bajo	bh-MBT	1,207,002	11.15
	bmh-MBT	250,698	2.32
Montano	bmh-MT	228,426	2.11
	bp-MT	2,609	0.02
Sub-andino	bp-SAT	3,179	0.03

*/ Donde: *bms-T* = bosque muy seco tropical, *bs-T* = bosque seco tropical, *bb-T* = bosque húmedo tropical, *bmb-T* = bosque muy húmedo tropical, *bs-PMT* = bosque seco premontano tropical, *bb-PMT* = bosque húmedo premontano tropical, *bmb-PMT* = bosque muy húmedo premontano tropical, *bp-PMT* = bosque pluvial premontano tropical, *bb-MBT* = bosque húmedo montano bajo tropical, *bmb-MBT* = bosque muy húmedo montano bajo tropical, *bmb-MT* = bosque muy húmedo montano tropical, *bp-MT* = bosque pluvial montano tropical, *bp-SAT* = bosque pluvial subandino tropical

Fuente: Elaboración propia.

En Guatemala, el bosque húmedo tropical (bh-T) tiene la mayor extensión territorial, ya que se encuentra presente en 3.43 millones de hectáreas, el 31.5% del territorio nacional. Espacialmente, esta zona de vida se encuentra en las tierras bajas, al sur y al norte del país, por debajo

de los 500 m.s.n.m.; si bien, en algunas regiones montañosas se le puede encontrar hasta los 1,000 m.s.n.m. Las temperaturas comunes se encuentran por encima de los 24°C y los rangos de precipitación pluvial promedio anual están entre los 1,400 y 4,000 mm de lluvia.

El bosque seco tropical (bs-T) cubre el 19% del territorio nacional (2.07 millones de hectáreas). Esta zona de vida también se ubica en las tierras bajas, tanto del sur como del norte de la República, aunque por debajo de los 400 m.s.n.m.; sin embargo, en algunas regiones montañosas del oriente del país, se puede encontrar hasta los 700 m.s.n.m. Registra temperaturas promedio anuales por encima de los 24°C, aunque los rangos de precipitación pluvial promedio anual van de los 700 a los 1,850 mm, lo cual incide en que la relación de evapotranspiración potencial/precipitación, esté por arriba del 100%, y de allí su denominación de “bosque seco”.

Las dos zonas de vida descritas en los párrafos anteriores cubren el 50.62% de la superficie territorial guatemalteca. Sin embargo, ambas han sido afectadas por significativos procesos de degradación, agotamiento y contaminación en más de dos terceras partes de su cobertura original, lo que afecta la gestión de la diversidad biológica que allí se encuentra.

En un tercer nivel de importancia, en cuanto a su extensión, se encuentran el bosque húmedo premontano tropical (bh-PMT) y el bosque húmedo montano bajo tropical (bh-MBT). Entre ambos cubren el 25.59% del territorio nacional, con 14.51 y 11.08% (1.56 y 1.21 millones de hectáreas, respectivamente). En conjunto, las anteriores cuatro zonas de vida cubren una proporción territorial del 76.76% de la superficie total del país.

Por debajo de estas cuatro zonas de vida se ubican los sistemas ecológicos que ocupan extensiones territoriales por debajo del millón de hectáreas, es decir, aquellos que registran presencias que significan menos del 10% del territorio nacional.

Con respecto a las zonas de vida con superficies comprendidas entre el 5 y el 10% del país, destacan el bosque muy húmedo premontano tropical (bmh-PMT), que abarca una extensión de 0.82 millones de hectáreas (7.60% del país) y el bosque muy húmedo tropical (bmh-T), con una extensión de 0.61 millones de hectáreas (5.68% del país).

Con extensiones por debajo de las 500 mil hectáreas se registra la presencia de zonas de vida como el bosque seco premontano tropical (bs-PMT), con una extensión de 0.48 millones de hectáreas (4.44% del país); el bosque muy húmedo montano bajo tropical (bmh-MBT), con una extensión de 0.25 millones de hectáreas (2.32% del país), y el bosque muy húmedo montano tropical (bmh-MT), con una extensión de 0.23 millones de hectáreas (2.11% del país).

Las zonas de vida de menor extensión territorial cubren colectivamente el 1.09% de la superficie nacional. La mayor de este grupo es el bosque muy seco tropical (bms-T), que tiene una extensión de 81,888 hectáreas y cubre el 0.76% del territorio nacional. Las tres zonas de vida restantes presentan características pluviales especiales, y de allí su importancia estratégica debido a la diversidad biológica que albergan o que tienen la capacidad de albergar. Dentro de estas se encuentran el bosque pluvial premontano tropical (bp-PMT), el bosque pluvial montano tropical (bp-MT) y el bosque pluvial subandino tropical (bp-SAT), los cuales, en conjunto, conforman únicamente el 0.33% de la superficie territorial nacional.

El análisis cartográfico a nivel departamental arroja que el departamento de San Marcos cuenta con diez zonas de vida diferentes, la mayor cantidad a escala departamental, en tan solo el 3.29% del territorio nacional. Esto se explica, en buena medida, porque este departamento cuenta con la mayor variabilidad altitudinal del país, desde los 0 hasta los 4,220 metros sobre el nivel del mar (m.s.n.m.) en la cima del volcán Tajumulco.

En cuanto a la riqueza o cantidad de zonas de vida, al departamento de San Marcos le siguen los departamentos de Huehuetenango, Quiché y Suchitepéquez, que cuentan con nueve zonas de vida cada uno. Cinco departamentos cuentan con ocho zonas de vida: Baja Verapaz, Chimaltenango, El Progreso, Escuintla y Zacapa. El departamento con menor diversidad es Totonicapán, ya

que solamente cuenta con tres. En el anexo B se presenta información sobre la extensión y la representación territorial de las zonas de vida a nivel departamental.

El cuadro 6 compila las condiciones ambientales de las zonas de vida guatemaltecas, donde puede verse que aquellas que tienen rangos altitudinales de más de 2,000 metros son el bosque húmedo premontano tropical, el bosque húmedo montano bajo tropical, el bosque muy húmedo premontano tropical y el bosque muy húmedo montano tropical. La zona de vida con el menor rango altitudinal es el bosque muy seco tropical con una variación altitudinal de 871 m.

En el caso de la biotemperatura, la mayor diferencia entre los valores máximos y mínimos se presenta en la zona de vida de bosque muy húmedo montano tropical con 9.83 °C, mientras que la menor diferencia la presenta la zona de vida de bosque muy seco tropical con 1.78 °C.

Las zonas de vida que registran los mayores niveles de precipitación son el bosque pluvial premontano tropical con 5,375 mm, el bosque muy húmedo tropical con 4,769 mm y el bosque muy húmedo premontano tropical con 4,577 mm. En el otro extremo se encuentran el bosque muy seco tropical con 577 mm y el bosque seco premontano tropical con 701 mm.

Cuadro 6. Condiciones ambientales que caracterizan las zonas de vida de Guatemala

Zona de vida	Altitud (m.s.n.m.)		Biotemperatura (°C)		Precipitación (mm)		Relación ETP/pp[1]	
	Min	Max	Min	Max	Min	Max	Min	Max
bms-T	146	1,009	23.1	27.4	577	950	2.36	1.80
bs-T	0	1,082	24	28.3	705	1,863	2.01	0.90
bh-T	0	1,139	24	28.1	1,426	4,071	0.99	0.41
bmh-T	0	1,003	24	26.7	2,793	4,706	0.51	0.33
bs-PMT	315	1,868	18.3	24	624	1,200	1.73	1.18
bh-PMT	126	2,209	18	24	1,000	3,125	1.06	0.55
bmh-PMT	63	2,188	18	24	2,000	4,850	0.53	0.29
bp-PMT	432	1,886	18.2	24	4,000	5,375	0.27	0.26
bh-MBT	1,047	3,207	10	18	901	2,000	0.85	0.53
bmh-MBT	984	2,949	9.9	18	1,850	3,410	0.45	0.31
bmh-MT	1,943	3,960	6.1	15.5	1,141	2,056	0.45	0.25
bp-MT	2,148	3,962	6.2	11.4	1,779	2,573	0.28	0.20
bp-SAT	3,213	4,201	4	6.9	1,756	2,110	0.25	0.18

[1] ETP = evapotranspiración potencial; pp = precipitación pluvial.

Fuente: Elaboración propia.

Capítulo 8

Descripción de las zonas de vida de Guatemala

En las siguientes páginas se realiza una descripción detallada de cada una de las zonas de vida identificadas con base en la clasificación de Holdridge.

Para cada sistema ecológico se presenta un mapa que señala su distribución geográfica y la descripción de las condiciones ambientales que lo caracterizan. Esto último se muestra a través de un climadiagrama que destaca la interacción existente entre la evapotranspiración potencial y la precipitación pluvial, así como las dinámicas de la humedad presente en cada ecosistema a lo largo del año.

Además, para cada zona de vida se ofrece un listado de especies vegetales que potencialmente pueden encontrarse formando parte de estas unidades ecológicas.

Las zonas de vida se presentan, en primera instancia, en función del piso basal, luego se ordenan de acuerdo con la provincia de humedad que los caracteriza y que se desarrolla desde los bosques muy secos hasta los bosques pluviales.



Zonas de vida del piso basal







Bosque muy seco tropical

La Fragua, Estanzuela, Zacapa

Fotografía: César Castañeda

8.1 Bosque muy seco tropical (bms-T)

a. Ubicación y extensión

El bosque muy seco tropical (bms-T), se encuentra ubicado en los departamentos de El Progreso, Zacapa y Chiquimula, considerada como la región más seca del país (ficha 1). Tiene una extensión territorial de 81,887 hectáreas, equivalentes al 0.76% del territorio nacional. Se encuentra a una altitud promedio de 356 m.s.n.m. con su punto más bajo en 146 m.s.n.m. y el más alto en 1,009 m.s.n.m.

b. Condiciones climáticas

Esta zona de vida registra precipitaciones pluviales anuales comprendidas entre 577 y 1,033 mm, siendo su valor promedio de 740 mm. Los valores de temperatura mínima y máxima promedio anual se encuentran comprendidos entre los 23.10 y los 27.40 °C, siendo el valor promedio para toda la zona de 26.04 °C.

En esta zona de vida, la relación entre la evapotranspiración potencial y la precipitación pluvial promedio es de 2.07, lo que significa que por cada milímetro de lluvia, se evapotranspiran 2.07 mm, haciendo que esta zona de vida presente un significativo déficit de agua, lo cual se visualiza en la figura 5.

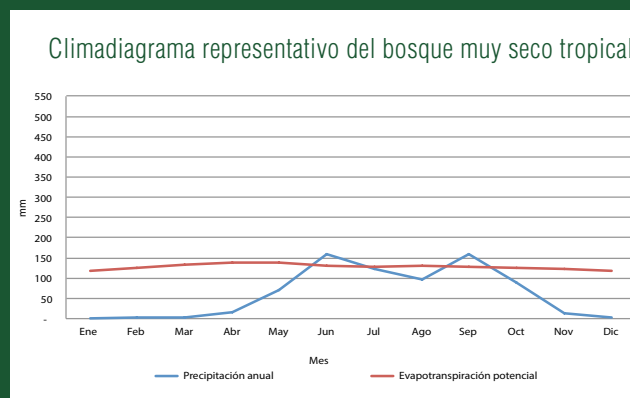
c. Usos de la tierra dominantes

El 62.77% de la superficie de esta zona de vida está cubierta por arbustos y matorrales⁶, el 11.59% por agricultura anual, el 1.59% por bosque (Grupo Interinstitucional de Monitoreo de Bosques y Uso de la Tierra, 2014). El resto del territorio se encuentra destinado a otros usos de la tierra.



Paisaje característico del bosque muy seco tropical: Llanos de la Fragua, Estanzuela, Zacapa
Crédito fotográfico: Cesar Castañeda.

Figura 5



Fuente: Elaboración propia.

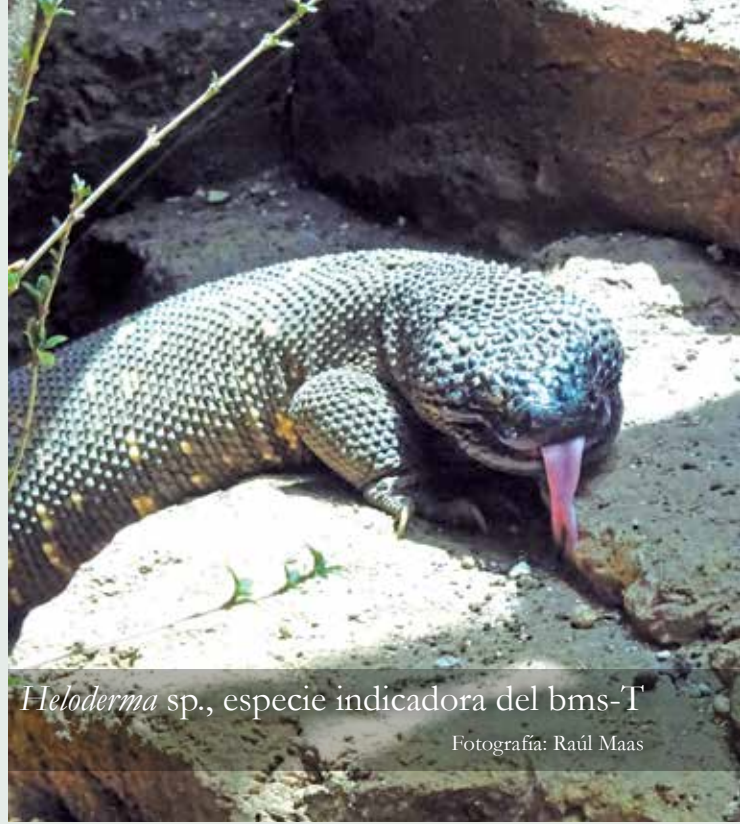
d. Especies vegetales frecuentes

Acacia deamii, *Acacia farnesiana*, *Appoplanesia panniculata*, *Blocosperma buxifolium*, *Bursera bipinnata*, *Bursera graveolens*, *Bursera schlechtendalii*, *Bursera simaruba*, *Cephalocereus maxoni*, *Cordia gerescanthus*, *Cordia pringlei*, *Cordia truncatifolia*, *Guaiacum sanctum*,

6 Los arbustos y matorrales presentes en este ecosistema constituyen la representación de la etapa clímax de evolución de este sistema ecológico, caracterizada por la presencia de plantas con espinas, una adaptación de orden fisiológico para reducir la pérdida de agua, propia de especies de las familias Cactaceae y Mimosaceae.

Gyrocarpus americanus, *Haematoxylon brasiletto*, *Hinotnia standleyana*, *Jacquinia aurantiaca*, *Jacquinia pungens*, *Lemaineocereus eichlamii*, *Lippia graveolens*, *Mammillaria eichlamii*, *Mammillaria woburnensis*, *Melocactus ruestii*, *Mimosa zacapana*, *Myrtilocactus eichlamii*, *Nopalea guatemalensis*, *Nopalea lutea*, *Nyctocereus guatemalensis*, *Opuntia decumbrens*, *Pachyrhizus erosus*, *Pereskia autumnalis*, *Prosopis juliflora*, *Pseudobombax ellipticum*, *Simarouba glauca*, *Spondias mombin*, *Tecoma stans*, *Thouinidium decandrum* y *Triplaris melaenodendron* (Inab, 2001).

Otros géneros presentes son: *Cnidoscolus*, *Ficus* y *Urera* (Inab, 2001).



Heloderma sp., especie indicadora del bms-T

Fotografía: Raúl Maas

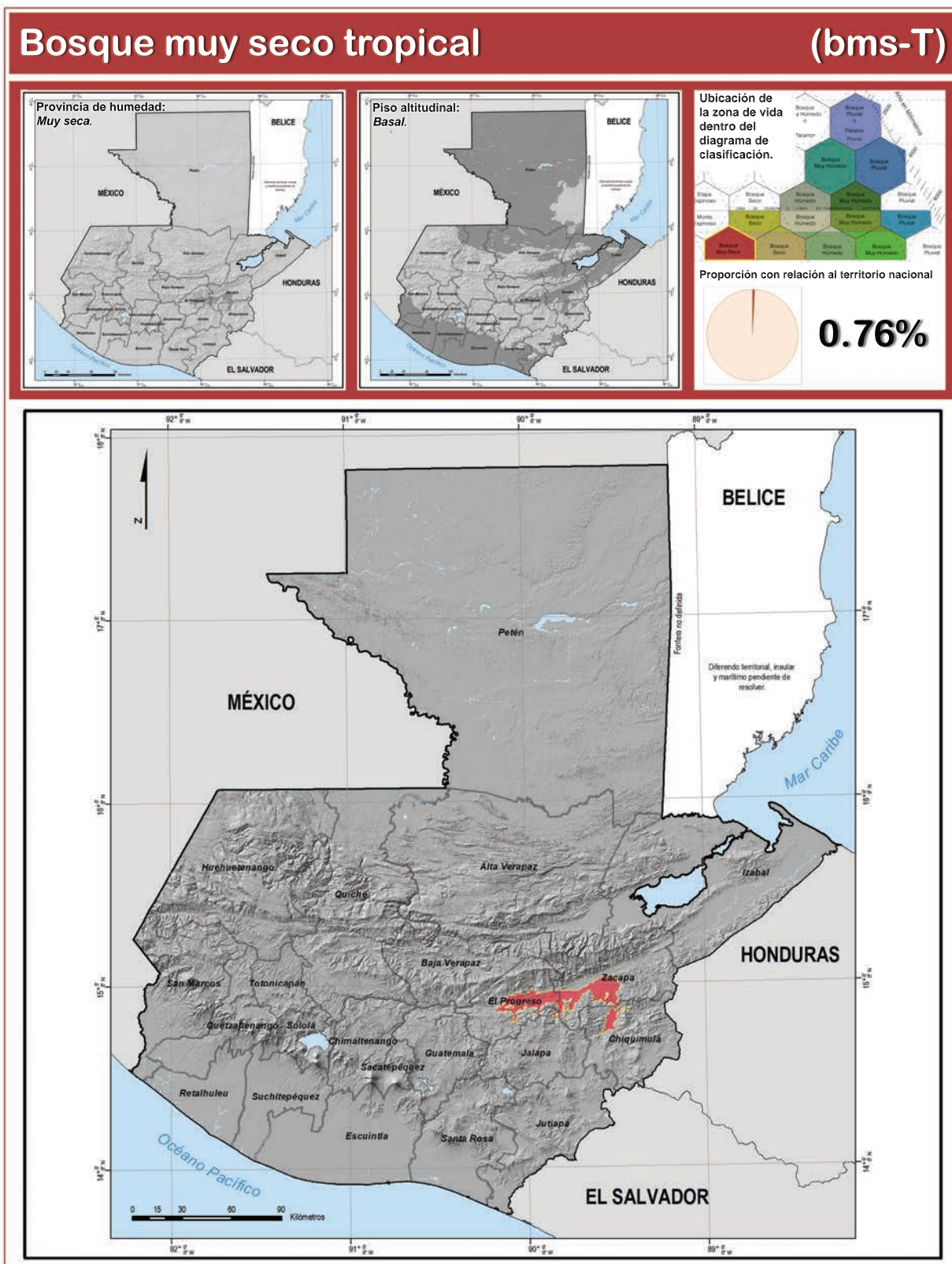


La Fragua, Estanzuela, Zacapa

Fotografía: César Castañeda

Ficha 1

Distribución espacial del bosque muy seco tropical



Fuente: Elaboración propia.



Bosque seco tropical
Parque Nacional Mirador-Río Azul, Petén

Fotografía: Cecilia Cleaves

8.2 Bosque seco tropical (bs-T)

a. Ubicación y extensión

La zona de vida bosque seco tropical (bs-T) se encuentra ubicada al norte de Petén, así como en los departamentos de El Progreso, Zacapa, Chiquimula y Jutiapa y a lo largo del litoral pacífico, abarcando los departamentos de San Marcos, Quetzaltenango, Retalhuleu, Suchitepéquez, Escuintla, Santa Rosa y Jutiapa (ficha 2).

Tiene una extensión territorial de 2,079,181 hectáreas, equivalentes al 19.21% del territorio nacional, por lo que es la segunda zona de vida con mayor extensión territorial del país. Se encuentra a una altitud promedio de 196 m.s.n.m. con su punto más bajo en 0 m.s.n.m. y el más alto en 1,082 m.s.n.m.

b. Condiciones climáticas

Para esta zona de vida se registran precipitaciones pluviales anuales comprendidas entre 705 y 1,863 mm, con un valor promedio de 1,407 mm. Los valores de temperatura mínima y máxima promedio anual se encuentran comprendidos entre los 24 y los 28.3 °C, siendo el valor promedio para toda la zona de 25.7 °C.

La relación que se establece entre la evapotranspiración potencial y la precipitación pluvial promedio es de 1.08, lo que significa que por cada milímetro de lluvia que ocurre en el territorio, se evapotranspiran 1.08 mm, provocando que en el sistema ecológico prevalezcan significativas condiciones de déficit de agua. Esto se puede visualizar de una mejor forma en la figura 6.

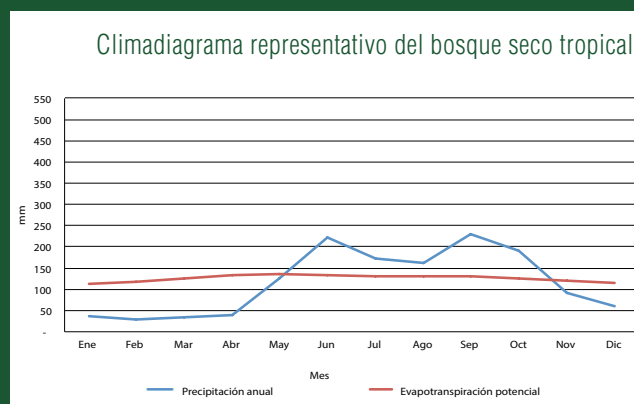
c. Usos de la tierra dominantes

El 57.65% del área que ocupa esta zona de vida está cubierta por bosque, el 12.22% por matorrales y arbustos, el 12.02% por ganadería, el 5.67%



Paisaje característico del bosque seco tropical:
El Mirador, San Andrés, Petén.
Crédito fotográfico: Raúl Estuardo Maas Ibarra.

Figura 6



Fuente: Elaboración propia con base en Hijmans *et al.* (2005).

por caña de azúcar y el 4.96% por granos básicos. Aunque cubre una extensión muy pequeña (0.65%), es importante mencionar la presencia del cultivo de la palma africana (INAB, Conap, UVG y URL, 2012). El resto del territorio se encuentra destinado a otros usos de la tierra.

d. Especies vegetales frecuentes

Acacia pennatula, *Acoelorrhaphe wrightii*, *Acrostychnum daneaeifolium*, *Albizia saman*, *Alseis yucatanensis*, *Ampelocera hotteii*, *Aspidosperma cruenta*, *Aspidosperma megalocarpon*, *Aspidosperma stegomeris*, *Astrocaryum*

mexicanum, *Astronium graveolens*, *Attalea cobune*, *Bernoullia flammea*, *Brosimum alicastrum*, *Brosimum panamense*, *Bucida buceras*, *Bursera bipinnata*, *Bursera diversifolia*, *Bursera graveolens*, *Bursera simaruba*, *Bursera steyermarkii*, *Byrsonima crassifolia*, *Caesalpinia vesicaria*, *Calophyllum brasiliense*, *Cameraria latifolia*, *Cedrela odorata*, *Ceiba aesculifolia*, *Ceiba pentandra*, *Cephalocereus maxoni*, *Chrysobalanus icaco*, *Cladium jamaicense*, *Clusia salvini*, *Cochlospermum vitifolium*, *Cordia alliodora*, *Cordia curassavica*, *Cordia dodecandra*, *Crescentia cujete*, *Croton ciliatoglandulosus*, *Croton glabellus*, *Croton payaguensis*, *Cryosophila stauracantha*, *Cupania belizensis*, *Cupania prisca*, *Dendropanax arboreus*, *Desmonchus orthocanthos*, *Dialium guianense*, *Drypetes brownei*, *Drypetes laterifolia*, *Entada polystachya*, *Eritrina berteriana*, *Erythroxylum guatemalense*, *Eugenia capuli*, *Fraxinus vellerea*, *Gaussia maya*, *Gliricidia sepium*, *Guadua longifolia*, *Guarea excelsa*, *Guazuma ulmifolia*, *Haematoxylon brasiletto*, *Haematoxylon campechianum*, *Hampea trilobata*, *Helicteres guazumifolia*, *Hippocratea excelsa*, *Hirtella americana*, *Hirtella racemosa*, *Hymenocallis littoralis*, *Ipomea murucoides*, *Jacquinia aurantiaca*, *Karwinskia calderonii*, *Laetia thamnia*, *Licania hypoleuca*, *Lonchocarpus castilloi*, *Malmea depressa*, *Manilkara zapota*, *Matayba oppositifolia*, *Metopium brownei*, *Mimosa hemendieta*, *Mimosa skinneri*, *Mouriri exilis*, *Ocimum micranthum*, *Opuntia decumbrens*, *Pachira aquatica*, *Panchbreatum litorali*, *Passiflora mayarum*, *Phragmites australis*, *Pimenta dioica*, *Piscidia piscipula*, *Pistacia mexicana*, *Poulsenia armata*, *Pouteria amygdalina*, *Pouteria campechiana*, *Pouteria reticulata*, *Protium copal*, *Pseudobombax ellipticum*, *Pseudolmedia spuria*, *Quararibea funebris*, *Rauwolfia tetraphylla*, *Sabal guatemalensis*, *Sabal mauritiformis*, *Sageretia elegans*, *Sapindus saponaria*, *Schizolobium parabybum*, *Sebastiana longicuspis*,

Simarouba glauca, *Simira salvadorensis*, *Spondias mombin*, *Stemmadenia donnell-smithii*, *Swartzia cubensis*, *Swietenia humilis* (en el sur), *Swietenia macrophylla* (en el norte), *Talisia floresii*, *Talisia olivaeformis*, *Tecoma stans*, *Terminalia amazonia*, *Thevetia ovata*, *Tonduzia pittieri*, *Trichilia minutiflora*, *Trophis racemosa*, *Turnera ulmifolia*, *Typha latifolia*, *Urechitis antrieuxii*, *Vatairea lundelli*, *Vitex gaumeri*, *Vochysia guatemalensis*, *Xylopia frutescens*, *Zanthoxylum culantrillo* y *Zuleania guidonia* (Inab, 2001).

Otros géneros presentes: *Aristolochia*, *Bauhinia*, *Calliandra*, *Calyptranthes*, *Cassia*, *Clidemia*, *Coccoloba*, *Ficus*, *Inga*, *Lippia*, *Luebea*, *Mammillaria*, *Miconia*, *Psidium*, *Randia*, *Rinorea*, *Scleria*, *Selaginella* y *Zygia* (Inab, 2001).

En los bosques inundables del norte de Petén: *Bucida buceras*, *Lysiloma bahamense*, *Haematoxylon campechianum*, *Allophylus cominia*, *Dyospyrus cuneata*, *Byrsonimia bucidaefolia*, *Licaria peckii*, *Bursera simaruba*, *Croton glabellus*, *Matayba oppositifolia*, *Caesalpinia velutina*, *Simarouba glauca*, *Cupania belizensis*, *Simira salvadorensis*, *Metopium brownei*, *Terminalia amazonia*, *Tabebuia rosea*, *Borreria oxyphylla*, *Cordia dodecandra*, *Vitex gaumeri*, *Guettarda combsii*, *Trophis racemosa*, *Swietenia macrophylla*, *Xylopia frutescens* y *Eugenia rufidula* (Inab, 2001).

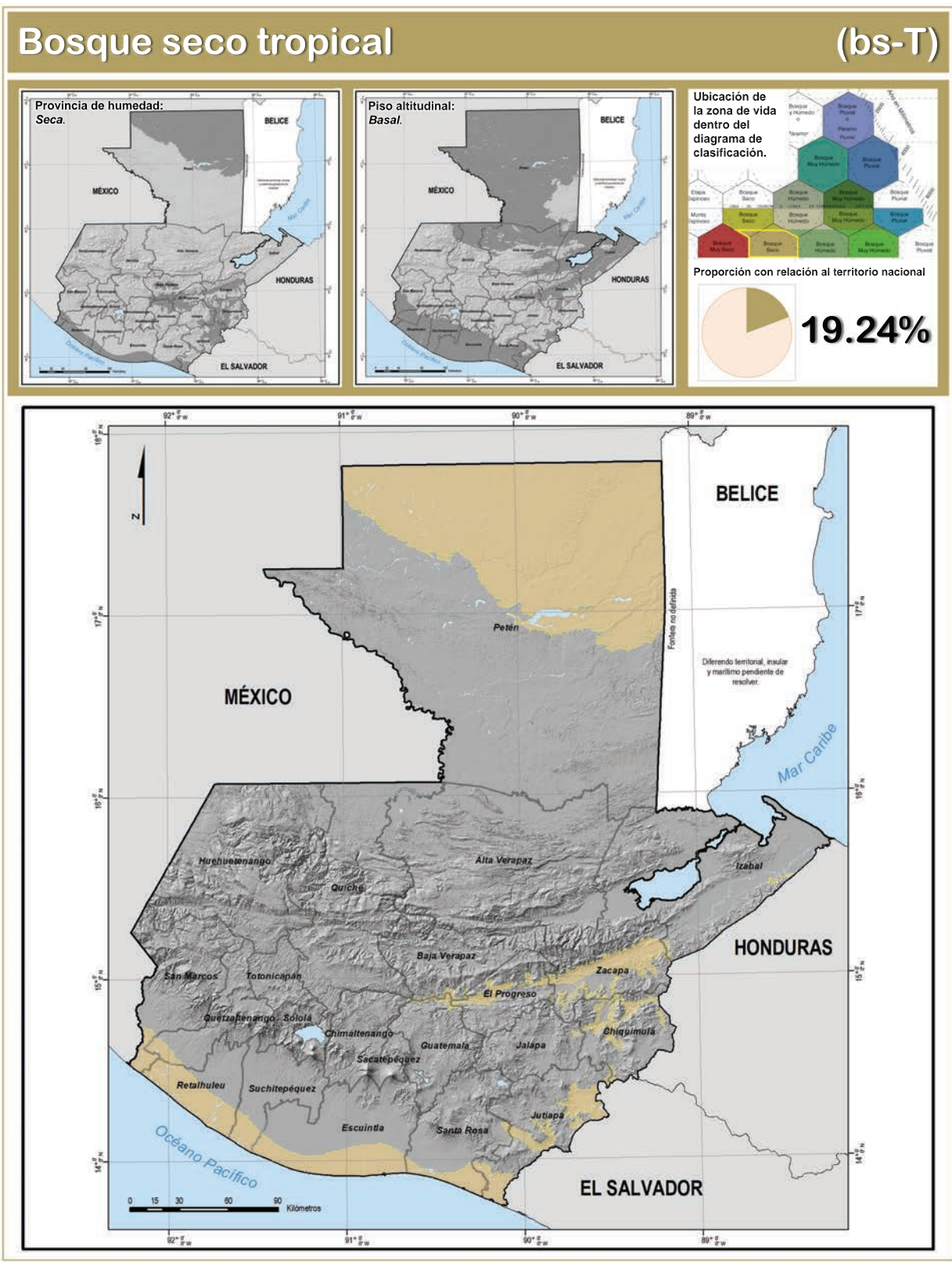
Otros géneros presentes: *Coccoloba*, *Lonchocarpus* y *Manilkara* (Inab, 2001).

En los manglares (principalmente del sur del país): *Rhizophora mangle*, *Laguncularia racemosa*, *Avicennia germinans* y *Conocarpus erecta* (Inab, 2001).



Ficha 2

Distribución espacial del bosque seco tropical



Fuente: Elaboración propia.



Bosque húmedo tropical

Montaña Chiclera, Morales, Izabal

Fotografía: Raúl Maas

8.3 Bosque húmedo tropical (bh-T)

a. Ubicación y extensión

La zona de vida de bosque húmedo tropical (bh-T) se encuentra presente en los departamentos de Quiché, Alta Verapaz e Izabal, la parte sur oeste de Petén y una franja que atraviesa los departamentos de San Marcos, Quetzaltenango, Retalhuleu, Suchitepéquez, Escuintla, Santa Rosa y Jutiapa (ficha 3).

Comprende una extensión territorial de 3,432,450 hectáreas, equivalente al 31.71% del territorio nacional, lo cual representa un poco más de un tercio del país, constituyéndose en la zona de vida más extensa de Guatemala. Se le encuentra a una altitud promedio de 182 m.s.n.m., con su punto más bajo en los 0 m.s.n.m. y el más alto en 1,139 m.s.n.m.

b. Condiciones climáticas

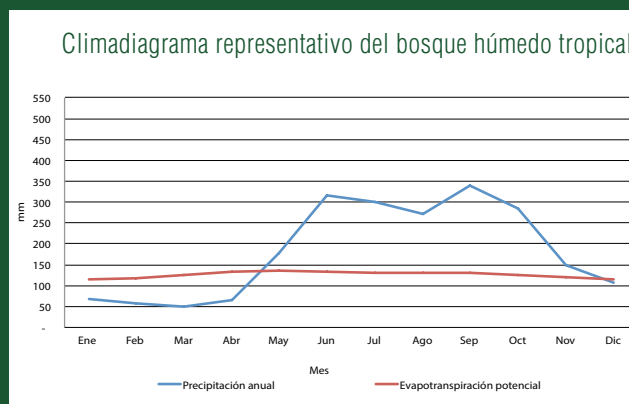
Esta zona de vida registra precipitaciones pluviales anuales que, en promedio, varían entre 1,426 y 4,071 mm, siendo su valor medio de 2,199 mm. Los valores de temperatura mínima y máxima promedio anual se encuentran comprendidos entre los 24 y los 28.1 °C, siendo el valor promedio para todo el sistema ecológico de 25.65 °C.

La relación que se establece entre la evapotranspiración potencial y los volúmenes de precipitación pluvial promedio para esta zona de vida es de 0.69, lo que significa que de cada milímetro de precipitación que ocurre, se evapotranspiran 0.69 mm, haciendo que este sea considerado como un ecosistema excedentario en agua. Lo anterior se revela de manera significativa en la figura 7.



Paisaje característico del bosque húmedo tropical:
Parque Nacional Laguna Lachuá, Cobán, Alta Verapaz.
Crédito fotográfico: Gerónimo Estuardo Pérez Irungaray.

Figura 7



Fuente: Elaboración propia con base en Hijmans *et al.* (2005).

c. Usos de la tierra dominantes

El 22.45% del área que ocupa esta zona de vida está cubierta por bosques, el 29.12% por ganadería, el 21.20% por matorrales y arbustos, el 9.33% por granos básicos y el 6.21% por caña de azúcar. En esta zona existe una mayor presencia del cultivo de la palma africana, ya que el mismo cubre el 2.81% (Grupo Interinstitucional de Monitoreo de Bosques y Uso de la Tierra, 2014). El resto del

territorio se encuentra destinado a otros usos de la tierra.

d. Especies vegetales frecuentes

Acacia pennatula, *Achimenes erecta*, *Acoelorrhaphe wrightii*, *Allophylus cominia*, *Alseis yucatanensis*, *Ampelocera botleii*, *Annona glabra*, *Aphelandra scabra*, *Aspidosperma cruentum*, *Aspidosperma megalocarpon*, *Aspidosperma stegomeris*, *Asterogyne martiana*, *Astrocaryum mexicanum*, *Astronium graveolens*, *Attalea cohune*, *Bactris mexicana*, *Bactris trichophylla*, *Bauhinia divaricata*, *Bernoullia flammea*, *Borreria oxyphylla*, *Brosimum alicastrum*, *Brosimum panamense*, *Bucida buceras*, *Bursera bipinnata*, *Bursera diversifolia*, *Bursera simaruba*, *Bursera steyermarkii*, *Byrsonima crassifolia*, *Byrsonimia bucidaefolia*, *Caesalpinia velutina*, *Caesalpinia vesicaria*, *Calophyllum brasiliense*, *Carapa guianensis*, *Castilla elastica*, *Cedrela odorata*, *Ceiba aesculifolia*, *Ceiba pentandra*, *Chrysobalanus icaco*, *Chrysophylla stauracantha*, *Chrysophyllum mexicanum*, *Cladium jamaicense*, *Clusia salvinii*, *Coccoloba acapulcensis*, *Coccoloba schiedeana*, *Cochlospermum vitifolium*, *Cordia aliadora*, *Cordia dodecandra*, *Cordia gerescansthus*, *Croton glabellus*, *Crysophila stauracantha*, *Cupania belizensis*, *Cupania prisca*, *Cymbopetalum mayarum*, *Dalbergia ecastaphyllum*, *Dendropanax arboreus*, *Desmoncus orthocanthos*, *Dialium guianensis*, *Dracaena americana*, *Drypetes brownii*, *Drypetes laterifolia*, *Dyospyrus cuneata*, *Eugenia capuli*, *Eugenia rufidula*, *Euterpe macrospadix*, *Gaussia maya*, *Gliricidia sepium*, *Grias integrifolia*, *Guarea excelsa*, *Guazuma ulmifolia*, *Guettarda combsii*, *Haematoxylon campechianum*, *Hamelia rovirosae*, *Hampea*

trilobata, *Hippocratea excelsa*, *Hirtella americana*, *Karwinskia calderoni*, *Laetia thamnina*, *Ledembergia macrantha*, *Licaria peckii*, *Liquidambar styraciflua*, *Lonchocarpus castilloi*, *Lonchocarpus guatemalensis*, *Louteridium donnell-smithii*, *Lysiloma babamense*, *Malmea depressa*, *Manilkara zapota*, *Mannicaria saccifera*, *Matayba opositifolia*, *Metopium brownei*, *Montrichardia arborescens*, *Morinda panamensis*, *Oreopanax obtusifolius*, *Pachira aquatica*, *Palicourea triphylla*, *Passiflora mayarum*, *Pimenta dioica*, *Pinus caribaea*, *Piper psilorrhachis*, *Piscidia piscipula*, *Plumeria rubra*, *Poulsenia armata*, *Pouteria amygdalina*, *Pouteria campechiana*, *Pouteria reticulata*, *Protium copal*, *Pseudobombax ellipticum*, *Pseudolmedia spuria*, *Psychotria capitata*, *Pterocarpus hayesii*, *Pterocarpus officinalis*, *Quararibea funebris*, *Abal mauritiiformis*, *Sapindus saponaria*, *Schizolobium parahybum*, *Sebastiania longicuspis*, *Sebastiania tuerckheimiana*, *Senecio deppeanus*, *Simarouba glauca*, *Simira salvadorensis*, *Sloanea ampla*, *Souroubea triandra*, *Spondias mombin*, *Stemmadenia donnell-smithii*, *Swartzia cubensis*, *Swietenia macrophylla*, *Symphonia globulifera*, *Tabebuia rosea*, *Talisia floresii*, *Talisia olivaeformis*, *Terminalia amazonia*, *Trichilia minutiflora*, *Trophis racemosa*, *Unonopsis pittieri*, *Vatairea lundelli*, *Vismia camparagney*, *Vitex gaumeri*, *Vochysia guatemalensis*, *Xylopia frutescens*, *Zamia splendens* y *Zuleania guidonia* (Inab, 2001).

Otros géneros presentes: *Acalypha*, *Agave*, *Calliandra*, *Ficus*, *Ilex*, *Inga*, *Miconia*, *Quercus*, *Scleria*, *Serjania* y *Xylosma* (Inab, 2001).

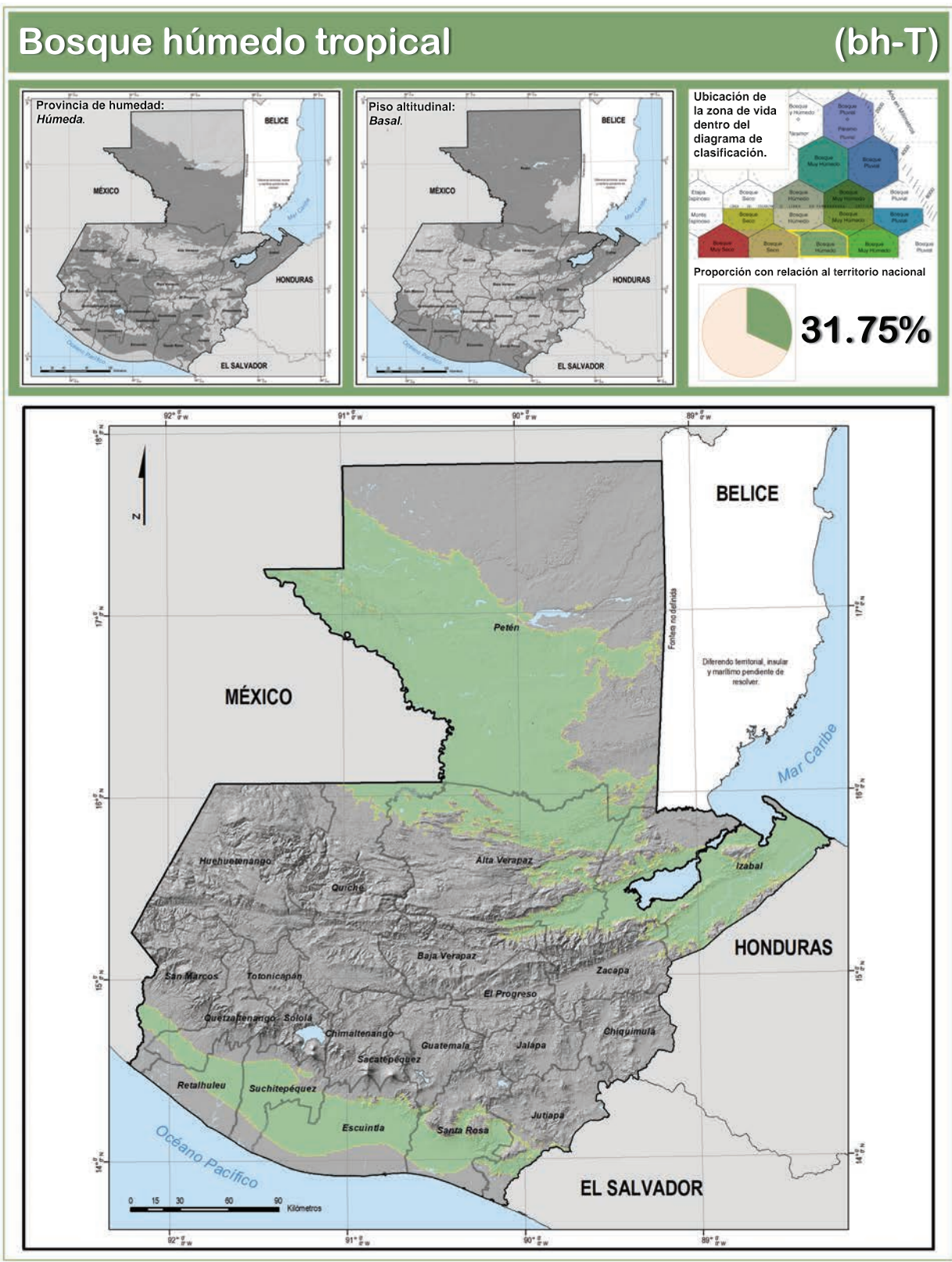


Laguna Lachuá, Cobán, Alta Verapaz

Fotografía: Gerónimo Pérez

Ficha 3

Distribución espacial del bosque húmedo tropical



Fuente: Elaboración propia.



Bosque muy húmedo tropical

Laguna Grande, Livingston, Izabal

Fotografía: Raúl Maas

8.4 Bosque muy húmedo tropical (bmh-T)

a. Ubicación y extensión

La zona de vida de bosque muy húmedo tropical (bmh-T) se encuentra ubicada en la región norte de Huehuetenango, Quiché, Alta Verapaz e Izabal, así como en una franja que abarca el pie de monte volcánico en la porción suroccidental del país, que abarca los departamentos de San Marcos, Quetzaltenango, Retalhuleu, Suchitepéquez y Escuintla (ficha 4).

Tiene una extensión territorial de 614,147 hectáreas, equivalentes al 5.67% del territorio nacional. Se le puede ubicar a una altitud promedio de 321 m.s.n.m. con su punto más bajo en 0 m.s.n.m. y el más alto en 1,003 m.s.n.m.

b. Condiciones climáticas

En esta zona de vida se registra una precipitación pluvial anual que, en promedio, fluctúa entre 2,793 y 4,706 mm, siendo su valor medio de 3,583 mm. Los valores de temperatura mínima y máxima promedio anual se encuentran comprendidos entre los 24 y los 26.7 °C, siendo el valor promedio para todo el ecosistema de 25.3 °C.

Esta zona de vida se caracteriza por presentar una relación de evapotranspiración potencial y precipitación pluvial que, en promedio, asciende a 0.42, lo que significa que de cada milímetro de lluvia se evapotranspiran 0.42 mm, haciendo que en todo el ecosistema se registre un significativo excedente de agua. La figura 8 revela esa disponibilidad hídrica.

c. Usos de la tierra dominantes

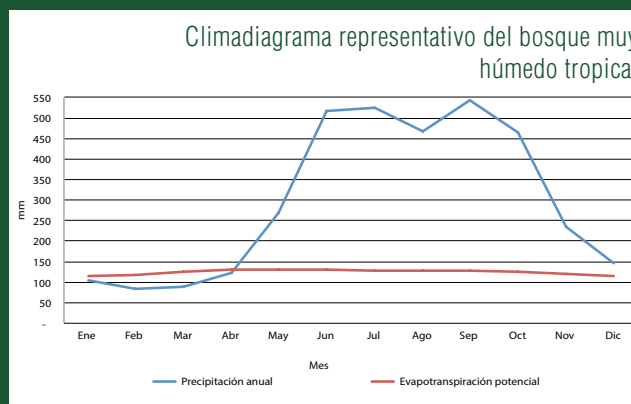
El 36.29% del área que ocupa esta zona de vida está cubierta por bosque, el 17.31% por matorra-



Paisaje característico del bosque muy húmedo tropical: Lagunita Creek, Livingston, Izabal.

Crédito fotográfico: Raúl Estuardo Maas Ibarra.

Figura 8



Fuente: Elaboración propia con base en Hijmans *et al.* (2005).

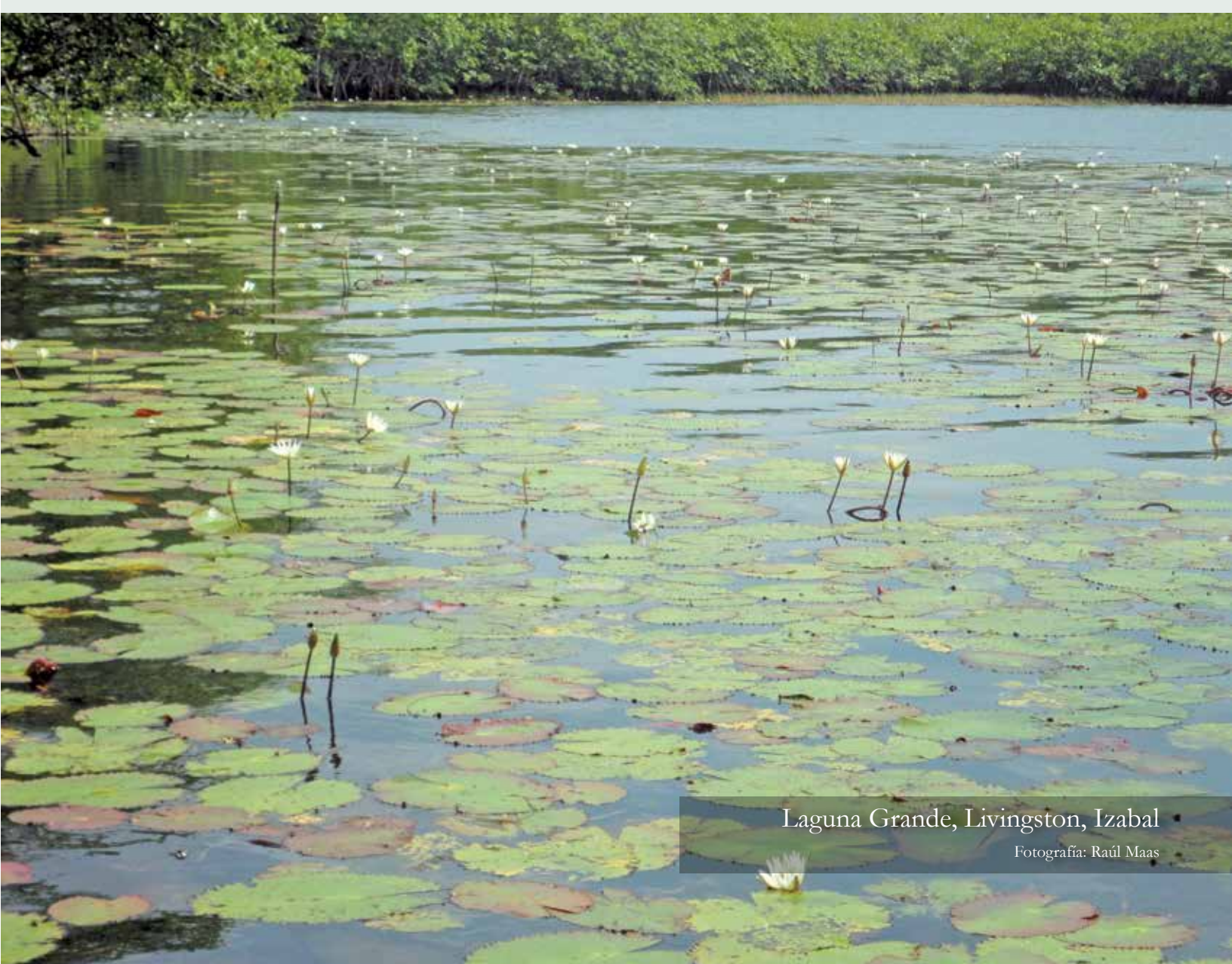
les y arbustos, el 14.26% por ganadería, el 8.91% por granos básicos, el 7.62% por café, el 2.48% por caña de azúcar y el 0.26% por cultivo de palma africana (Grupo Interinstitucional de Monitoreo de Bosques y Uso de la Tierra, 2014). El resto del territorio se encuentra destinado a otros usos de la tierra.

d. Especies vegetales frecuentes

Acoelorrhaphe wrightii, *Alseis yucatenensis*, *Annona glabra*, *Aspidosperma cruentum*, *Asterogyne martiana*, *Astronium graveolens*, *Attalea cobune*, *Bactris mexicana*, *Bactris trichophylla*, *Bourreria oxyphylla*, *Brosimum allicastrum*, *Bursera simaruba*, *Calophyllum brasiliense*, *Carapa guianensis*, *Cedrela odorata*, *Ceiba pentandra*, *Chrysobalanus icaco*, *Chrysophylla stauracantha*, *Chrysophyllum mexicanum*, *Coccoloba schiediana*, *Cochlospermum vitifolium*, *Cordia gerescansthus*, *Cupania belizensis*, *Dalbergia ecastaphyllum*, *Desmonchus orthacantos*, *Dialium guianensis*, *Dracaena americana*, *Eugenia capuli*, *Euterpe macrospadix*, *Grias*

integrifolia, *Guazuma ulmifolia*, *Guettarda combsii*, *Hamelia rovirosae*, *Ledembergia macrantha*, *Lonchocarpus guatemalensis*, *Mannicaria saccifera*, *Montricardia arborescens*, *Morinda panamensis*, *Pachira aquatica*, *Palicourea triphylla*, *Psychotria capitata*, *Pterocarpus hayesi*, *Pterocarpus officinalis*, *Sabal mauritiiformis*, *Sebastiana longicuspis*, *Sloanea ampla*, *Souroubea triandra*, *Spondias mombin*, *Swietenia macrophylla*, *Symphonia globilifera*, *Trophis racemosa*, *Unonopsis pittieri*, *Vismia camparaguay* y *Zamia splendens* (Inab, 2001).

Otros géneros presentes: *Ficus*, *Ilex*, *Miconia*, *Piper* y *Pouteria* (Inab, 2001).



Laguna Grande, Livingston, Izabal

Fotografía: Raúl Maas

Ficha 4

Distribución espacial del bosque muy húmedo tropical

Bosque muy húmedo tropical

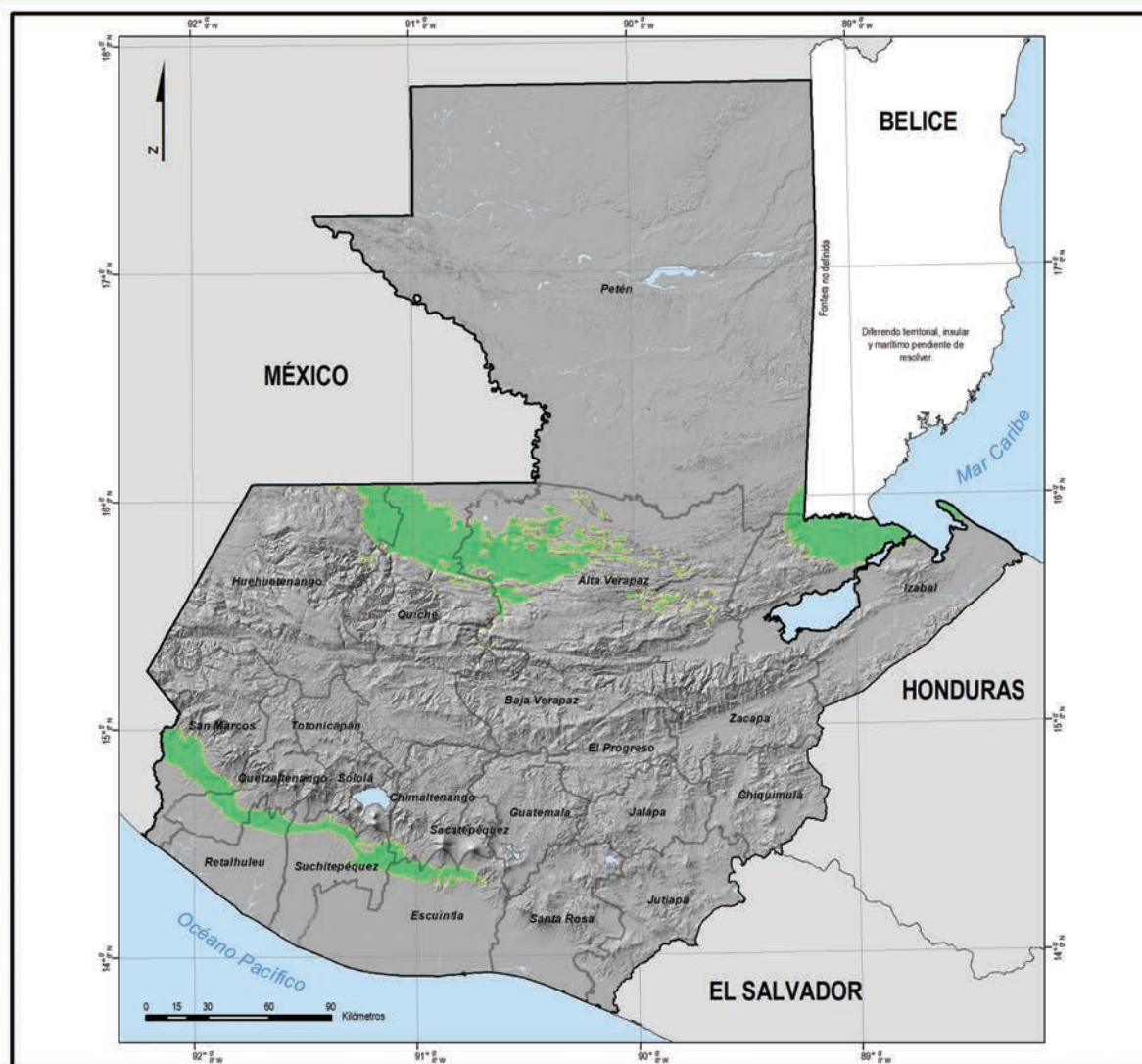
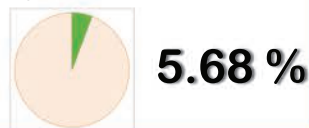
(bmfh-T)



Ubicación de la zona de vida dentro del diagrama de clasificación.



Proporción con relación al territorio nacional



Fuente: Elaboración propia.

Zonas de vida del piso premontano







Bosque seco premontano tropical

Salamá, Baja Verapaz

Fotografía: Raúl Maas

8.5 Bosque seco premontano tropical (bs-PMT)

a. Ubicación y extensión

La zona de vida de bosque seco premontano tropical (bs-PMT) se distribuye en el país en un sentido que va del noroccidente al suroriente, formando parte de las depresiones de los ríos Cuilco (Huehuetenango), Chixoy (Sacapulas, Quiché) y Motagua (en Guatemala, El Progreso y Baja Verapaz); así como en Zacapa, Chiquimula, Jalapa y Jutiapa. También se encuentran significativos segmentos de este tipo de zona de vida en la porción occidental del municipio de Nentón, Huehuetenango, y en la parte central del departamento de Baja Verapaz (ficha 5).

De esta zona de vida se tiene registrada una extensión territorial de 479,743 hectáreas, equivalentes al 4.43% del territorio nacional. Se le encuentra a altitudes promedio de 929 m.s.n.m. con su punto más bajo en 315 m.s.n.m. y el más alto en 1,868 m.s.n.m.

b. Condiciones climáticas

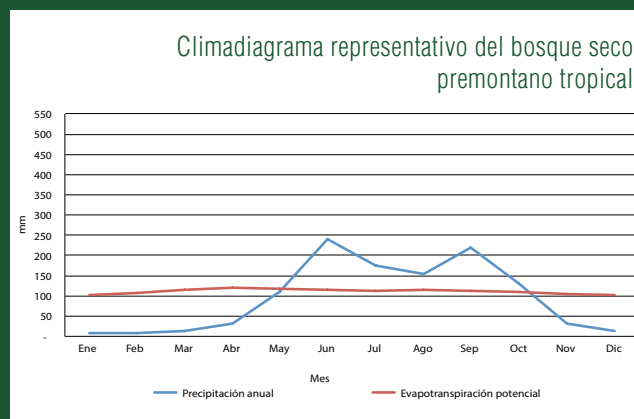
En los territorios en los que se encuentra esta zona de vida se registra una precipitación pluvial anual comprendida entre los 624 y 1,200 mm, alcanzando un valor promedio de 1,133 mm. Por su parte, los



Paisaje característico del bosque seco premontano tropical: Inmediaciones de la cabecera municipal de San Miguel Chicaj, Baja Verapaz.

Crédito fotográfico: Gerónimo Estuardo Pérez Irungaray.

Figura 9



Fuente: Elaboración propia con base en Hijmans *et al.* (2005).



valores de temperatura promedio anual mínima y máxima se encuentran comprendidos entre los 18.3 y los 24 °C, siendo el valor promedio para todo el ecosistema de 22.56 °C.

Esta zona de vida se caracteriza por presentar una relación entre la evapotranspiración potencial y la precipitación pluvial con valor de 1.4, lo que significa que de cada milímetro de lluvia que allí ocurre se evapotranspiran 1.17 mm, haciendo que en toda la zona se presente un significativo déficit de agua, lo cual se refleja en la figura 9.

c. Usos de la tierra dominantes

El 50.46% del área que ocupa esta zona está cubierta por matorrales y arbustos, el 27.31% por granos básicos, el 10.13% por ganadería y el 8.78% por bosque. El café tan solo cubre el 0.5% de la zona y el azúcar solo llega a cubrir el 0.11% (Grupo Interinstitucional de Monitoreo de Bosques y Uso de la Tierra, 2014). El resto del territorio se encuentra destinado a otros usos de la tierra.

d. Especies vegetales frecuentes

Acacia pennatula, *Agarista mexicana*, *Agave oppascidens*, *Arbutus xalapensis*, *Brabea dulcis*, *Bursera bipinnata*, *Bursera diversifolia*, *Bursera graveolens*, *Bursera simaruba*, *Bursera steyermarkii*, *Byrsonima crassifolia*, *Ceiba*

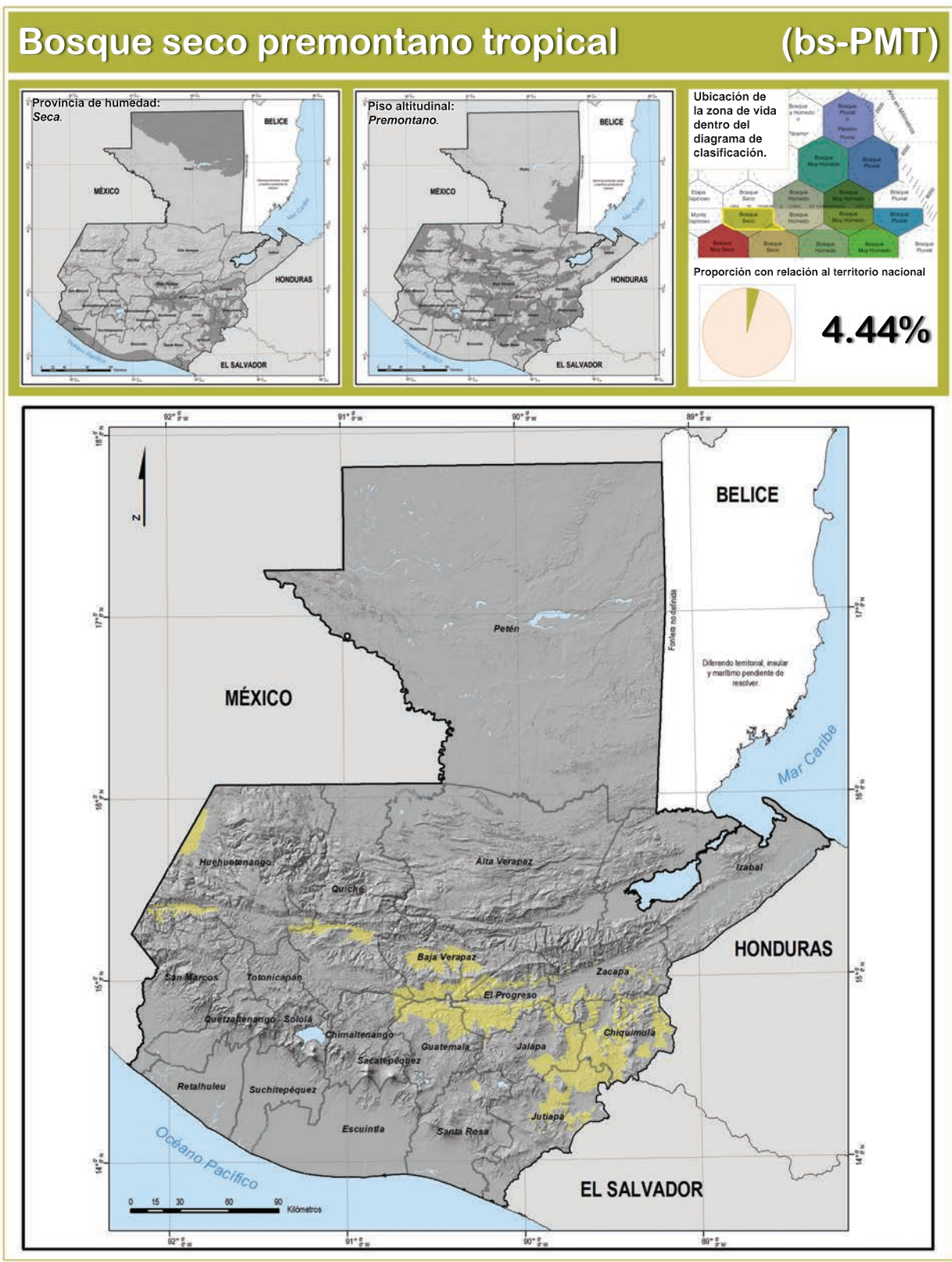
aesculifolia, *Ceiba pentandra*, *Cephalocereus maxoni*, *Cochlospermum vitifolium*, *Comocladia guatemalensis*, *Cordia alliodora*, *Cordia curassavica*, *Croton ciliatoglandulosus*, *Croton payaquensis*, *Desmodium angustifolium*, *Dyphisa floribunda*, *Eritrina berteriana*, *Eugenia rufidula*, *Fraxinus vellerea*, *Gliricida sepium*, *Guazuma ulmifolia*, *Gyrocarpus americanus*, *Haematoxylon brasiletto*, *Hintonia standleyana*, *Hippocratea excelsa*, *Inga leptaloba*, *Ipomea murucoides*, *Juniperus comitana*, *Karwinskia calderonii*, *Liquidambar styraciflua*, *Mimosa skinneri*, *Myrica cerifera*, *Ocimum micranthum*, *Opuntia decumbrens*, *Pachyrhizus erosus*, *Pinus caribaea*, *Pinus maximinoi*, *Pinus oocarpa*, *Pinus tecunumanii*, *Pistacia mexicana*, *Pseudobombax ellipticum*, *Quercus peduncularis*, *Quercus sapotifolia*, *Quercus tristis*, *Rauwolfia tetraphylla*, *Rhus vestita*, *Sageretia elegans*, *Sapindus saponaria*, *Sapranthus nicaraguensis*, *Senecio deppeanus*, *Simarouba glauca*, *Spondias mombin*, *Stillingia sanguinolenta*, *Tecoma stans*, *Thevetia ovata*, *Thouinidium decandrum*, *Tonduzia pittieri*, *Triplaris melaenodendron*, *Turnera ulmifolia* y *Zanthoxylum culantrillo* (Inab, 2001).

Otros géneros presentes: *Aristolochia*, *Bauhinia*, *Calliandra*, *Cassia*, *Clusia*, *Cnidioscolus*, *Eupatorium*, *Euphorbia*, *Ficus*, *Lippia*, *Luehea*, *Lysiloma*, *Mammillaria*, *Pasiflora*, *Psidium*, *Randia*, *Saurauia*, *Selaginella*, *Serjania*, *Urera*, *Begonia* y *Xylosma* (Inab, 2001).



Ficha 5

Distribución espacial del bosque seco premontano tropical



Fuente: Elaboración propia.



Bosque húmedo premontano tropical

Aguacatán, Huehuetenango

Fotografía: Raúl Maas

8.6 Bosque húmedo premontano tropical (bh-PMT)

a. Ubicación y extensión

La zona de vida de bosque húmedo premontano tropical (bh-PMT) se encuentra presente en los departamentos de Huehuetenango, Quiché, Totonicapán, Chimaltenango, Sacatepéquez, Guatemala, Baja Verapaz y Santa Rosa; así como en la zona oriental del país: Jalapa, Jutiapa, Chiquimula, El Progreso y Zacapa y en las zonas montañosas del sureste de Izabal y Petén (ficha 6).

Tiene una extensión territorial de 1,593,266 hectáreas, equivalentes al 14.72% del territorio nacional. Se encuentra a una altitud promedio de 1,078 m.s.n.m., con su punto más bajo en 126 m y el más alto en 2,209 m.

b. Condiciones climáticas

El territorio cubierto por esta zona de vida registra precipitaciones pluviales anuales promedio comprendidas entre los 1000 y 3,125 mm, siendo su valor medio de 1,731 mm. Los valores de temperatura mínima y máxima promedio anual se encuentran comprendidos entre los 18 y los 24 °C, y el valor promedio es de 21.27 °C.

Esta zona de vida se caracteriza por presentar una relación entre la evapotranspiración potencial y la precipitación pluvial que, en promedio, es de 0.72, lo que significa que de cada milímetro de lluvia se evapotranspiran 0.72 mm, haciendo que esta zona de vida se considere excedentaria en agua. Esto se puede visualizar de una mejor forma en la figura 10.

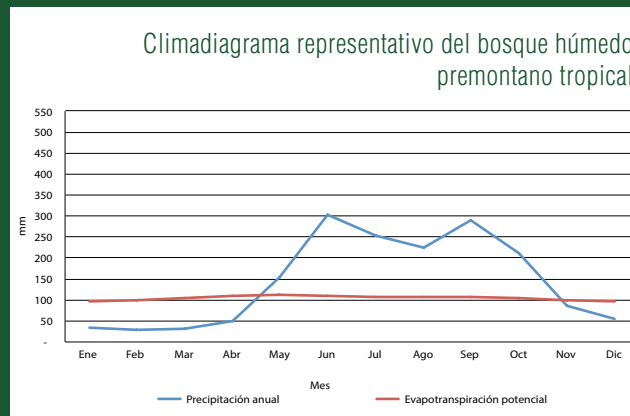
c. Usos de la tierra dominantes

El 31.31% del área que ocupa esta zona está cubierta por matorrales y arbustos, el 24.28% por bosques,



Paisaje característico del bosque húmedo premontano tropical: Jalapán, Mataquesuintla, Jalapa
Crédito fotográfico: Guillermo Alejandro Gándara Cabrera.

Figura 10



Fuente: Elaboración propia con base en Hijmans *et al.* (2005).

el 15.53% por pastizales, el 12.14% por cultivo de café y el 11.18% por agricultura anual (Grupo Interinstitucional de Monitoreo de Bosques y Uso de la Tierra, 2014). El resto del territorio se encuentra destinado a otros usos de la tierra.

d. Especies vegetales frecuentes

Acacia pennatula, *Achimenes erecta*, *Alseis yucatenensis*, *Ampelocera hottlei*, *Amphitecna macrophylla*, *Apbelandra*

scabra, *Aspidosperma megalocarpon*, *Astronium graveolens*, *Attalea cobune*, *Bauhinia divaricata*, *Bernoullia flammea*, *Bursera bipinnata*, *Bursera diversifolia*, *Bursera graveolens*, *Bursera simaruba*, *Byrsonima crassifolia*, *Calophyllum brasiliense*, *Castilla elastica*, *Cedrela odorata*, *Ceiba aesculifolia*, *Cephalocereus maxoni*, *Clethra occidentalis*, *Clusia massoniana*, *Coccoloba acapulcensis*, *Cochlospermum vitifolium*, *Cordia urassavica*, *Croton ciliatoglandulosus*, *Croton glabellus*, *Croton payaquensis*, *Crysophila stauracantha*, *Curatella americana*, *Cymbopetalum mayarum*, *Dendropanax arboreus*, *Desmoncus orthacanthos*, *Dialium guianensis*, *Drypetes brownii*, *Eritrina berteriana*, *Fraxinus vellerea*, *Glicicidia sepium*, *Guazuma ulmifolia*, *Haematoxylon brasiletto*, *Helicteres guazumifolia*, *Ipomea murucoides*, *Lonchocarpus castilloi*, *Lonchocarpus guatemalensis*, *Louteridium donnell-smithii*, *Malmea depressa*, *Manilkara zapota*, *Metopium brownei*, *Mimosa skinneri*, *Ocimum micranthum*, *Opuntia decumbrens*,

Oreopanax obtusifolius, *Pachyrhizus erosus*, *Pimenta dioica*, *Pinus caribaea*, *Pinus oocarpa*, *Piper psilorrhachis*, *Plumeria rubra*, *Pouteria campechiana*, *Pouteria reticulata*, *Protium copal*, *Pseudobombax ellipticum*, *Sabal mauritiiformis*, *Sageretia elegans*, *Sapindus saponaria*, *Schizolobium parahybum*, *Sebastiania tuerckheimiana*, *Senecio deppeanus*, *Talisia olivaeformis*, *Tecoma stans*, *Terminalia amazonia*, *Thevetia ovata*, *Tonduzia longifolia*, *Tonduzia pittieri*, *Trichilia minutiflora*, *Turnera ulmifolia*, *Vismia camparaguey*, *Vitex gaumeri*, y *Zanthoxylum culantrillo* (Inab, 2001).

Otros géneros presentes: *Acalypha*, *Agarista*, *Agave*, *Brosimum*, *Calliandra*, *Cassia*, *Eupatorium*, *Ficus*, *Guarea*, *Lippia*, *Lysiloma*, *Mammillaria*, *Pasiflora*, *Pithecellobium*, *Psidium*, *Quercus*, *Randia*, *Rhus*, *Selaginella*, *Serjania* y *Xylosma* (Inab, 2001).

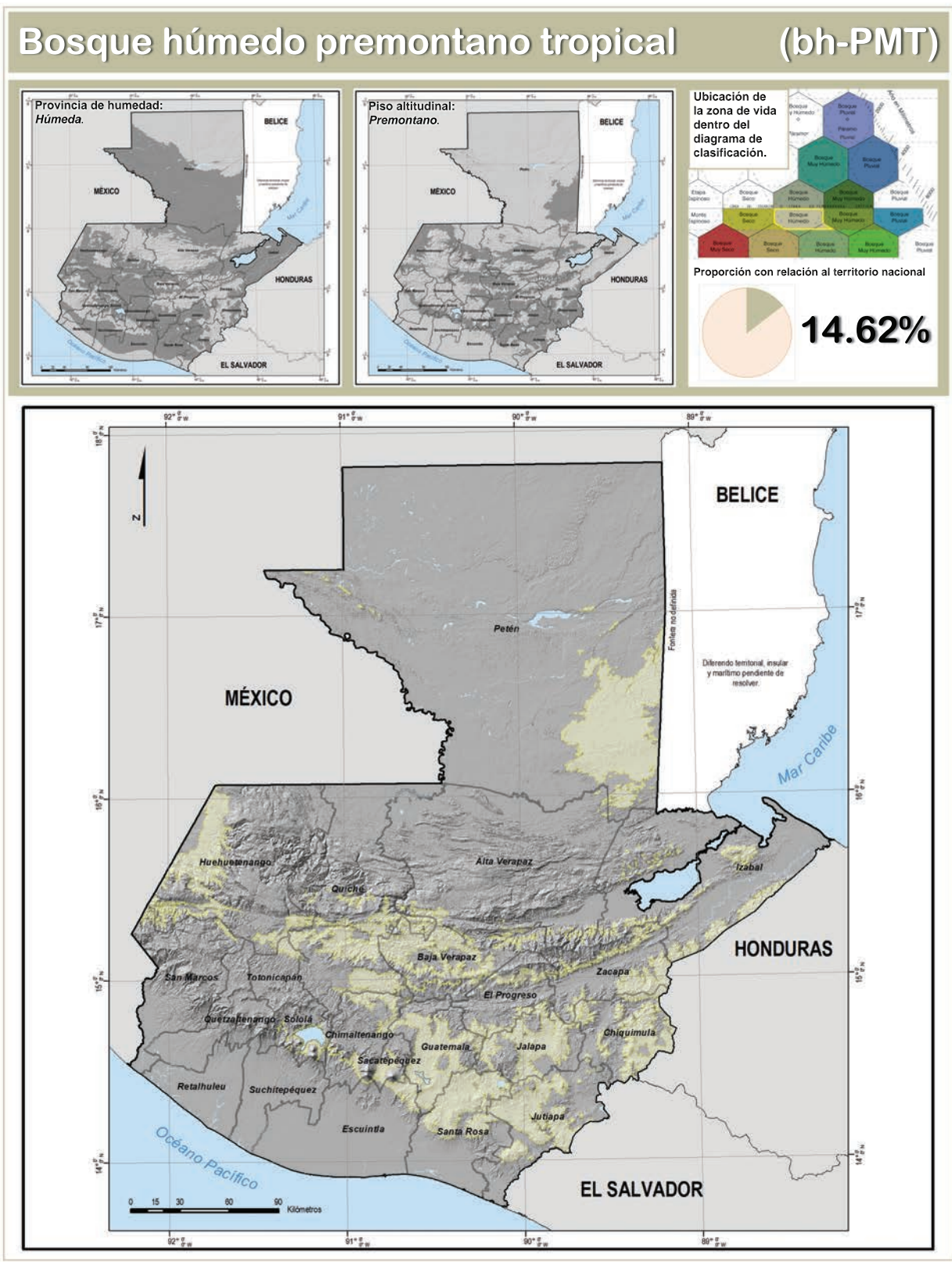


Embalse Chixoy, San Cristóbal Verapaz, Alta Verapaz

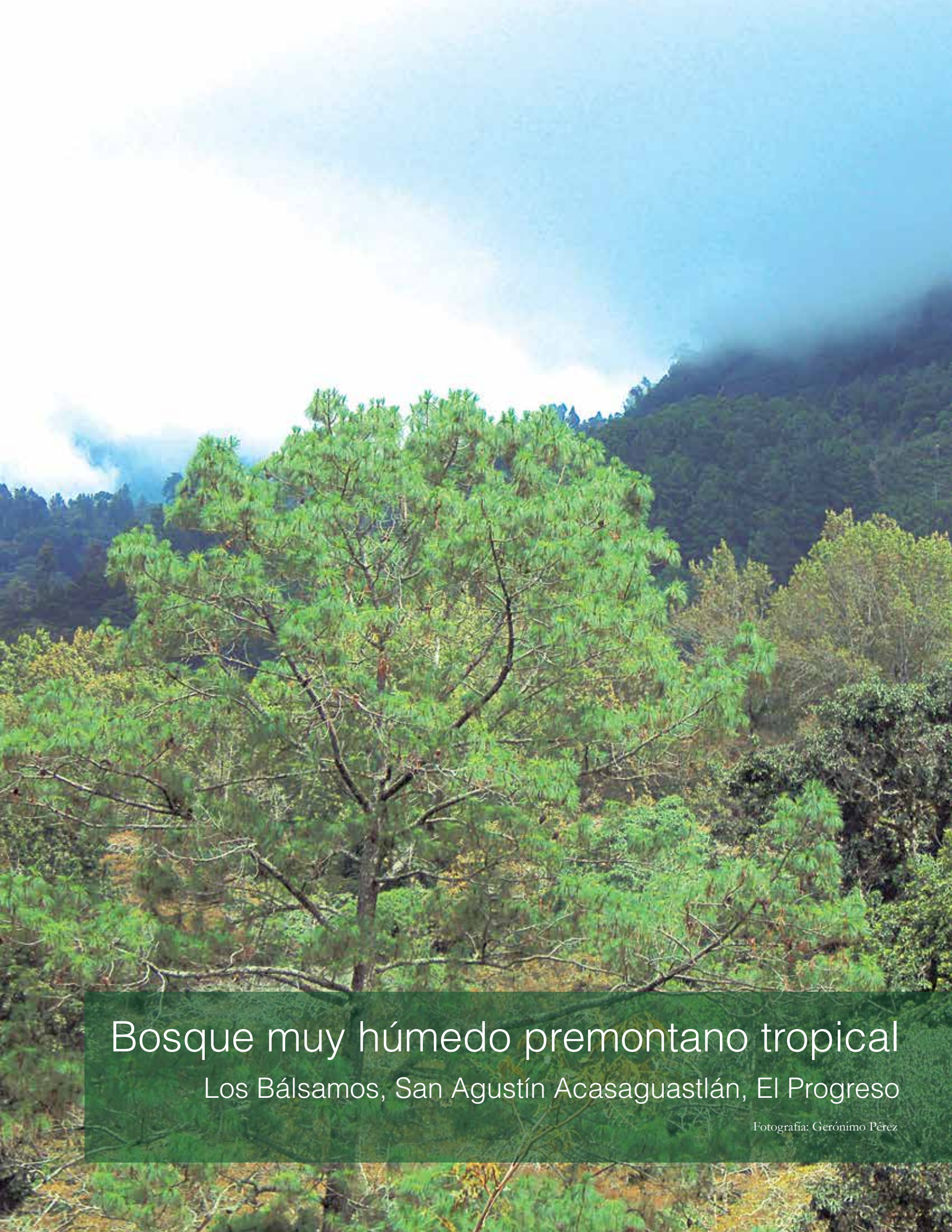
Fotografía: Raúl Maas

Ficha 6

Distribución espacial del bosque húmedo premontano tropical



Fuente: Elaboración propia.



Bosque muy húmedo premontano tropical

Los Bálsamos, San Agustín Acasaguastlán, El Progreso

Fotografía: Gerónimo Pérez

8.7 Bosque muy húmedo premontano tropical (bmh-PMT)

a. Ubicación y extensión

La zona de vida de bosque muy húmedo premontano tropical (bmh-PMT) se encuentra ubicada al norte de Huehuetenango, la región central de Quiché, Alta Verapaz e Izabal; así como en una franja del pie de monte volcánico que atraviesa San Marcos, Quetzaltenango, Retalhuleu, Suchitepéquez, Sololá, Chimaltenango y Escuintla. Asimismo, pueden ubicarse significativos segmentos de esta zona de vida en la Sierra de Las Minas, en Baja y Alta Verapaz; Izabal, Zacapa y El Progreso (ficha 7).

Esta zona de vida registra una extensión territorial de 821,973 hectáreas, equivalentes al 7.59% del territorio nacional. La zona de vida se localiza a una altitud promedio de 1,031 m.s.n.m. con su punto más bajo en 63 m.s.n.m. y el más alto en 2,188 m.s.n.m.

b. Condiciones climáticas

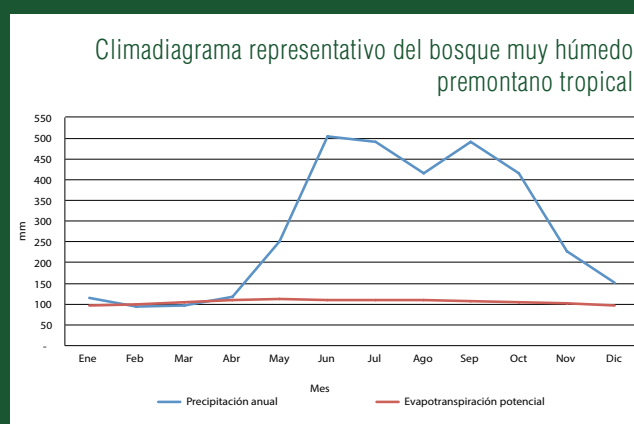
En el territorio ocupado por esta zona de vida se reportan precipitaciones pluviales anuales comprendidas entre los 2,000 y 4,850 mm, presentando un valor promedio de 3,380 mm. Las condiciones de la temperatura mínima y máxima promedio anual se encuentran comprendidas entre los 18 y los 24°C, con un valor promedio para toda la región de 21.44°C.

En esta zona de vida la relación entre la evapotranspiración potencial y la precipitación pluvial es de 0.37, lo que significa que por cada milímetro de lluvia, se evapotranspiran 0.37mm, haciendo que este ecosistema se considere excedentario en agua, tal como lo refleja la figura 11.



Paisaje característico del bosque muy húmedo premontano tropical: Finca Chaculá, Nentón Huehuetenango
Crédito fotográfico: Gerónimo Estuardo Pérez Irungaray.

Figura 11



Fuente: Elaboración propia con base en Hijmans *et al.* (2005).

c. Usos de la tierra dominantes

El 39.70% del área que ocupa esta zona de vida está cubierta por bosque, el 19.90% por matorrales y arbustos, el 17.95% por café, el 8.99% por agricultura anual, y tan sólo el 3.27% por pastizales (Grupo Interinstitucional de Monitoreo de Bosques y Uso de la Tierra, 2014). El resto del territorio se encuentra destinado a otros usos de la tierra.

d. Especies vegetales frecuentes

Agarista mexicana, *Agave oppascidens*, *Amphitecna macrophylla*, *Arbutus xalapensis*, *Brabea dulcis*, *Byrsinoma crassifolia*, *Cedrela pacayana*, *Chaetopelea mexicana*, *Citharexylum donell-smithii*, *Colpothrinax cookii*, *Comocladia guatemalensis*, *Desmodium angustifolium*, *Dyphisa floribunda*, *Euterpe precatoria*, *Heliocarpus donnell-smithii*, *Inga leptaloba*, *Juniperus comitana*, *Liquidambar styraciflua*, *Myrica cerifera*, *Pachyrrizus erosus*, *Pinus caribaea*, *Pinus maximinoi*,

Pinus oocarpa, *Pinus tecunumanii*, *Podocarpus guatemalensis*, *Pourouma bicolor*, *Psychotria elata*, *Quercus corrugata*, *Quercus peduncularis*, *Quercus purulbana*, *Quercus sapotifolia*, *Quercus skinneri*, *Quercus tristis*, *Rhus vestita*, *Rondeletia cordata*, *Schizolobium parahybum*, *Senecio deppeanus*, *Stillingia sanguinolenta*, *Synechantus fibrosus*, *Tonduzia longifolia*, *Trema micrantha* y *Vismia camparaguey* (Inab, 2001).

Otros géneros presentes: *Clethra*, *Clusia*, *Magnolia*, *Pithecellobium* y *Saurauia* (Inab, 2001).

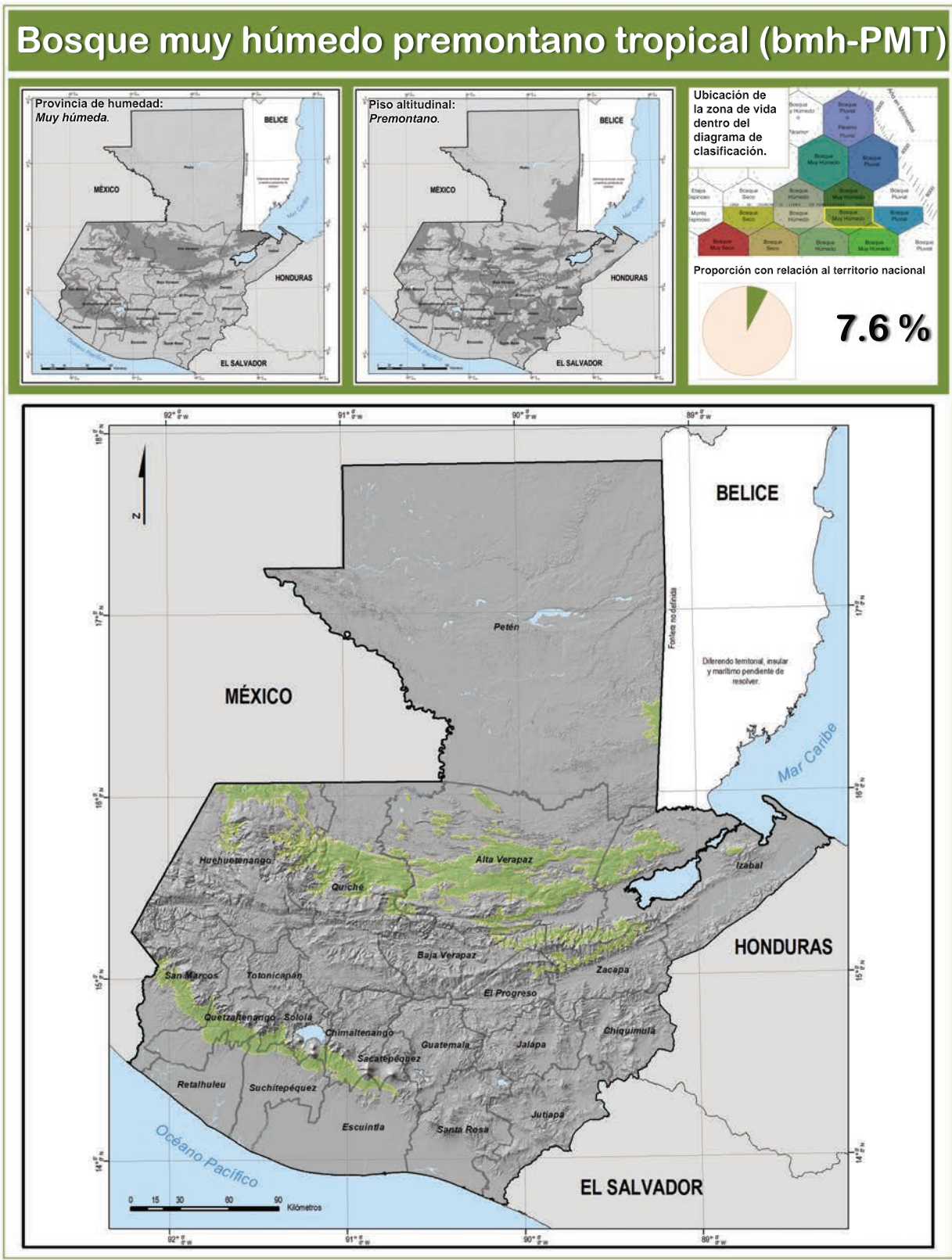


Río San Juan, Barillas, Huehuetenango

Fotografía: Raúl Maas

Ficha 7

Distribución espacial del bosque muy húmedo premontano tropical



Fuente: Elaboración propia.



Bosque pluvial premontano tropical

Tres Ranchos, Barillas, Huehuetenango

Fotografía: Raúl Maas

8.8 Bosque pluvial premontano tropical (bp-PMT)

a. Ubicación y extensión

La zona de vida de bosque pluvial premontano tropical (bp-PMT) se encuentra ubicada de manera relevante en el municipio de Santa Cruz Barillas, Huehuetenango; y en una pequeña porción territorial en las faldas del volcán Pecul, en el municipio de Zunilito, Suchitepéquez (ficha 8).

Esta zona de vida registra una superficie de 30,329 hectáreas, equivalentes al 0.28% del territorio nacional, y es una de las tres zonas de vida más pequeñas del país. Su altitud promedio es de 1,300 m.s.n.m., con su punto más bajo en los 432 m.s.n.m. y el más alto en 1,886 m.s.n.m.

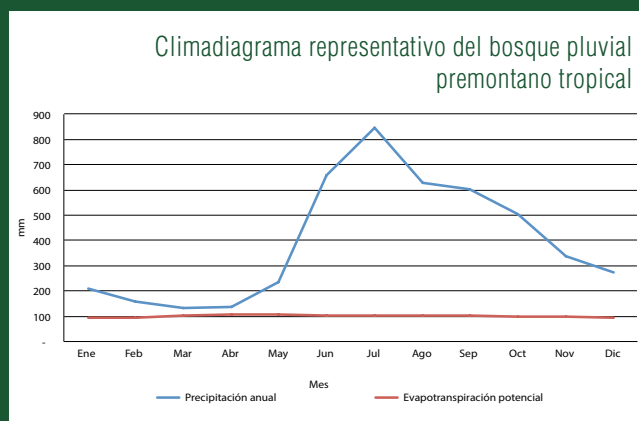
b. Condiciones climáticas

En el territorio que ocupa esta zona de vida se reportan precipitaciones pluviales anuales comprendidas entre 4,000 y 5,375 mm, con un promedio de 4,744 mm, siendo la zona de vida que presenta los mayores volúmenes de precipitación de todo el país.



Paisaje característico del bosque pluvial premontano tropical: Tres Ranchos, Santa Cruz Barillas, Huehuetenango. Crédito fotográfico: Gerónimo Estuardo Pérez Irungaray.

Figura 12



Fuente: Elaboración propia con base en Hijmans *et al.* (2005).



Los valores de temperatura mínima y máxima promedio anual se encuentran entre los 18.2 y los 24.0 °C, y el valor promedio para toda la zona es de 20.41 °C.

En esta zona de vida la relación entre la evapotranspiración potencial y la precipitación pluvial en promedio registra un valor de 0.265, lo que implica que, por cada milímetro de lluvia, se evapotranspiran 0.25 mm, provocando un significativo excedente de agua a nivel del sistema ecológico, tal como lo refleja la figura 12.

c. Usos de la tierra dominantes

El 58.37% del área que ocupa esta zona de vida está cubierta por bosques, el 14.19% por café, el 13.93% por matorrales y arbustos y el 6.24% por agricultura anual (Grupo Interinstitucional de Monitoreo de

Bosques y Uso de la Tierra, 2014). El resto del territorio se encuentra destinado a otros usos de la tierra.

d. Especies vegetales frecuentes

Amphitecna macrophylla, *Buddleia skutchii*, *Cedrela pacayana*, *Chaetopelea mexicana*, *Citharexylum donnell-smithii*, *Colpothrinax cookii*, *Ehretia luxiana*, *Enterpe precatória*, *Gunnera killipiana*, *Hedyosmum mexicanum*, *Heliocarpus donnell-smithii*, *Oreopanax xalapensis*, *Parathesis tartaria*, *Podocarpus guatemalensis*, *Pourouma bicolor*, *Psychotria elata*, *Quercus corrugata*, *Quercus purulbana*, *Quercus skinneri*, *Rondataletia cordata*, *Schizolobium parahybum*, *Synechantis fibrosus*, *Tonduzia longifolia*, *Trema micrantha* y *Vismia camparaguey* (Inab, 2001).

Otros géneros presentes: *Alnus*, *Clethra*, *Clusia*, *Magnolia*, *Ostrya*, *Pithecellobium* y *Saurauia* (Inab, 2001).



Mal País, Santa Cruz Barillas, Huehuetenango

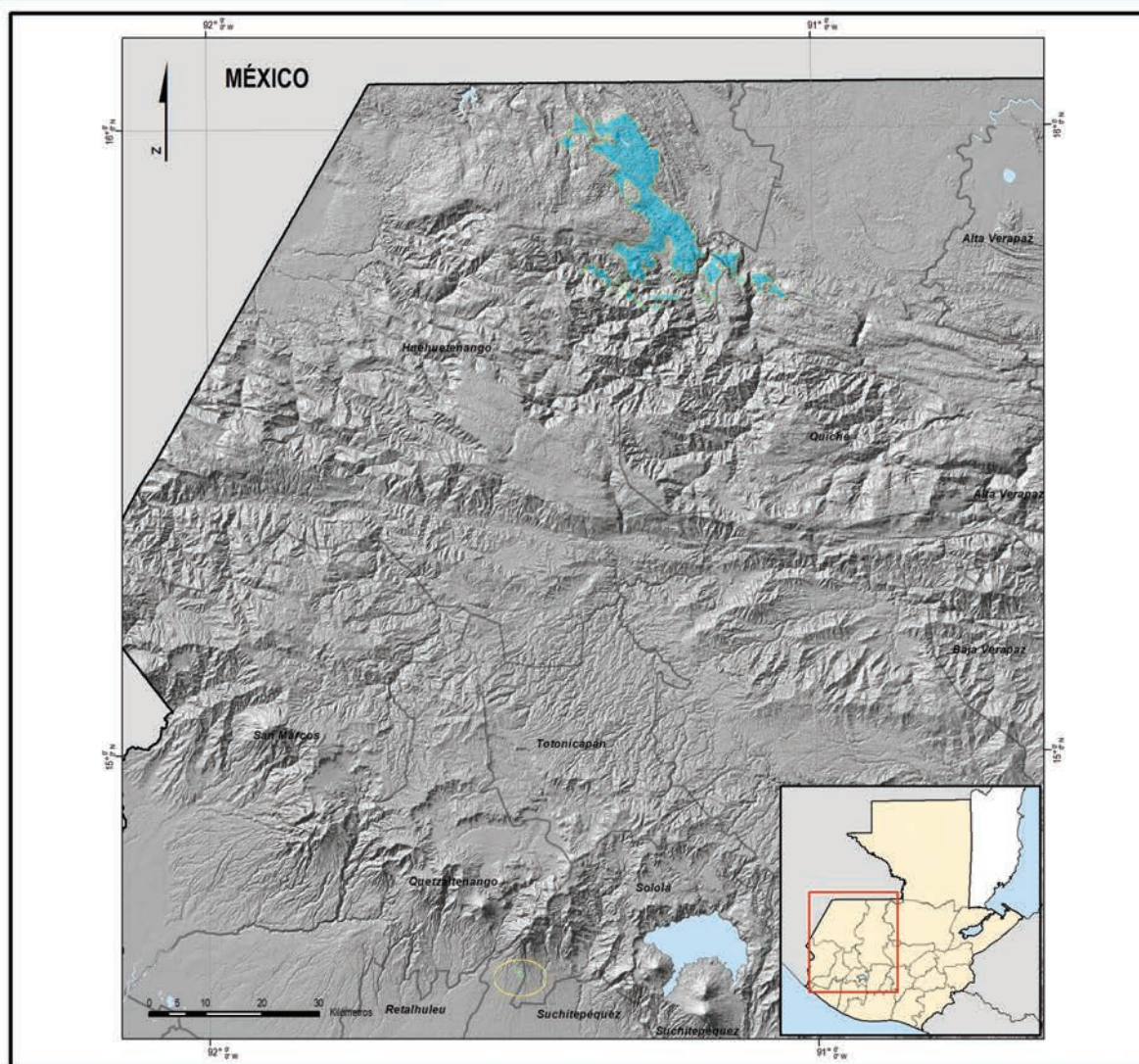
Fotografía: Gerónimo Pérez

Ficha 8

Distribución espacial del bosque pluvial premontano tropical

Bosque pluvial premontano tropical

(bp-PMT)



Fuente: Elaboración propia.

Zonas de vida del piso montano bajo







Bosque húmedo montano bajo tropical

Ocanté, Nentón, Huehuetenango

Fotografía: Raúl Maas

8.9 Bosque húmedo montano bajo tropical (bh-MBT)

a. Ubicación y extensión

La zona de vida de bosque húmedo montano bajo tropical (bh-MBT) tiene una significativa presencia en la región occidental del país, especialmente en los departamentos de Huehuetenango, Quiché, San Marcos, Quetzaltenango, Totonicapán, Sololá, Chimaltenango y Sacatepéquez; así como en las partes altas de Alta Verapaz, Guatemala, Santa Rosa, Jalapa y Jutiapa (ficha 9).

Esta zona de vida cubre una superficie de 1,207,002 hectáreas, equivalentes al 11.15% del territorio nacional. Se encuentra a una altitud promedio de 2,150 m.s.n.m., con su punto más bajo en 1,047 m.s.n.m. y el más alto en 3,207 m.s.n.m.

b. Condiciones climáticas

En el territorio ocupado por este ecosistema se reportan precipitaciones pluviales anuales que van de 901 a 2,000 mm, con un valor promedio de 1,360 mm. Los valores de temperatura mínima y máxima promedio anual se encuentran entre los 10 y los 18 °C, siendo el valor promedio para toda la zona de 15.48 °C.

En esta zona de vida la relación entre la evapotranspiración potencial y la precipitación pluvial es de 0.67, lo que significa que por cada milímetro de lluvia se evapotranspiran 0.67 mm, interacción que favorece la presencia de excedentes de agua, tal como se observa en la figura 13.

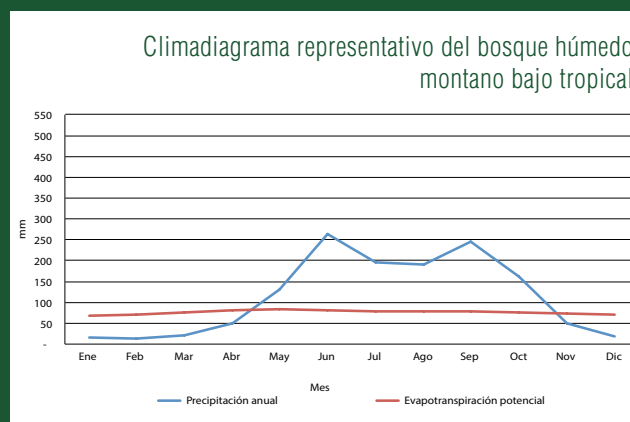
c. Usos de la tierra dominantes

El 38.98% del área que ocupa esta zona está cubierta por bosque, el 25.65% por matorrales y arbustos, el 24.74% por agricultura anual, el 4.19%



Paisaje característico del bosque húmedo montano bajo tropical: Sierra de Chuacús, Granados, Baja Verapaz
Crédito fotográfico: Raúl Estuardo Maas Ibarra.

Figura 13



Fuente: Elaboración propia con base en Hijmans *et al.* (2005).

por pastizales y el 3.29% por café (Grupo Interinstitucional de Monitoreo de Bosques y Uso de la Tierra, 2014). El resto del territorio se encuentra destinado a otros usos de la tierra.

d. Especies vegetales frecuentes

Abies guatemalensis, *Acacia pennatula*, *Acaena elongata*, *Alnus jorullensis*, *Alsophila salvinii*, *Arbutus xalapensis*, *Arctostaphylos pyrifolia*, *Baccharis vaccinioides*, *Billia hippocastanum*, *Buddleia nitida*, *Buddleia skutchii*, *Cavendishia guatemalensis*, *Ceanothus coeruleus*, *Cedrela*

pacayana, *Cestrum aurantiacum*, *Chaetoptelea mexicana*, *Chiranthodendron pentadactylon*, *Citharexylum donnell-smithii*, *Clethra suaveolens*, *Cleyera theaeoides*, *Coriaria thymifolia*, *Cuphea cyanea*, *Cupressus lusitanica*, *Cyathea divergens*, *Dalia australis*, *Dendropanax arboreus*, *Dicksonia sellowiana*, *Didymopanax morototoni*, *Dodonea viscosa*, *Drimys granadensis*, *Ehretia luxiana*, *Eupatorium semialatum*, *Fuchsia arborescens*, *Fuchsia michoacensis*, *Gimnosperma glutinosa*, *Gregia steyermaerkii*, *Gunnera killipiana*, *Halenia shannonii*, *Hedyosmum mexicanum*, *Ilex belizensis*, *Ilex brandegeana*, *Indigofera miniata*, *Juniperus standleyi*, *Lantana hispida*, *Liquidambar styraciflua*, *Litsea glauscescens*, *Magnolia guatemalensis*, *Mabonia volcanicola*, *Monnina xalapensis*, *Myrica cerifera*, *Oreopanax xalapensis*, *Ostrya virginiana*, *Parathesis leptopa*, *Parathesis tartaria*,

Pinus ayacabuite, *Pinus hartwegii*, *Pinus maximinoi*, *Pinus montezumae*, *Pinus pseudostrobus*, *Pinus rudis*, *Prunus capuli*, *Quercus acatenangensis*, *Quercus brachystachys*, *Quercus crispifolia*, *Quercus sapotaefolia*, *Ranunculus geoides*, *Rapanea juergensenii*, *Rapanea myricoides*, *Rhamnus discolor*, *Rhamnus nelson*, *Rhamnus pringlei*, *Rhamnus serrata*, *Ribes ciliatum*, *Senecio deppeanus*, *Stillingia acutifolia*, *Symphoricarpus microphyllus*, *Symplocos hartwegii*, *Taxus globosa*, *Tigridia pavonia*, *Trema micranta*, *Vaccinium leucanthum*, *Valeriana prionophylla*, *Viburnum jucundum*, *Weinmania pinnata*, *Persea americana* y *Zanthoxylum aguilarii* (Inab, 2001).

Otros géneros presentes: *Lycianthes*, *Salvia*, *Saurauia*, *Smilax*, *Stipa* sp y *Vernonia* (Inab, 2001).

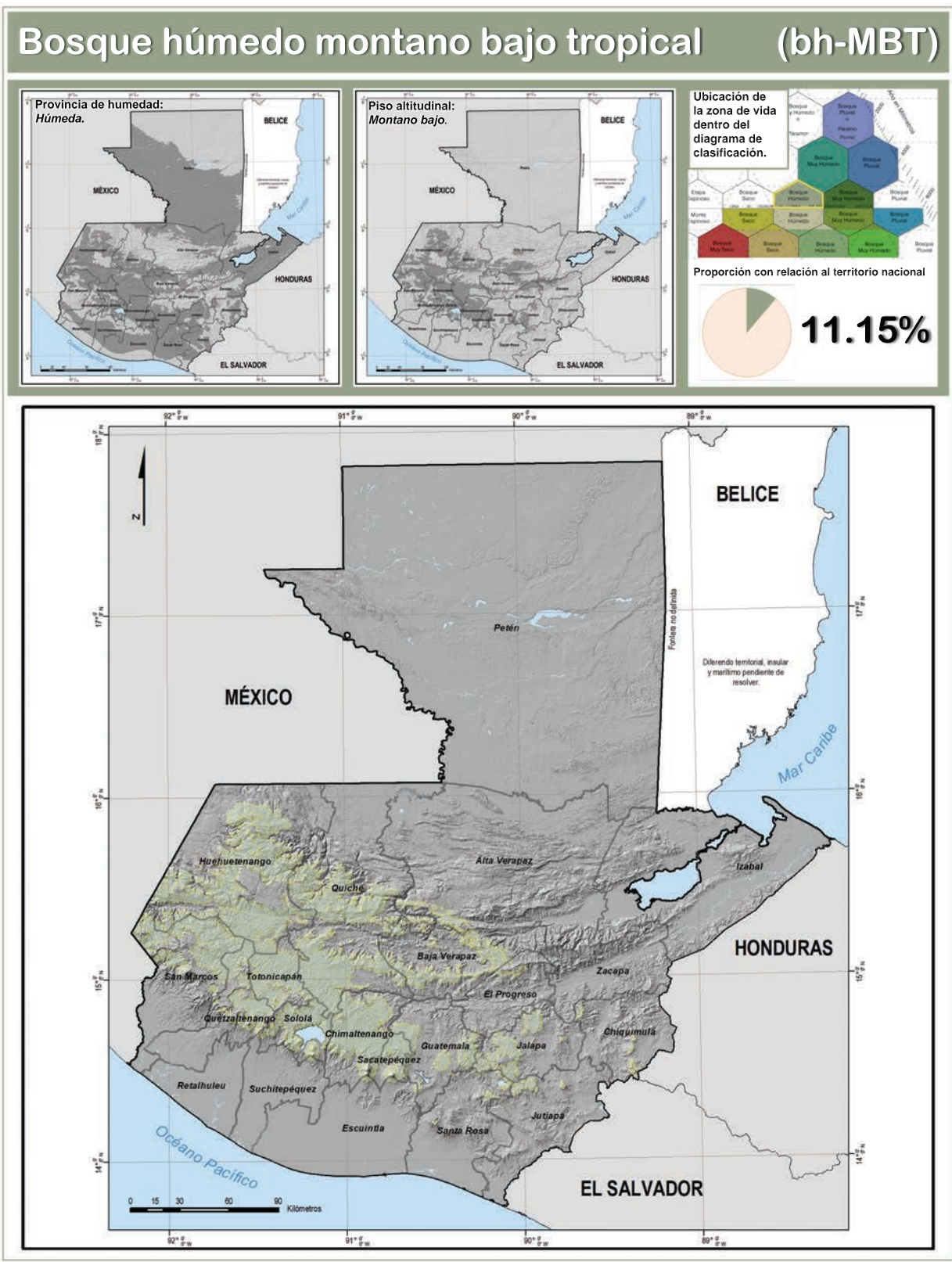


Santa Eulalia, Huehuetenango

Fotografía: Raúl Maas

Ficha 9

Distribución espacial del bosque húmedo montano bajo tropical



Fuente: Elaboración propia.



Bosque muy húmedo montano bajo tropical

Peña del Ángel, Sierra de Las Minas

Fotografía: Raúl Maas

8.10 Bosque muy húmedo montano bajo tropical (bmh-MBT)

a. Ubicación y extensión

La zona de vida de bosque muy húmedo montano bajo tropical (bmh-MBT) se encuentra presente en los departamentos de Alta Verapaz y Baja Verapaz, en la parte alta de la Sierra de Las Minas, entre los departamentos de Baja Verapaz, Alta Verapaz, Zacapa y El Progreso. Además, puede hallarse en pequeñas regiones de Huehuetenango, Quiché, San Marcos, Quetzaltenango, Jalapa y Chiquimula (ficha 10).

En total, esta zona de vida tiene una extensión territorial de 250,698 hectáreas, equivalentes al 2.32% del territorio nacional. En términos generales, se le puede ubicar en una altitud promedio de 1,877 m.s.n.m., con su punto más bajo en los 984 m.s.n.m. y el más alto a 2,949 m.s.n.m.

b. Condiciones climáticas

En los territorios en los que se presenta esta zona de vida se registran precipitaciones pluviales anuales entre los 1,850 y 3,410 mm, con un valor promedio de 2,401 mm. La temperatura mínima y máxima presenta valores promedio anuales comprendidos entre los 9.9 y los 18 °C, reportando un valor medio para toda la zona de 15.85 °C.

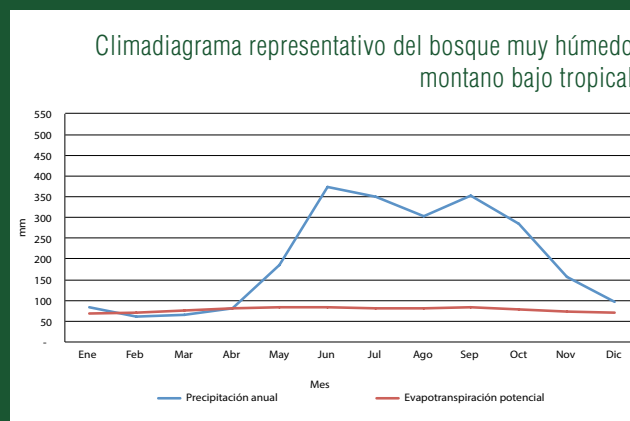
Esta zona de vida presenta una relación entre la evapotranspiración potencial y la precipitación pluvial del orden de 0.39, lo que significa que por cada milímetro de lluvia, se evapotranspiran 0.39 mm, lo cual contribuye a que en esta zona se registre un significativo excedente de agua, tal como lo revela la figura 14.



Paisaje característico del bosque muy húmedo montano bajo tropical: Peña del Ángel, Sierra de Las Minas, San Agustín Acasaguastlán, El Progreso

Crédito fotográfico: Guillermo Alejandro Gándara Cabrera.

Figura 14



Fuente: Elaboración propia con base en Hijmans *et al.* (2005).

c. Usos de la tierra dominantes

El 59.35% del área que ocupa esta zona de vida está cubierta por bosques, el 20.87% por matorrales y arbustos, el 12.43% por agricultura anual y el 1.71% por pastizales (Grupo Interinstitucional de Monitoreo de Bosques y Uso de la Tierra, 2014). El resto del territorio se encuentra destinado a otros usos de la tierra.

d. Especies vegetales frecuentes

Acacia pennatula, *Alnus jorullensis*, *Arbutus xalapensis*, *Baccharis vaccinioides*, *Billia hippocastanum*, *Buddleia nitida*, *Buddleia skutchii*, *Ceanothus coeruleus*, *Cedrela pacayana*, *Cestrum aurantiacum*, *Chaetoptelea mexicana*, *Chiranthodendron pentadactylon*, *Citharexylum donnell-smithii*, *Clethra suaveolens*, *Cleyera theaeoides*, *Colpothrinax cookii*, *Coriaria thymifolia*, *Cyathea divergens*, *Dendropanax arboreus*, *Dicksonia sellowiana*, *Didymopanax morototoni*, *Dodonea viscosa*, *Drimys granadensis*, *Ebretia luxiana*, *Eupatorium semilatum*, *Euterpe precatória*, *Fuchsia arborescens*, *Gunnera killipiana*, *Hedyosmum mexicanum*, *Heliocarpus donnell-smithii*, *Ilex brandegeana*, *Indigofera miniata*, *Lantana hispida*, *Liquidambar styraciflua*, *Litsea*

glauscescens, *Magnolia guatemalensis*, *Monnina xalapensis*, *Myrica cerifera*, *Oreopanax xalapensis*, *Ostrya virginiana*, *Parathesis leptota*, *Parathesis tartaria*, *Persea americana*, *Pinus maximinoi*, *Pinus montezumae*, *Pinus pseudostrobus*, *Podocarpus guatemalensis*, *Pourouma bicolor*, *Prunus capuli*, *Psychotria elata*, *Quercus brachystachys*, *Quercus corrugata*, *Quercus purullhana*, *Quercus skinneri*, *Rapanea juerguensenii*, *Rapanea myricoides*, *Rhamnus discolor*, *Rhamnus nelson*, *Rhamnus pringlei*, *Rondeletia cordata*, *Senecio deppeanus*, *Stillingia acutifolia*, *Symplocos hartwegii*, *Synechantus fibrosus*, *Trema micrantha*, *Weinmania pinnata* y *Zanthoxylum aguilarii* (Inab, 2001).

Otros géneros presentes: *Clusia*, *Lycianthes*, *Saurauia*, *Smilax*, *Stipa*, *Vernonia* y *Viburnum* (Inab, 2001).



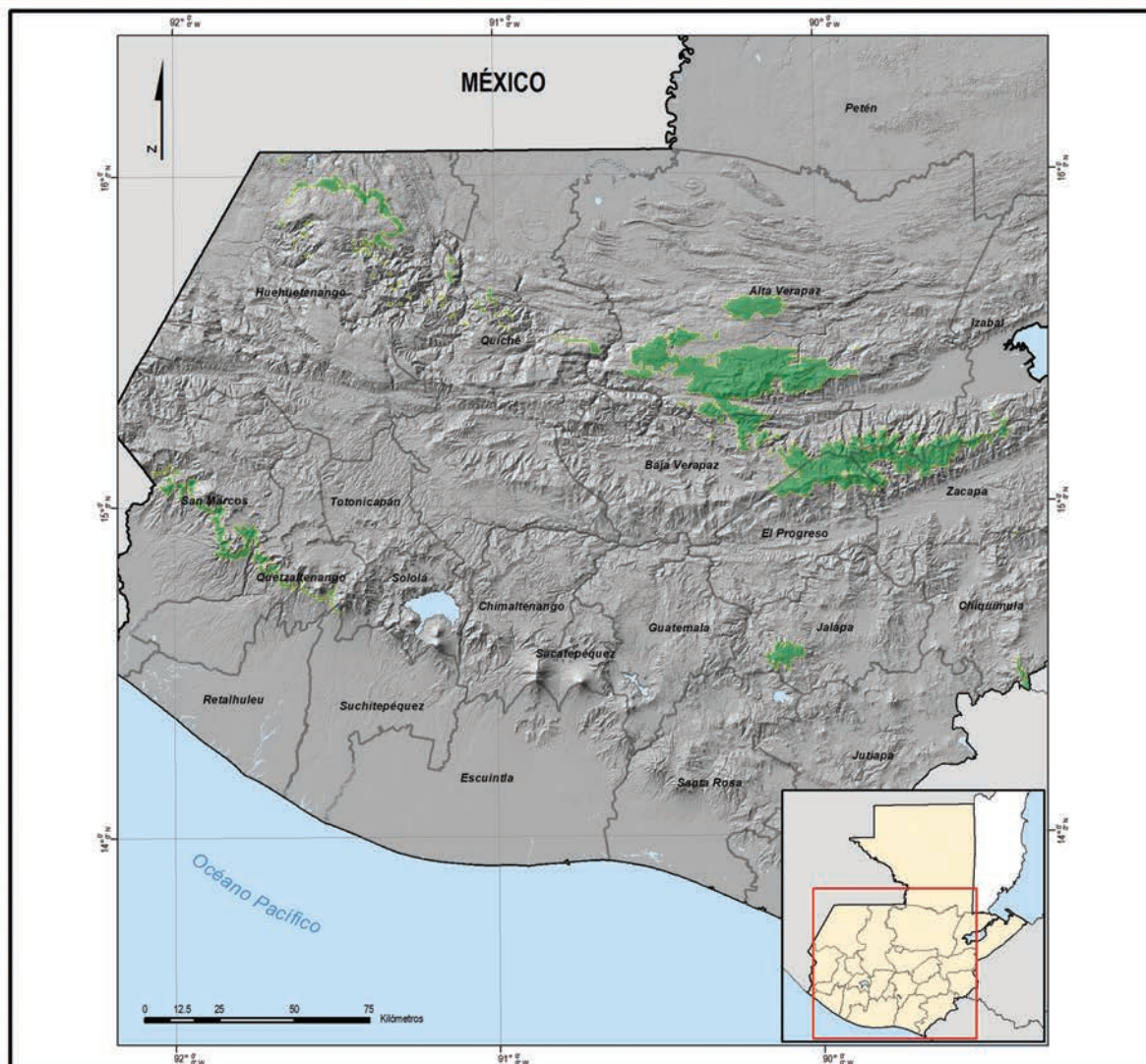
La Lucha, Esquipulas, Palo Gordo, San Marcos

Fotografía: Gerónimo Pérez

Ficha 10

Distribución espacial del bosque muy húmedo montano bajo tropical

Bosque muy húmedo montano bajo tropical (bmh-MBT)



Fuente: Elaboración propia.

Zonas de vida del piso montano y subandino







Bosque muy húmedo montano tropical

Ixchiguán, San Marcos

Fotografía: Raúl Maas

8.11 Bosque muy húmedo montano tropical (bmh-MT)

a. Ubicación y extensión

La zona de vida de bosque muy húmedo montano tropical (bmh-MT) se presenta en la porción occidental del país, en los departamentos de Huehuetenango, San Marcos, Quetzaltenango, Totonicapán y Sololá. También se le puede ubicar en las partes altas de los departamentos de Quiché, Chimaltenango, Sacatepéquez, Escuintla y Guatemala (ficha 11).

Esta zona de vida abarca una superficie de 228,426 hectáreas, equivalentes al 2.11% del territorio nacional. En términos altitudinales, el territorio que ocupa esta zona de vida se encuentra a una altitud promedio de 2,979 m.s.n.m., con su punto más bajo en 1,943 m.s.n.m. y el punto más alto en 3,960 m.s.n.m.

b. Condiciones climáticas

Las áreas que caracterizan esta zona de vida registran una precipitación pluvial anual comprendida entre los 1,141 y 2,056 mm, presentando un valor promedio de 1,486 mm. En el caso de la temperatura mínima y máxima promedio anual, la misma presenta un rango entre los 6.10 y los 15.50 °C, con un valor promedio de 10.40 °C para el ecosistema.

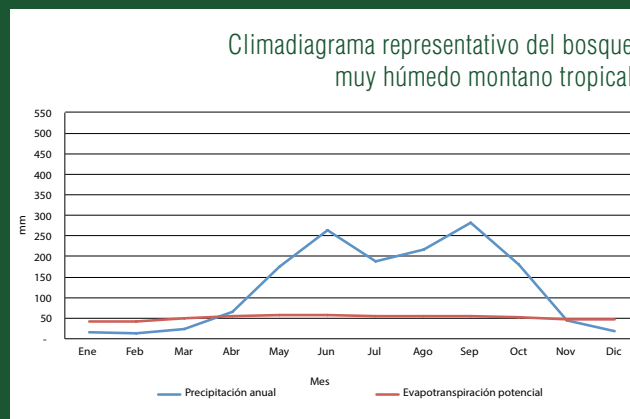
En los territorios que caracterizan este tipo de zona de vida, la relación entre la evapotranspiración potencial y precipitación pluvial es de 0.41, lo que significa que por cada milímetro de lluvia, se evapotranspiran 0.41 mm, generando condiciones para que el sistema ecológico se pondere como excedentario en agua, tal como se observa en la figura 15.



Paisaje característico del bosque muy húmedo montano tropical: Finca Chancol, Chiantla, Huehuetenango

Crédito fotográfico: Gerónimo Estuardo Pérez Irungaray.

Figura 15



Fuente: Elaboración propia con base en Hijmans *ét al.* (2005).

c. Usos de la tierra dominantes.

El 41.92% del área que ocupa esta zona de vida está cubierta por bosques, el 25.47% por agricultura anual, el 17.44% por matorrales y arbustos y el 10.84% por pastizales (Grupo Interinstitucional de Monitoreo de Bosques y Uso de la Tierra, 2014). El resto del territorio se encuentra destinado a otros usos de la tierra.

d. Especies vegetales frecuentes

Abies guatemalensis, *Acaena elongata*, *Alnus jorullensis*, *Alsophila salvinii*, *Arbutus xalapensis*, *Arctostaphylos pyrifolia*, *Baccharis vaccinioides*, *Billia hippocastanum*, *Buddleia nitida*, *Cavendishia guatemalensis*, *Ceanothus coeruleus*, *Cestrum aurantiacum*, *Chiranthodendron pentadactylon*, *Clethra suaveolens*, *Cleyera theaeoides*, *Coriaria thymifolia*, *Cuphea cyanea*, *Cupressus lusitanica*, *Cyathea divergens*, *Dalia australis*, *Dendropanax arboreus*, *Dicksonia sellowiana*, *Dodonea viscosa*, *Drimys granadensis*, *Eupatorium semialatum*, *Fuchsia arborescens*, *Fuchsia michoacanensis*, *Gimnosperma glutinosa*, *Gregia steyermaerkii*, *Halenia shannonii*, *Ilex belizensis*, *Ilex*

brandegeana, *Juniperus standleyii*, *Lantana hispida*, *Litsea glauscescens*, *Mabonia volcanicola*, *Monnina xalapensis*, *Parathesis leptota*, *Persea americana*, *Pinus ayacahuite*, *Pinus hartwegii*, *Pinus pseudostrobus*, *Prunus capuli*, *Quercus acatenangensis*, *Quercus crispifolia*, *Quercus sapotaefolia*, *Ranunculus geoides*, *Rapanea juerguensenii*, *Rhamnus discolor*, *Rhamnus nelson*, *Rhamnus serrata*, *Ribes ciliatum*, *Stillingia acutifolia*, *Symphoricarpus microphyllus*, *Symplocos hartwegii*, *Taxus globosa*, *Tigridia pavonia*, *Vaccinium leucanthum*, *Valeriana prionophylla*, *Viburnum jucundum*, *Weinmania pinnata* y *Zanthoxylum aguilarii* (Inab, 2001).

Otros géneros presentes: *Salvia*, *Smilax*, *Lycianthes* y *Stipa* (Inab, 2001).

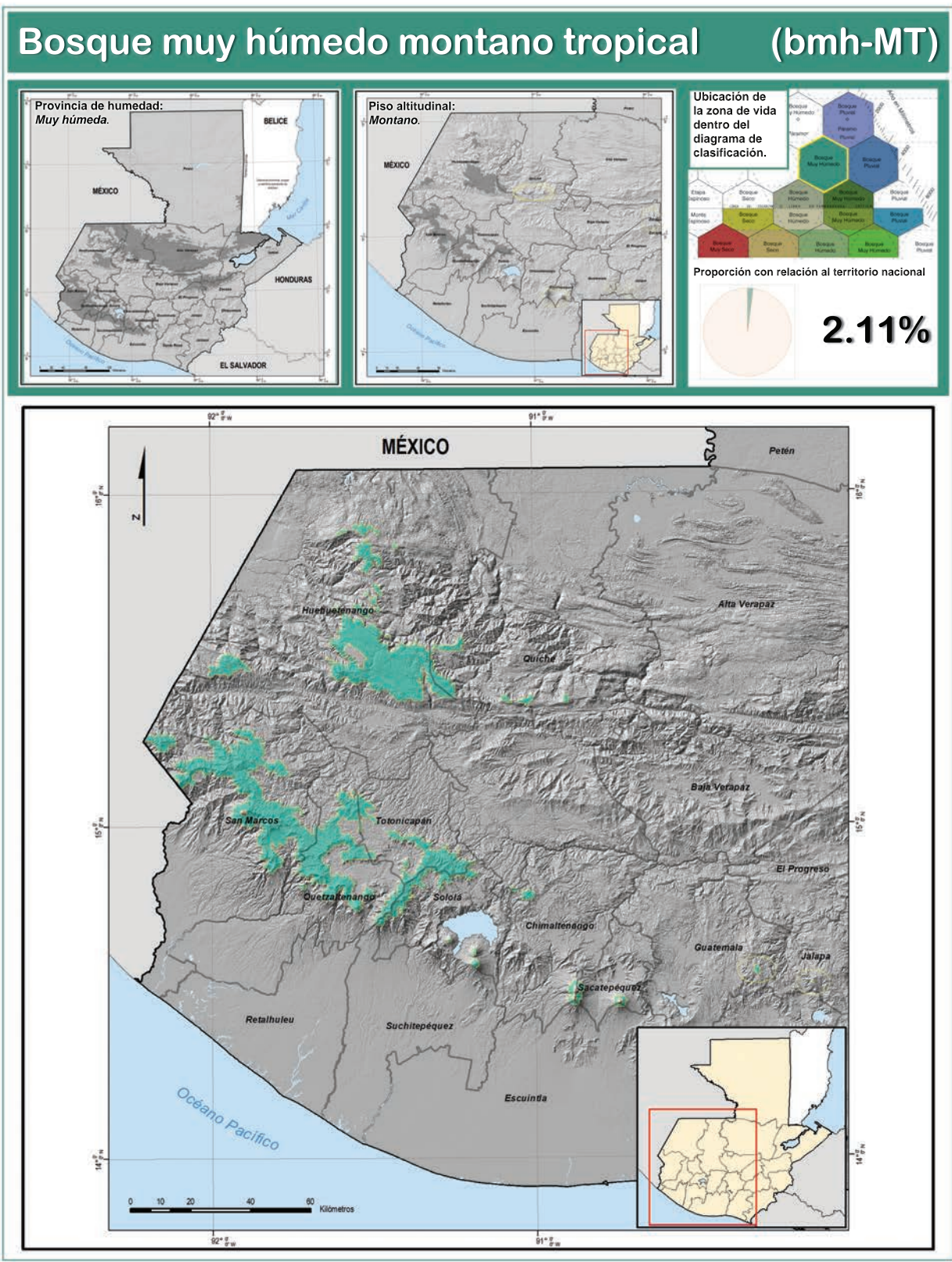


Todos Santos Cuchumatán, Huehuetenango

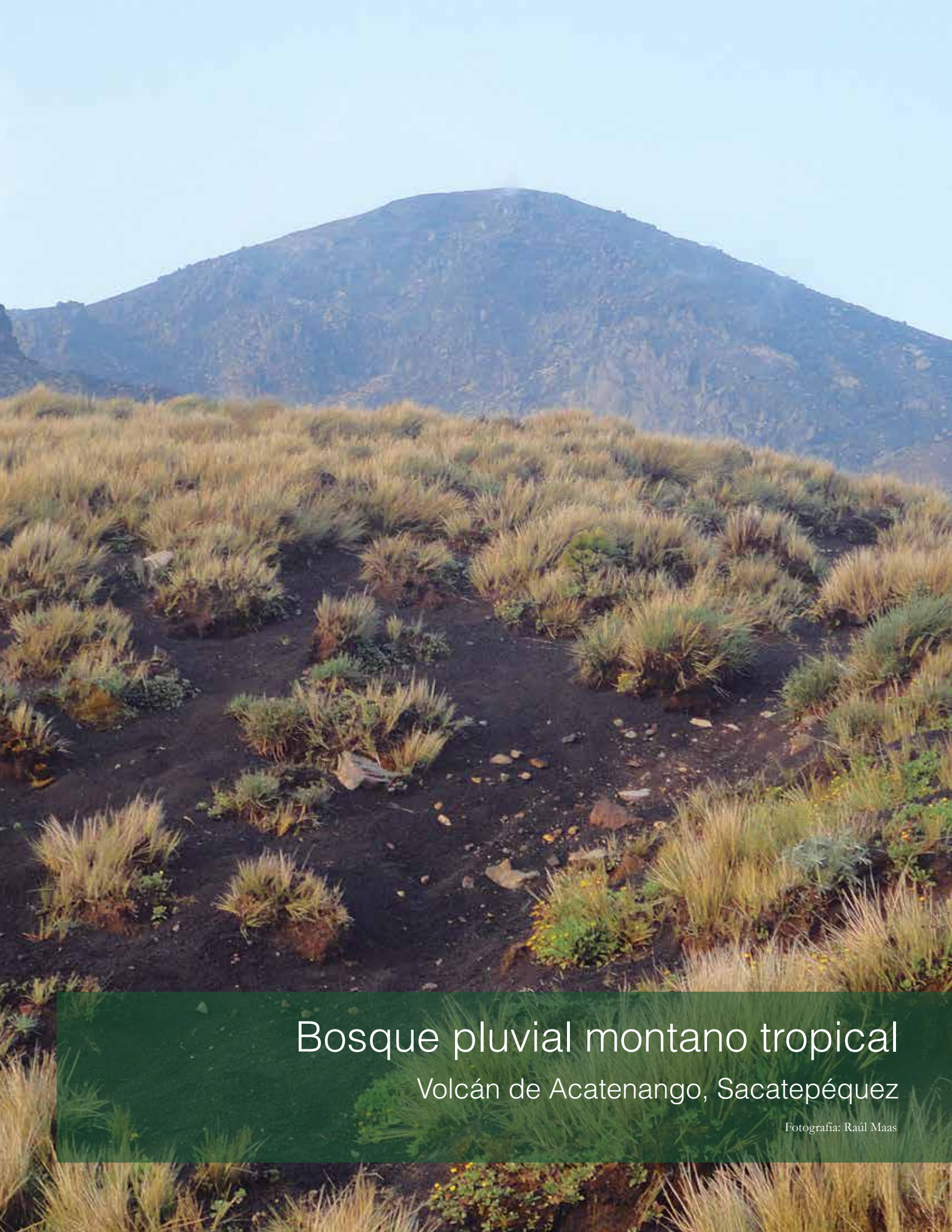
Fotografía: Raúl Maas

Ficha 11

Distribución espacial del bosque muy húmedo montano tropical



Fuente: Elaboración propia.



Bosque pluvial montano tropical

Volcán de Acatenango, Sacatepéquez

Fotografía: Raúl Maas

8.12 Bosque pluvial montano tropical (bp-MT)

a. Ubicación y extensión

La zona de vida de bosque pluvial montano tropical (bp-MT) se encuentra presente en las cumbres de los volcanes Acatenango, Fuego y Agua, en los departamentos de Chimaltenango, Escuintla y Sacatepéquez; y en las cumbres más elevadas de la Sierra de Las Minas, en los departamentos de El Progreso, Alta Verapaz y Zacapa (ficha 12).

Esta zona de vida tiene una extensión territorial de 2,609 hectáreas, equivalentes al 0.02% del territorio nacional, siendo la zona de vida más pequeña de Guatemala en función de sus dimensiones superficiales. Se le encuentra a una altitud promedio de 3,028 m.s.n.m., con su punto más bajo en 2,148 m.s.n.m. y el más alto en 3,962 m.s.n.m.

b. Condiciones climáticas

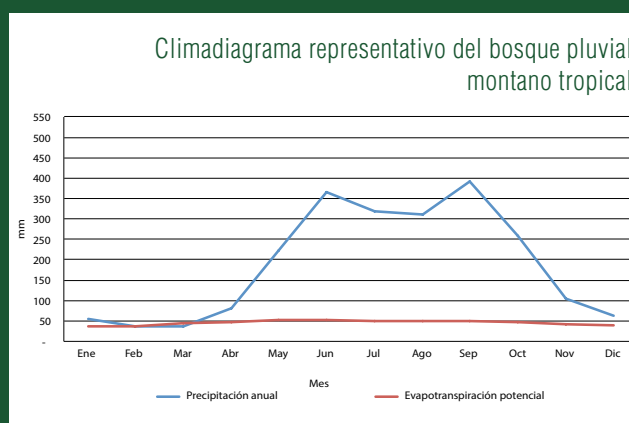
Las precipitaciones que se registran en esta zona de vida se presentan en rangos que van de los 1,779 a los 2,573 mm, con un su valor medio de 2,250 mm. Los valores de temperatura mínima y máxima promedio anual se encuentran comprendidos entre los 6.2 y los 11.4 °C, y el valor medio para toda la zona es de 9.2 °C.

En estos territorios la relación entre la evapotranspiración potencial y la precipitación pluvial es de 0.24, lo que significa que por cada milímetro de lluvia, se evapotranspiran 0.24 mm, por lo que todo el ecosistema presenta un alto excedente de agua, según se observa en la figura 16.



Paisaje característico del bosque pluvial montano tropical: Cerro El Pinalón, San Agustín Acasaguastlán, El Progreso
Crédito fotográfico: Raúl Estuardo Maas Ibarra.

Figura 16



Fuente: Elaboración propia con base en Hijmans *et al.* (2005).

c. Usos de la tierra dominantes

El 61.17% del área que ocupa esta zona de vida está cubierta por bosque, el 8.24% por matorrales y arbustos y el 0.01% por áreas de pastizales (Grupo Interinstitucional de Monitoreo de Bosques y Uso de la Tierra, 2014). El resto del territorio se encuentra destinado a otros usos de la tierra.

d. Especies vegetales frecuentes

Abies guatemalensis, *Acaena elongata*, *Alnus jorullensis*, *Alsophila salvinii*, *Arbutus xalapensis*, *Arctostaphylos pyrifolia*, *Baccharis vaccinioides*, *Billia hippocastanum*, *Buddleia nitida*, *Cavendishia guatemalensis*, *Ceanothus coeruleus*, *Cestrum aurantiacum*, *Chiranthodendron pentadactylum*, *Clethra suaveolens*, *Cleyera theaeoides*, *Coriaria thymifolia*, *Cuphea cyanea*, *Cupressus lusitanica*, *Cyathea divergens*, *Dendropanax arboreus*, *Dicksonia sellowiana*, *Dodonea viscosa*, *Drimys granadensis*, *Eupatorium semilatum*, *Fuchsia arborescens*, *Gimnosperma*

glutinosa, *Gregia steyermaerkii*, *Ilex belizensis*, *Ilex brandegeana*, *Lantana hispida*, *Litsea glauscescens*, *Monnina xalapensis*, *Parathesis leptopa*, *Persea americana*, *Pinus ayacahuite*, *Pinus hartwegii*, *Pinus pseudostrobus*, *Pinus rudis*, *Prunus capuli*, *Quercus acatenangensis*, *Quercus crispifolia*, *Quercus sapotaefolia*, *Rapanea juerguensenii*, *Rhamnus discolor*, *Rhamnus nelson*, *Stillingia acutifolia*, *Symplocos hartwegii*, *Taxus globosa*, *Vaccinium leucanthum*, *Weinmania pinnata* y *Zanthoxylum aguilarii* (Inab, 2001).

Otros géneros presentes: *Lyciantbes*, *Smilax* y *Stipa* (Inab, 2001).

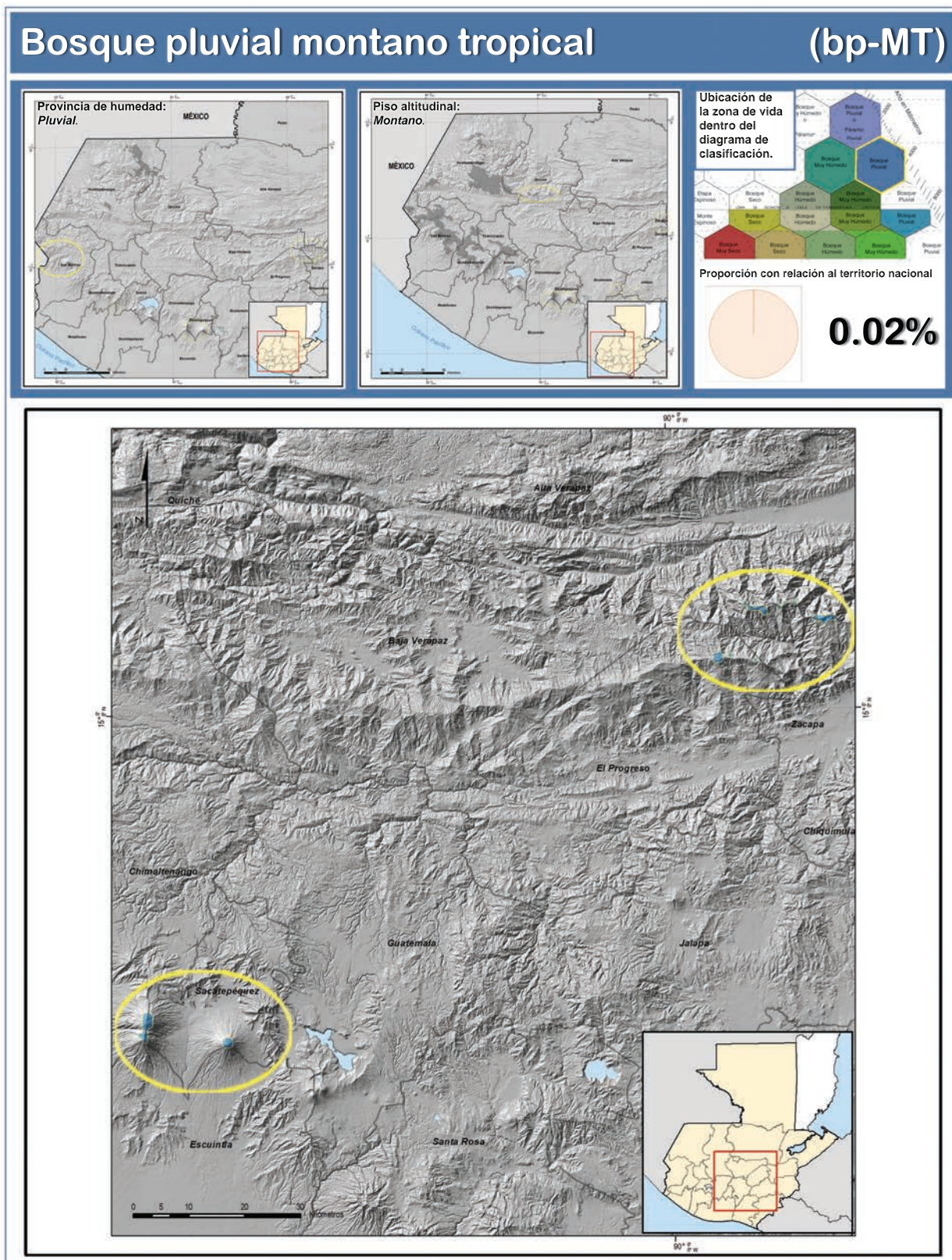


Volcán de Acatenango, Sacatepéquez

Fotografía: Alejandro Gándara

Ficha 12

Distribución espacial del bosque pluvial montano tropical



Fuente: Elaboración propia.



Bosque pluvial subandino tropical
Las Torres, Todos Santos Cuchumatán, Huehuetenango

Fotografía: Gerónimo Pérez

8.13 Bosque pluvial subandino tropical (bp-SAT)

a. Ubicación y extensión

La zona de vida de bosque pluvial subandino tropical (bp-SAT) se encuentra distribuida en tres sitios, siendo estos la cumbre de la Sierra de Los Cuchumatanes, en Huehuetenango, y las cimas de los volcanes Tacaná y Tajumulco en San Marcos (ficha 13).

En total, esta zona de vida abarca una superficie territorial de 3,179 hectáreas, equivalentes al 0.03% del territorio nacional. En términos altitudinales, se ubica a una altitud promedio de 3,718 m.s.n.m., con su punto más bajo en 3,213 m.s.n.m. y el más alto en 4,201 m.s.n.m.

b. Condiciones climáticas

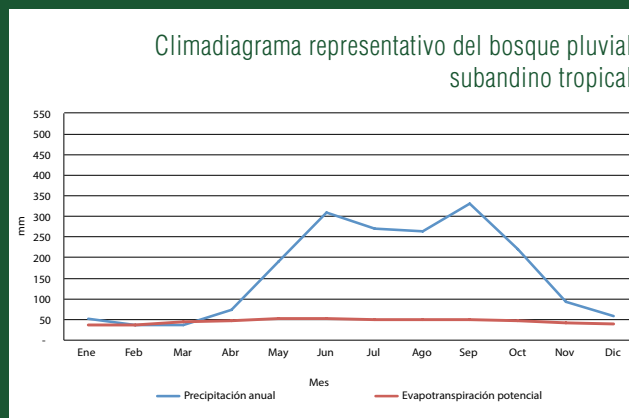
Esta zona de vida cuenta con una precipitación anual comprendida entre los 1,756 y 2,110 mm, siendo su valor promedio de 1,812 mm. Los valores de temperatura mínima y máxima promedio anual se encuentran comprendidos entre los 4 y los 6.9 °C, y el valor promedio para toda la zona es de 6.45 °C.

La relación de evapotranspiración potencial y precipitación en promedio para toda la zona es de 0.21, lo que significa que, por cada milímetro de lluvia, se evapotranspiran 0.21, haciendo que en toda la zona de vida exista un alto excedente de agua, tal como se observa en la figura 17.



Paisaje característico del bosque pluvial subandino tropical: Cumbre Sierra de Los Cuchumatanes, Todos Santos Cuchumatán, Huehuetenango
Crédito fotográfico: Gerónimo Estuardo Pérez Irungaray.

Figura 17



Fuente: Elaboración propia con base en Hijmans *et al.* (2005).

c. Usos de la tierra dominantes

El 74.88% del área que ocupa esta zona de vida está cubierta por espacios abiertos sin o con poca vegetación con mucha presencia de rocas, el 15.41% por arbustos y matorrales, el 5.04% por bosques, el 3.7% por pastizales y el 0.57% por agricultura anual (Grupo Interinstitucional de Monitoreo de Bosques y Uso de la Tierra, 2014). El resto del territorio se encuentra destinado a otros usos de la tierra.

d. Especies vegetales frecuentes

Juniperus standleyi, *Pinus hartwegii*, *Ranunculus geoides* y *Valeriana prionophylla* (Inab, 2001).

Otros géneros presentes: *Cirsium*, *Lupinus*, *Saxifraga*, *Sedum*, *Senecio*, *Stipa* y *Werneria* (Inab, 2001).



Las Torres, Todos Santos Cuchumatán, Huehuetenango

Fotografía: Gerónimo Pérez

Ficha 13

Distribución espacial del bosque pluvial subandino tropical

Bosque pluvial sub andino tropical (bp-SAT)



Fuente: Elaboración propia.



Parte III

Conclusiones y recomendaciones

Capítulo 9: La clasificación de zonas de vida y el estudio de los ecosistemas de Guatemala



Capítulo 9

Clasificación de zonas de vida y el estudio de los ecosistemas de Guatemala

El desarrollo de la presente investigación permitió verificar la coherencia conceptual y metodológica del sistema de clasificación de zonas de vida diseñado por Leslie Holdridge. La rigurosa aplicación del sistema de Holdridge utilizando información actualizada y sistemas de información geográfica, aunado a su combinación con otras disciplinas del conocimiento y una exhaustiva fase de verificación a nivel de campo, imprimen un significativo grado de confiabilidad al sistema de clasificación de zonas de vida para Guatemala presentado en este documento.

Este sistema de clasificación podrá constituirse en un insumo importante para retroalimentar las estrategias actuales de gestión de la biodiversidad de Guatemala y de Mesoamérica. Se espera que los resultados contribuyan a verificar y refrendar la condición de país megadiverso que en la actualidad ostenta Guatemala pues, a pesar de su relativa pequeña extensión, exhibe una alta variabilidad de climas, condición que favorece la riqueza y diversidad de formas de vida, hecho que se traduce en la presencia de una significativa cantidad de ecosistemas.

Los hallazgos del presente estudio, y particularmente la clasificación de los ecosistemas del país, también resultan útiles para mejorar el entendimiento de las implicaciones actuales, de mediano y de largo plazo, que ocasionará el cambio y la variabilidad climática, en las interacciones entre los sistemas sociales y naturales en Guatemala.

Las implicaciones del estudio giran, al menos, en torno a cuatro temas: i) los hallazgos del presente estudio y las relaciones con el trabajo publicado por De la Cruz en la década de los años ochenta; ii) la contribu-

ción del estudio al fortalecimiento de las estrategias de conservación de biodiversidad en el país; iii) la utilidad del mapa de zonas de vida para modelar los impactos del cambio climático y; iv) la revisión de los supuestos sobre los que descansa el presente estudio. Estos aspectos se discuten a continuación.

9.1 Comparación entre éste y el estudio presentado por De la Cruz en la década de los años ochenta

La principal diferencia entre la clasificación que propone este estudio y la presentada en el trabajo de De la Cruz, es la interpretación de las variables clave del sistema de clasificación y la consecuente denominación de las zonas de vida. Mientras que De la Cruz clasifica varios ecosistemas bajo la denominación “subtropical”, este estudio utiliza la denominación, científicamente argumentada, de “tropical”. La precisión metodológica, reflejo de la conceptualización del sistema de clasificación propuesto por Holdridge, así como una profunda revisión de fuentes bibliográficas especializadas en la materia, respaldan estas decisiones.

Es relevante destacar otras diferencias entre éste y el estudio de De la Cruz ya referido antes. Las principales son las siguientes:

- La clasificación de la zona norte de Petén como húmeda en el estudio de De la Cruz. Este estudio muestra, sin embargo, que el norte de Petén presenta una mayor evapotranspiración potencial que la lluvia que se registra, existiendo, por lo tanto, un déficit de agua, que en la época seca provoca defoliación en la mayoría de las especies (lo que se pudo corroborar

durante las visitas de campo), rasgo distintivo de los bosques secos. La relación de evapotranspiración-precipitación en esa región es superior a 1, y el diagrama de clasificación de Holdridge agrupa en esa clase a los bosques secos.

- De la Cruz clasifica la zona sur de Petén como muy húmeda. Los valores de evapotranspiración-precipitación para la zona suroeste de Petén se encuentran comprendidos entre 0.5 y 1, característicos de los bosques húmedos. Para cumplir con las condiciones de un bosque muy húmedo, como el descrito por De la Cruz, esos valores debieron haber estado comprendidos entre 0.25 y 0.5⁷.
- En la clasificación que ofrece este estudio se presentan tres zonas de vida que el trabajo de De la Cruz no había descrito, siendo estas: a) El bosque húmedo premontano tropical (bh-PMT), el cual se encuentra en la parte montañosa del sureste de Petén, en los lugares donde la temperatura no sobrepasa los 24 °C; b) El bosque muy húmedo premontano tropical (bmh-PMT), ubicado en una pequeña extensión dentro de la anterior zona de vida y colindando con Belice; y c) El bosque muy húmedo tropical (bmh-T), cercano al río Sarstún, en la confluencia de los departamentos de Petén e Izabal, con Belice.
- El monte espinoso subtropical (me-S), que De la Cruz localizó en la parte más seca del país (ubicada en El Progreso, Zacapa y Chiquimula), se clasificó como bosque muy seco tropical (bms-T), debido a

que, según la información climática utilizada, no se encontró ningún lugar donde la precipitación anual fuera inferior a los 500 mm. El valor más bajo de precipitación reportado para esa región según el Worldclim es de 577 mm, el valor promedio de la lluvia en esa zona de vida es de 740 mm y el valor máximo que puede ocurrir es de 989 mm. Estos valores de precipitación arrojan una relación de evapotranspiración-precipitación de 2.5 o menos y, para ser considerado como monte espinoso, debe estar comprendido entre los valores de 4 y 8.

- De la Cruz ubicó al bosque pluvial en dos zonas de vida, situadas en los pisos altitudinales basal y montano bajo (bp-S y bp-MB respectivamente), cuya extensión para ambas zonas suma las 206,000 hectáreas. El nuevo mapa, en cambio, ubica al bosque pluvial en tres zonas de vida situadas en los pisos altitudinales premontano, montano y subandino (bp-PMT, bp-MT y bp-SAT, respectivamente), y con una extensión muy inferior que suma 36,110 hectáreas.

9.2 La gestión de los ecosistemas y la biodiversidad

En términos de la gestión de la biodiversidad nacional, este estudio ofrece información que tiene el potencial de impulsar estrategias de gestión territorialmente diferenciadas. Con base en la clasificación generada, es posible hacer análisis departamentales o regionales acerca de los balances entre fortalezas y atenuantes de orden natural, facilitando un trato especial a cada zona de vida en función de sus características propias.

Bajo el enfoque de gestión del territorio, y teniendo a la vista la clasificación aquí presentada, será posible promover un tratamiento especial a aquellas zonas de vida poco representadas y que cuentan ya con una reducida cobertura forestal. Ese tratamiento incluye varias opciones, tales como la protección legal especial (esquema del Sistema Guatemalteco de Áreas Pro-

7 Para definir una zona como muy seca, seca, húmeda, muy húmeda o pluvial se necesita consultar la relación de ETP/pp del lugar en la parte inferior del diagrama de Holdridge. La relación ETP/pp se obtiene dividiendo el producto de la $(T^{\circ}) \cdot (58.93)$ entre la precipitación total. La temperatura promedio de la zona sur de Petén es mayor de 24°C, y para lograr un valor de evapotranspiración-precipitación de 0.25 y 0.5, las precipitaciones tendrían que ser mayores a los 4,000 mm. Sin embargo, en esa región los valores promedios de precipitación son del orden de los 2,200 mm, llegando a presentarse en algunas regiones de la Franja Transversal del Norte precipitaciones de entre 3,000 a 3,500 mm, e incluso en la zona norte de Quiché de hasta 3,650 mm.

tegidas –Sigap-), la veda temporal, la promoción de corredores biológicos que favorezcan la interconexión de los espacios forestales fragmentados, la aplicación de incentivos forestales, entre otros.

Un punto importante a destacar es que, dentro de las diferentes zonas de vida, no obstante la similitud en los niveles de precipitación y temperatura, pueden existir áreas con diferencias considerables en la composición florística, la estructura y la fisonomía. Estas diferencias se explican por condicionantes biofísicas, entre las que se pueden mencionar las de orden topográfico, fisiográfico y edafológico. También influye la duración e intensidad de lluvias y su distribución a lo largo del año. En términos de los esquemas de gestión, estas particularidades no pueden ser ignoradas.

Igualmente, resulta relevante el conocimiento y el tratamiento especial de los ecosistemas sensibles o con probabilidades de desaparecer, ya sea por actividades humanas o por condiciones climáticas adversas que podrían ocasionarse por efectos del cambio climático. Por ejemplo, considérese la limitada extensión territorial que se reporta para el bosque pluvial o páramo subandino tropical (bp-SAT) y el bosque pluvial montano tropical (bp-MT). Estas zonas de vida presentan una alta presión directa de fuerzas impulsoras de la degradación ambiental, a las que se deben añadir las nuevas y aditivas presiones que impone el cambio y la variabilidad climática global, cuyas manifestaciones están a la vista de todos.

9.3 Bases para el seguimiento y evaluación de la evolución de los ecosistemas para la adaptación al cambio climático

Los cambios en los regímenes de temperatura y de precipitación obligan a las especies, tanto animales como vegetales, a modificar las relaciones con su entorno, y ello conduce a su vez, a modificar las funciones de los ecosistemas. Esta dinámica propicia procesos de adap-

tación, migración o extinción de las especies, procesos que han sido una constante en los ciclos evolutivos de la Tierra.

El sistema de clasificación que se presenta, y específicamente el mapa de zonas de vida, permite modelar cambios en los ecosistemas frente a variaciones en las condiciones del clima. Los modelos, al mismo tiempo, ayudarán a priorizar intervenciones atendiendo a diferentes intereses, tanto de orden social, como intereses de orden estrictamente natural. Por ejemplo, el mapa de zonas de vida puede utilizarse para proyectar la ampliación del bosque seco en detrimento de zonas de vida que hoy tienen abundancia relativa de agua.

En síntesis, los beneficios del sistema de clasificación que se presenta y de las modelaciones que son posibles frente al cambio y la variabilidad climática, tienen que ver con: i) el conocimiento de la dinámica de los ecosistemas y los esquemas de gestión específicos para privilegiar ciertos intereses socio-naturales, ii) la protección especial para especies más vulnerables al cambio climático, iii) la gestión especializada de determinados servicios ecosistémicos indispensables para la vida en todas sus formas, iv) la relación entre las necesidades productivas de la sociedad y ciertos factores limitantes de orden natural, y v) la precisión en la identificación de impactos potenciales derivados del clima y el diseño de sistemas de monitoreo y evaluación con miras a adelantarse a riesgos de primer orden socio-natural.

Con miras a fortalecer los procesos de caracterización y análisis de la dinámica del clima presente y futuro se requiere monitorear variables climáticas que describan el comportamiento y variación estacional, anual e interanual de las principales variables climáticas. Las principales variables son las siguientes: precipitación (días consecutivos de lluvia), temperatura (promedio y acumulada), evapotranspiración real y potencial, radiación solar, humedad relativa y, de ser posible, humedad edáfica. Basados en la caracterización a realizarse, destacando vacíos de información, se puede desarrollar un protocolo

específico de monitoreo climático y la generación de un sistema climático de alerta temprana en las principales regiones bioclimáticas.

A partir de lo anterior, es importante actualizar y mejorar sistemáticamente la capacidad de las modelaciones de corto y mediano plazo del cambio del clima y sus efectos en las dinámicas de las regiones climáticas y ecosistemas. Es recomendable actualizar las modelaciones cada diez años.

Para ello, es necesario utilizar como referencia la clasificación de zonas de vida, la definición de modelos cartográficos, contar con actualizaciones de información climáticas e información secundaria y, en consecuencia, realizar las proyecciones y modelaciones pertinentes. Estas actualizaciones serán fundamentales para prever cambios en el clima, efectos en los ecosistemas, así como en los medios de vida, de tal manera que se genere capacidad predictiva para anticiparse a los efectos negativos de los mismos.

9.4 Las bases de datos del estudio y propuesta de líneas de investigación

La aplicación de los sistemas de información geográfica y la información detallada provista por WorldClim merecen una reflexión adicional. La base principal para la elaboración del mapa de zonas de vida fueron los mapas de temperatura y precipitación realizados por WorldClim; sin embargo, esa información se generó hace dieciocho años, por lo que no capturan las variaciones del clima reciente. Las estimaciones realizadas para el escenario del 2020 podrían ya estar presentes en la actualidad.

Para corroborar los escenarios es necesario contar con información actualizada. El Instituto Nacional de

Sismología, Vulcanología, Meteorología e Hidrología (Insivumeh) cuenta con un mapa de temperatura actualizada con las mismas características del WorldClim, pero carece del mapa de precipitación, que es fundamental para poder realizar la actualización de las zonas de vida.

En consecuencia, y de manera ilustrativa, es necesario dar seguimiento investigativo a algunas inconsistencias encontradas durante la fase de campo del presente estudio. La principal tiene que ver con la información de precipitación del WorldClim en dos regiones específicas en la zona del río Chixoy en Sacapulas, Quiché y en la zona del río Cuilco en Huehuetenango; que conducen, por las altas precipitaciones reportadas, a la caracterización de esos lugares como bosque muy húmedo. Sin embargo, la vegetación encontrada es característica del bosque seco.

Finalmente, el estudio sugiere atender las siguientes líneas de investigación:

- Evaluación de la dinámica de los límites de las zonas de vida;
- Análisis de la dinámica en la vulnerabilidad, las amenazas y el riesgo de las zonas de vida con extensiones territoriales menores;
- Dinámica de los usos de la tierra en las diferentes zonas de vida;
- Análisis del estado actual y las tendencias de las zonas de vida y su relación con los medios de vida;
- Evaluación de la extinción o adaptación de especies a los cambios en sus zonas de vida; y
- Estimación de la producción hídrica en las zonas de vida.

Referencias documentales

- Aguilar, M. (1974). *Índices de complejidad de los bosques húmedo y muy húmedo subtropical de El Petén, Guatemala*. Turrialba, Costa Rica: IICA.
- American Meteorological Society. (2000). *Glosary of meteorology*. Recuperado el 10 de octubre de 2012, de: <http://amsglossary.allenpress.com/glossary>
- Armenteras, D., González, T., Vergara, L., Luque, F., Rodríguez, N. & Bonilla, M. (2016). Revisión del concepto de ecosistema como “unidad de la naturaleza” 80 años después de su formulación. *Ecosistemas*, 25(1), 83-89.
- Benítez, H. *et al.* (2016). Cooperación internacional en materia de biodiversidad. *Capital natural de México*, vol. IV: *Capacidades humanas e institucionales*, 219-244. México: Conabio. Recuperado de: https://www.biodiversidad.gob.mx/pais/pdf/CapNatMex/Vol_IV/IV07_BenitezDiaz.pdf
- Castañeda, C. (2008). Diversidad de ecosistemas en Guatemala. En *Guatemala y su Biodiversidad. Un enfoque histórico, cultural, biológico y económico*, 181-229. Guatemala: Consejo Nacional de Áreas Protegidas.
- Céspedes, V., & Tosi, J. (2000). El sistema de zonas de vida. *Biocenosis*(13), 1-2.
- Climate-Data.Org. (12 de enero de 2017). *Datos climáticos mundiales*. Obtenido de <https://es.climate-data.org/>
- Corlett, R. (2013). Where are the subtropics? *Biotropica* 45 (3), 273-275.
- Crivelli, E. & Dzondeletas, M. (2002). Una propuesta para extender el rango de aplicación de la clasificación climática de Holdridge. *Ecología Austral* 12, 49-53.
- De la Cruz, R. (1976). *Clasificación de zonas de vida de Guatemala, basada en el sistema Holdridge*. Guatemala: Inafor.
- De la Cruz, R. (1982). *Clasificación de zonas de vida de Guatemala a nivel de reconocimiento*. Guatemala: MAGA, Inafor, Unidad de Evaluación y Promoción, Digesa.
- Dinerstein, E., Olson, D., Graham, D., Webster, A. L., Primm, S. A., Bookbinder, M. P. & Ledec, G. (1995). *A conservation assessment of the terrestrial ecoregions of Latin America and the Caribbean*. Washington, D.C.: World Bank and World Wildlife Fund. Recuperado el 12 de marzo de 2018, de: <http://documents.worldbank.org/curated/en/957541468270313045/pdf>
- Domroes, M. (2003). Climatological characteristics of the tropics in China: climate classification schemes between German scientists and Huang Bingwei. *Journal of Geographical Sciences* 13(3), 271-285.
- Environmental Systems Research Institute (ESRI). (2004). *ArcGIS: Release 9.0* [software]. Redlands, California: Autor.
- Franco Rossal, G. M. (2015). *Elaboración de un mapa de clasificación climática para Guatemala* (tesis para optar al título de Licenciatura en Ciencias Ambientales con Énfasis en Gestión Ambiental). Universidad Rafael Landívar, Guatemala.
- Good, R. (1964). *The geography of flowering plants*. London: Longman.
- Grupo Interinstitucional de Monitoreo de Bosques y Uso de la Tierra. (2014). *Mapa de bosques y uso de la tierra 2012 y Mapa de cambios en uso de la tierra 2001-2010 para estimación de emisiones de gases de efecto invernadero*. Documento Informativo. Guatemala: Autor.

- Haug, G. & Keigwin, L. (2004). How the isthmus of Panama put ice in the Arctic. Drifting continents open and close gateways between oceans and shift Earth's climate. *Oceanus Magazine* 24, 2. Recuperado de: www.whoi.edu/oceanus/viewArticle.do?id=2508
- Hijmans, R., Cameron, S., Parra, J. & Jarvis, P. J. (2005a). Very high resolution interpolated climate surfaces for global land areas. *International Journal of Climatology* 25, 1965-1978.
- Hijmans, R., Cameron, S., Parra, J. & Jarvis, P. J. (2005b). *WorldClim – Global Climate*. Recuperado de: <http://www.worldclim.org/version1>.
- Holdridge, L. R. (2000). *Ecología basada en zonas de vida* (Quinta reimpresión). San José, Costa Rica: Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura.
- Holdridge, L. R. (1979). *Life zone ecology*. San Jose, Costa Rica: IICA.
- Holdridge, L. R. (1967). *Life zone ecology*. San Jose, Costa Rica: Tropical Science Center.
- Holdridge, L., Lamb, B. & Mason, B. (1950). *Los bosques de Guatemala*. Turrialba, Costa Rica: Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura.
- Instituto de Agricultura, Recursos Naturales y Ambiente de la Universidad Rafael Landívar. (2011). *Cambio climático y biodiversidad. Elementos para analizar sus interacciones en Guatemala con un enfoque ecosistémico*. Guatemala: Autor.
- Instituto Geográfico Nacional. (2000). *Diccionario Geográfico de Guatemala* [versión electrónica]. Guatemala: Autor.
- Instituto Geográfico Nacional. (1983). *Diccionario geográfico de Guatemala*. Tomo II. Guatemala: Autor.
- Instituto Nacional de Bosques. (2001a). *Especies vegetales frecuentes en los ecosistemas de Guatemala*. Manuscrito no publicado. Guatemala.
- Instituto Nacional de Bosques. (2001b). *Mapa de ecosistemas vegetales de Guatemala*. Guatemala: Autor.
- Jiménez, M. (2009). *Resiliencia de los ecosistemas naturales terrestres de Costa Rica al cambio climático*. Turrialba, Costa Rica: Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza, Escuela de Posgrado.
- Lamprecht, H. (1990). *Silvicultura en los trópicos. Los ecosistemas forestales en los bosques tropicales y sus especies arbóreas – posibilidades y métodos para un aprovechamiento sostenido*. Rossdorf, Alemania: GTZ.
- Lugo, A., Brown, S., Dodson, T., Smith, T. & Shugart, H. (1999). The Holdridge life zones of the conterminous United States in relation to ecosystem mapping. (B. S. Ltd., Ed.) *Journal of Biogeography* 26, 1025-1038.
- Ministerio de Agricultura Ganadería y Alimentación. (2005). *Atlas temático*. Guatemala: Autor.
- Oficina Nacional de Evaluación de Recursos Naturales. (1976). *Mapa ecológico del Perú. Guía explicativa*. Lima: Autor.
- Sánchez Santillán, N. & Garduño López, R. (2008). Algunas consideraciones acerca de los sistemas de clasificación climática. *Contactos* 68, 5-10. Recuperado el 16 de agosto de 2018, de: <http://studylib.es/doc/4874065/algunas-consideraciones-acerca-de-los-sistemas-de---uam-i>
- Smithsonian Tropical Research Institute. (8 de junio de 2018). *Bases de datos científicas*. Recuperado de: <http://biogeodb.stri.si.edu/bioinformatics/es/>
- Suton, D. (2006). *Fundamentos de ecología*. México: Limusa.

- Texeira, J. (2011). Tropical and subtropical cloud transitions in weather and climate prediction models: The GCSS/WGNE Pacific Cross-Section Intercomparison (GPCI). *American Meteorological Society* 24, 5224-5254.
- Villar, L. (1998). *La fauna silvestre de Guatemala*. Guatemala: Editorial Universitaria, Universidad de San Carlos de Guatemala.
- Yates, D., Kittel, T., & Cannon, R. (2000). Comparing the correlative Holdridge model to mechanistic biogeographical models for assessing vegetation distribution response to climatic change. *Climatic Change* (44), 59-87.



Anexo A.

Comparaciones de climas mundiales con base en Lamprecht (1990)

Para reafirmar la tropicalidad del país y de sus ecosistemas, se puede hacer referencia al análisis del comportamiento de los valores de temperatura promedio mensual y del comportamiento de la precipitación pluvial en regiones tropicales realizado por Lamprecht (1990).

Este investigador tomó como punto de partida la variación entre las temperaturas promedio mensuales máximas y mínimas de un determinado lugar (cuadro 7) y relacionó el valor de esta diferencia con la temperatura promedio anual, estableciendo que en las regiones tropicales, este índice está muy por debajo del 100%.

Así, contrastó el comportamiento de la temperatura en cuatro regiones claramente tropicales: Manaus (Brasil),

Maracaibo, Mérida y Mucuchies (Venezuela); con una región reconocida como no tropical, siendo esta la ciudad de Göttingen (Alemania). En las regiones tropicales la relación fluctúa entre el 7.9 y 12.8%, mientras que en Göttingen el porcentaje de diferencia alcanza el 200.9%.

Al realizar el mismo análisis para once sitios en Guatemala, ubicados a altitudes que van desde el nivel del mar hasta los 4219 m.s.n.m., se observaron porcentajes que fluctúan entre los 8.7% para el puerto de San José (Escuintla) y 48.5% en el volcán Tajumulco (San Marcos). De lo anterior se infiere un comportamiento similar al de los sitios sudamericanos, y, por lo tanto, tropicales.

Cuadro 7. Promedios anuales y mensuales, así como variaciones anuales de la temperatura atmosférica en sitios cercanos al ecuador, localizados en América del Sur (comparados con datos de Göttingen) 1931-1960

Sitio	msnm	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Anual	Min	Max	Variación
Manaos	83	25.90	25.80	25.80	25.90	26.40	26.60	26.90	27.50	27.90	27.70	27.30	26.70	26.70	25.80	27.90	2.10
Maracaibo	48	26.50	26.70	27.10	27.80	28.40	28.60	28.50	28.70	28.60	27.90	27.80	27.10	27.81	26.50	28.70	2.20
Mérida	1,498	17.50	18.00	18.90	19.20	19.30	19.10	18.70	19.30	19.40	18.90	18.40	17.90	18.72	17.50	19.40	1.90
Mucuchies	2,980	10.80	11.40	11.70	12.30	12.30	12.20	11.40	11.40	11.90	11.90	11.60	11.30	11.68	10.80	12.30	1.50
Göttingen	155	-0.20	0.50	3.90	8.40	12.90	15.80	17.30	16.90	13.60	8.90	5.00	1.50	8.71	-0.20	17.30	17.50
Labor Ovalle	2300	10.48	11.32	12.79	14.42	15.21	14.97	14.54	14.34	14.38	13.75	12.67	11.28	13.35	10.48	15.21	4.73
Volcán Tajumulco	4219	3.43	3.39	4.59	5.32	5.75	5.72	5.57	5.28	5.45	5.04	4.55	4.36	4.87	3.39	5.75	2.36
Páquix	3200	8.48	8.51	9.92	10.57	10.69	10.79	10.55	10.36	10.57	9.86	9.47	9.27	9.92	8.48	10.79	2.31
Lachúa	157	23.42	24.25	25.91	27.05	27.70	27.21	26.58	26.70	26.30	25.78	24.85	23.36	25.76	23.36	27.70	4.34
Cobán	1320	16.03	17.19	18.24	19.31	20.01	20.27	19.78	19.85	19.82	18.81	17.59	16.64	18.63	16.03	20.27	4.23
Tikal	240	21.95	22.98	24.83	26.84	27.40	27.43	26.68	26.74	26.57	25.37	23.53	22.27	25.21	21.95	27.43	5.47
Poptún	500	20.30	21.20	22.53	24.07	24.54	24.74	23.84	23.97	23.65	22.79	21.57	20.53	22.81	20.30	24.74	4.44
Puerto Barrios	50	24.62	25.17	27.16	28.49	29.03	28.97	28.55	28.61	28.51	27.37	25.88	25.00	27.28	24.62	29.03	4.41
Insivumeh	1480	17.97	18.62	19.81	20.70	21.02	20.27	20.12	20.11	19.91	19.48	18.42	17.91	19.53	17.91	21.02	3.11
Puerto San José	0	26.19	26.57	27.67	28.58	28.60	28.09	27.90	27.94	27.39	27.15	27.18	26.60	27.49	26.19	28.60	2.40
Esquipulas	950	20.63	21.42	23.17	24.23	23.98	22.96	22.85	22.65	22.24	21.92	21.02	20.22	22.27	20.22	24.23	4.01

Fuente: Elaboración propia con base en Lamprecht, 1990 y Hijmans, *et al.*, 2005

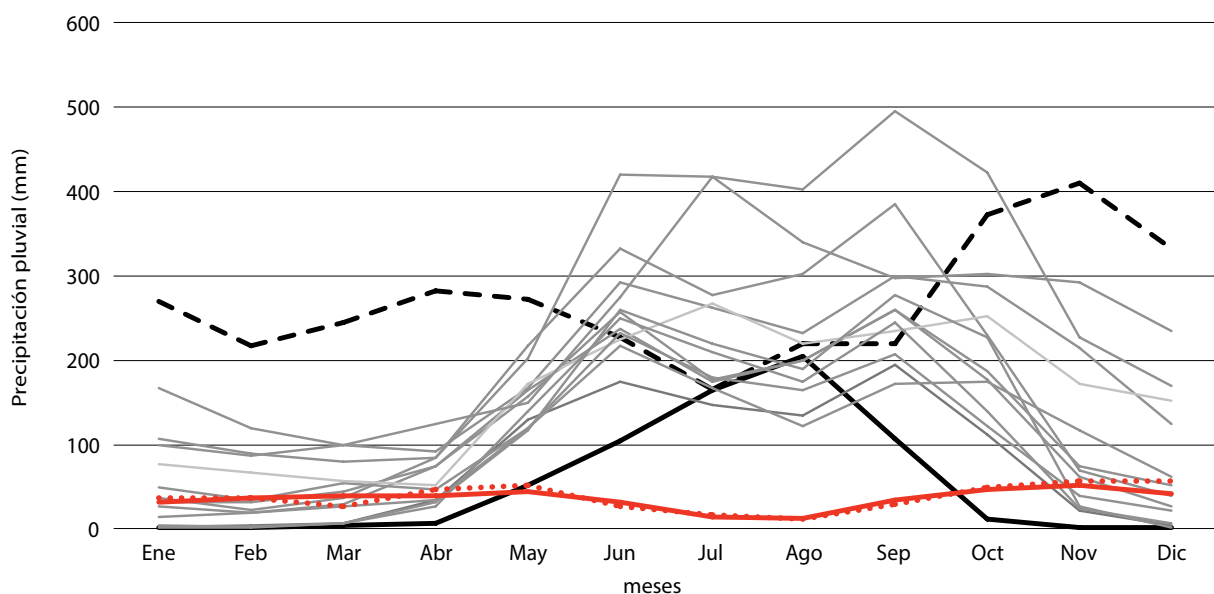
En el caso de la precipitación pluvial, Lamprecht (1990) hizo una comparación entre dos sitios, uno ecuatorial en Borneo (que mantiene una precipitación constante, casi superior a los 200 mm durante todos los meses del año) y uno tropical, en Nigeria, en donde se registra que la época de lluvias va de abril a octubre.

Al comparar el comportamiento de la lluvia en Borneo (ubicada en la región ecuatorial) y Nigeria (ubicada en la región tropical) con los mismos once sitios guatemaltecos referidos en el cuadro anterior, se observa

una significativa correspondencia con los valores de la precipitación de Nigeria, ya que presenta los valores más altos de precipitación pluvial entre los meses de mayo a octubre y los más bajos entre noviembre y abril, demarcando con ello, una estación lluviosa y otra seca.

En la figura 18 se observan los registros de la estación de Borneo, representados por una línea gruesa y punteada, mientras que los registros de Nigeria se presentan con una línea gruesa, que contrastan con el color gris de los registros de las estaciones guatemaltecas.

Figura 18. Comportamiento de la precipitación pluvial en la región ecuatorial (línea punteada), región tropical (líneas negra y grises) y subtropicales (líneas rojas)



Fuente: Elaboración propia con base en Lamprecht, 1990, Hijmans, *et al*, 2005 y Climate-Data.org (<https://es.climate-data.org/>)

En la figura 18 puede observarse, además, una línea roja punteada (Madrid) y una línea roja continua (Guadalajara), las cuales reflejan el comportamiento de la precipitación pluvial en dos regiones que Lamprecht (1990) considera

subtropicales, con promedios anuales de lluvia que no superan los 100 mm y que se muestran casi constantes durante todo el año

Anexo B.

Extensión y representación territorial de las zonas de vida a nivel departamental

Cuadro 8. Extensión de las zonas de vida de Guatemala (a nivel departamental)

No.	Departamento	Ecosistema	Extensión (ha)	Representación territorial departamental (%)
1	Alta Verapaz	bh-MBT	14,502.61	1.37
2		bh-PMT	19,426.02	1.83
3		bh-T	436,571.65	41.21
4		bmh-MBT	117,276.19	11.07
5		bmh-PMT	298,766.65	28.20
6		bmh-T	172,544.88	16.29
7		bp-MT	398.82	0.04
		Total	1,059,486.82	100.00
1	Baja Verapaz	bh-MBT	61,854.36	20.50
2		bh-PMT	110,680.03	36.69
3		bh-T	10,860.35	3.60
4		bmh-MBT	21,114.46	7.00
5		bmh-PMT	17,361.73	5.75
6		bp-MT	122.30	0.04
7		bs-PMT	74,505.53	24.70
8		bs-T	5,185.46	1.72
	Total	301,684.22	100.00	

Continúa...

No.	Departamento	Ecosistema	Extensión (ha)	Representación territorial departamental (%)
1	Chimaltenango	bh-MBT	114,786.08	61.60
2		bh-PMT	30,537.79	16.39
3		bmh-MT	2,457.85	1.32
4		bmh-PMT	24,791.76	13.30
5		bmh-T	6,813.58	3.66
6		bp-MT	417.11	0.22
7		bs-PMT	6,430.52	3.45
8		bs-T	111.50	0.06
		Total	186,346.18	100.00
1	Chiquimula	bh-MBT	3,761.00	1.56
2		bh-PMT	103,566.35	42.91
3		bmh-MBT	1,924.29	0.80
4		bms-T	9,084.57	3.76
5		bs-PMT	93,613.93	38.79
6		bs-T	29,415.49	12.19
		Total	241,365.64	100.00
1	El Progreso	bh-MBT	4,209.88	2.29
2		bh-PMT	28,274.15	15.41
3		bmh-MBT	26,069.19	14.21
4		bmh-PMT	4,215.20	2.30
5		bms-T	32,041.83	17.46
6		bp-MT	409.10	0.22
7		bs-PMT	66,303.61	36.14
8		bs-T	21,940.91	11.96
		Total	183,463.87	100.00
1	Escuintla	bh-MBT	3,435.64	0.76
2		bh-PMT	19,368.69	4.30
3		bh-T	258,025.00	57.30
4		bmh-MT	475.46	0.11
5		bmh-PMT	10,437.29	2.32
6		bmh-T	29,918.30	6.64
7		bp-MT	36.67	0.01
8		bs-T	128,577.52	28.56
		Total	450,274.56	100.00

Continúa...

No.	Departamento	Ecosistema	Extensión (ha)	Representación territorial departamental (%)
1	Guatemala	bh-MBT	41,434.85	18.92
2		bh-PMT	122,303.43	55.86
3		bh-T	1,973.52	0.90
4		bmh-MT	466.18	0.21
5		bs-PMT	47,916.56	21.88
6		bs-T	4,854.38	2.22
		Total	218,948.92	100.00
1	Huehuetenango	bh-MBT	299,261.86	40.71
2		bh-PMT	145,471.41	19.79
3		bmh-MBT	17,882.76	2.43
4		bmh-MT	72,263.73	9.83
5		bmh-PMT	89,222.72	12.14
6		bmh-T	43,594.27	5.93
7		bp-PMT	27,722.37	3.77
8		bp-SAT	2,694.92	0.37
9		bs-PMT	36,996.67	5.03
		Total	735,110.70	100.00
1	Izabal	bh-PMT	68,668.92	9.19
2		bh-T	485,398.22	64.95
3		bmh-MBT	4,081.15	0.55
4		bmh-PMT	77,165.65	10.33
5		bmh-T	107,773.98	14.42
6		bs-T	3,891.89	0.52
	Total	747,314.68	100.00	
1	Jalapa	bh-MBT	47,344.54	23.32
2		bh-PMT	101,655.71	50.08
3		bmh-MBT	7,282.26	3.59
4		bmh-MT	54.52	0.03
5		bms-T	1,033.44	0.51
6		bs-PMT	44,741.26	22.04
7		bs-T	866.09	0.43
	Total	202,977.81	100.00	

Continúa...

No.	Departamento	Ecosistema	Extensión (ha)	Representación territorial departamental (%)
1	Jutiapa	bh-MBT	8,491.22	2.56
2		bh-PMT	130,318.61	39.32
3		bh-T	37,287.66	11.25
4		bs-PMT	64,597.73	19.49
5		bs-T	90,739.61	27.38
		Total	331,434.84	100.00
1	Petén	bh-PMT	327,964.51	9.14
2		bh-T	1,738,672.31	48.46
3		bmh-PMT	17,530.51	0.49
4		bmh-T	9,531.38	0.27
5		bs-T	1,494,178.06	41.64
		Total	3,587,896.08	100.00
1	Quetzaltenango	bh-MBT	59,948.41	28.11
2		bh-T	35,508.88	16.65
3		bmh-MBT	6,161.83	2.89
4		bmh-MT	39,915.64	18.71
5		bmh-PMT	36,816.10	17.26
6		bmh-T	18,700.53	8.77
7		bs-T	16,249.92	7.62
		Total	213,301.32	100.00
1	Quiché	bh-MBT	251,089.88	34.53
2		bh-PMT	136,647.42	18.79
3		bh-T	55,444.17	7.63
4		bmh-MBT	6,181.30	0.85
5		bmh-MT	8,528.06	1.17
6		bmh-PMT	126,945.97	17.46
7		bmh-T	116,167.25	15.98
8		bp-PMT	2,472.21	0.34
9		bs-PMT	23,626.98	3.25
	Total	727,103.24	100.00	

Continúa...

No.	Departamento	Ecosistema	Extensión (ha)	Representación territorial departamental (%)
1	Retalhuleu	bh-T	63,120.09	32.47
2		bmh-PMT	6,765.81	3.48
3		bmh-T	17,842.64	9.18
4		bs-T	106,663.56	54.87
		Total	194,392.11	100.00
1	Sacatepéquez	bh-MBT	36,082.27	67.32
2		bh-PMT	13,038.05	24.32
3		bmh-MT	1,847.89	3.45
4		bmh-PMT	1,863.09	3.48
5		bmh-T	117.17	0.22
6		bp-MT	651.55	1.22
		Total	53,600.02	100.00
1	San Marcos	bh-MBT	112,249.27	31.62
2		bh-PMT	7,810.49	2.20
3		bh-T	26,019.94	7.33
4		bmh-MBT	16,940.63	4.77
5		bmh-MT	72,281.55	20.36
6		bmh-PMT	42,798.39	12.05
7		bmh-T	52,458.29	14.78
8		bp-SAT	472.17	0.13
9		bs-PMT	1,022.71	0.29
10		bs-T	22,984.74	6.47
	Total	355,038.17	100.00	
1	Santa Rosa	bh-MBT	6,601.39	2.09
2		bh-PMT	122,909.96	38.90
3		bh-T	142,423.14	45.08
4		bs-PMT	1,544.55	0.49
5		bs-T	42,453.45	13.44
	Total	315,932.49	100.00	

Continúa...

No.	Departamento	Ecosistema	Extensión (ha)	Representación territorial departamental (%)
1	Sololá	bh-MBT	61,036.74	58.71
2		bh-PMT	10,111.33	9.73
3		bmh-MBT	35.22	0.03
4		bmh-MT	11,275.19	10.85
5		bmh-PMT	21,358.47	20.54
6		bmh-T	143.60	0.14
		Total	103,960.55	100.00
1	Suchitepéquez	bh-MBT	1,385.42	0.64
2		bh-PMT	213.97	0.10
3		bh-T	125,059.39	58.18
4		bmh-MBT	187.80	0.09
5		bmh-MT	58.68	0.03
6		bmh-PMT	23,014.69	10.71
7		bmh-T	38,065.51	17.71
8		bp-PMT	125.67	0.06
9		bs-T	26,847.02	12.49
	Total	214,958.15	100.00	
1	Totonicapán	bh-MBT	79,377.11	73.76
2		bh-PMT	9,444.16	8.78
3		bmh-MT	18,800.34	17.47
		Total	107,621.61	100.00
1	Zacapa	bh-PMT	70,203.00	26.13
2		bh-T	11,524.44	4.29
3		bmh-MBT	25,529.38	9.50
4		bmh-PMT	22,092.73	8.22
5		bms-T	39,727.75	14.79
6		bp-MT	573.76	0.21
7		bs-PMT	18,341.10	6.83
8		bs-T	80,705.96	30.04
	Total	268,698.13	100.00	

Fuente: Iarna (2016).





Este libro presenta una contribución renovada a la distribución y clasificación de los ecosistemas de Guatemala utilizando el concepto y base metodológica del sistema de zonas de vida propuesto por Leslie Holdridge durante la segunda mitad del siglo XX. El estudio se fundamenta en una rigurosidad científica, el uso de tecnologías e información moderna, y en un amplio y minucioso recorrido por el territorio nacional.



Esta obra no solo fortalece las discusiones técnicas y científicas sobre el patrimonio natural del país, sino también provee a la población en general de herramientas prácticas para conocerlo y valorarlo. El libro invita a sumergirse en el fascinante mundo natural de Guatemala y, de esa manera, valorar los bienes y servicios ambientales y promover su oportuna defensa y protección.



El trabajo presentado en este libro muestra el esfuerzo del Instituto de Investigación y Proyección sobre Ambiente Natural y Sociedad (Iarna) en profundizar en el conocimiento de la relación sociedad-naturaleza. Al mismo tiempo, queda patente el apoyo de la Universidad Rafael Landívar para sustentar con equipos científicos, físicos y financieros, trabajos de esta naturaleza.



Instituto de Investigación y Proyección sobre Ambiente Natural y Sociedad
Vicerrectoría de Investigación y Proyección
Universidad Rafael Landívar

Vista Hermosa III, Campus Central, zona 16
Edificio Q, oficina 101
PBX. (502) 2426-2626, ext. 2657
www.infoiarna.org.gt - www.url.edu.gt
iarna@url.edu.gt
[/iarna.url](http://iarna.url)

