

UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA
Facultad de Recursos Naturales y del Ambiente



TRABAJO DE DIPLOMA

***Análisis de la Sensibilidad de las Zonas de Vida de Holdridge
en Nicaragua en función del Cambio Climático.***

AUTORES:

*Br. Margarita L. Chévez Díaz.
Br. Fernando J. Mendoza Jara.*

ASESOR:

M Sc. Benigno González Rivas.

*Managua, Nicaragua
Julio, 2000*

RESUMEN

El presente estudio es un análisis de la sensibilidad de las zonas de vida de Holdridge para Nicaragua en función del cambio climático, aplicando tres tipos de escenarios climáticos que se fundamentan en los escenarios de emisiones IPCC-92-a, IPCC-92-d y el IPCC-92-c, los cuales son considerados como escenarios pesimista, moderado y optimista, respectivamente. Estos escenarios suponen un incremento en la temperatura y reducción en las precipitaciones en todo el país.

Para el desarrollo de este trabajo realizado por la Universidad Nacional Agraria (UNA) con la cooperación del gobierno de Finlandia (PANIF), se efectuó, en primer lugar, la recopilación de los diferentes mapas utilizados, la elaboración del Mapa de zonas de vida y finalmente la aplicación de los escenarios de cambios climáticos en el Mapa de zonas de vida. Los mapas resultantes que corresponden a las zonas de vida con impactos climáticos se efectuaron utilizando un Sistema de Información Geográfico (SIG), aplicando el programa computacional ArcView. Con el diagrama de zonas de vida de Holdridge, se determinaron las zonas de vida en condiciones actuales y se establecieron las "futuras" zonas de vida producto de la aplicación de los escenarios.

Las superficies de las zonas secas y muy secas se incrementan en el sector del Pacífico y las superficies húmedas se incrementan en el sector del Atlántico (excepto en el escenario pesimista 2100, en donde el porcentaje de áreas húmedas resulta ser menor que el actual), debido a que las zonas muy húmedas disminuyen en gran parte de sus superficies con respecto a la situación actual. Algo muy notorio es que en la parte central para el escenario pesimista 2100 se presenta un incremento de superficies muy secas. Todo lo anterior indica que habría una tendencia muy marcada al incremento de zonas muy secas en nuestro país.

SUMMARY

This study is a sensibility analyses of Holdridge life zone for Nicaragua a function of climate changes. Applying three types of climatic scenarios which are based on emission scenery IPCC-92_a, IPCC-92_d and IPCC-92_c. These scenarios are considered pessimist, moderate and optimist respectively. They predict different temperature increments and decrease in precipitation in the whole country.

The National Agrarian University (UNA) with the cooperation of Finnish Government (PANIF) developed this research. The methodology includes first, recollection of different base maps such as precipitation, temperature and elevation. Second, elaboration of Holdridge's life zones map from Nicaragua and finally application of climatic change scenarios at varions time horizons. The results expressed as Holdridge's life zone maps for each one of the climatic scenarios.

The area of dry zones and very dry zones will increase in the Pacific region. As well as humid areas well increase in the Atlantic region (um less the 2100 pessimist scenario where the percent of areas is smaller than currently). This is duet very humid zone decrease if we compare with the current situation. At the central area under 2100 pessimist scenery there is an increase of very dry areas. As a result, Nicaragua will have an increase of very dry zones.

AGRADECIMIENTO

Queremos agradecer de manera muy especial a:

Dios por ser nuestra guía y protector y por proporcionarnos la sabiduría y energía para la culminación de nuestra carrera.

Nuestras familias quienes han sabido ayudarnos en nuestras dificultades y nos han brindado su apoyo incondicional.

Bruno Rapidel, Ph. D. Asesor Científico del Proyecto Cambios Climáticos, por su gran apoyo y por habernos brindado la oportunidad de ejecutar este trabajo.

Ing. MSc. Benigno González Rivas, asesor principal por su gran confianza y aportes muy valiosos para la realización de este trabajo.

Ing. MSc. Matilde Somarriba por sus valiosos aportes en la realización de este trabajo.

Ing. MSc. Guillermo Chávez, por habernos proporcionado las herramientas y el tiempo necesario para llevar a cabo dicho trabajo.

Nuestros compañeros de clases con quienes compartimos momentos muy especiales en el transcurso de nuestra carrera.

Todas aquellas personas e instituciones que directa e indirectamente ayudaron en la realización de nuestro trabajo.

DEDICATORIA

A aquellos Señores cuyos ojos brillan con una paz interior y quienes cuidan de nosotros siempre, ellos quienes presentan el mayor amor y por el cual se cree en Dios, esos Señores a quienes llamamos **Padres**.

A una mujer cuya belleza nunca ha sido plasmada con justicia y cuyos ojos siempre cuidaron de nosotros, una Señora a quien Cristo llamó **Madre**.

A todos aquellos cuyos ojos hemos amado, porque eran los ojos de alguien a quienes llamamos **AMIGO**.

A todas aquellas personas que de una forma u otra contribuyeron a la finalización con éxito de nuestra carrera.

Resumen	i
Summary	ii
Agradecimiento	iii
Dedicatoria	iv
Indice general	v
Indice de tablas	vii
Indice de figuras	viii

I. INTRODUCCION.....	1
II. REVISION DE LITERATURA.	5
2.1 Zonas de vida.....	5
2.2 Cambio climático.....	6
2.3 Gases de efecto invernadero.....	7
2.4 Nicaragua y el cambio climático.....	7
2.5 Escenarios.....	9
2.5.1 Escenarios de emisiones.	9
2.5.2 Escenarios climáticos.....	10
2.6 Sistemas de información geográfica.....	11
III. MATERIALES Y METODO.....	13
3.1 Area de estudio.....	13
3.2 Información utilizada.....	13
3.3 Elaboración del mapa de zonas de vida bajo condiciones actuales.....	15
3.4 Elaboración de los diferentes mapas.....	16
IV. RESULTADOS Y DISCUSION	18

4.1	Zonas de vida bajo condiciones actuales (CA).....	18
4.2	Zonas de vida ante horizonte 2010.....	21
4.3	Zonas de vida ante horizonte 2030.....	29
4.4	Zonas de vida ante horizonte 2050.....	33
4.5	Zonas de vida ante horizonte 2070.....	37
4.6	Zonas de vida ante horizonte 2100.. ..	41
4.7	Cambios en las zonas de vida.....	47
4.7.1	Escenario Optimista.....	48
4.7.2	Escenario Moderado.....	49
4.7.3	Escenario Pesimista.....	50
4.7.4	Comparación de cambios ante los diferentes escenarios.....	51
V.	CONCLUSIONES.....	53
VI.	RECOMENDACIONES.....	55
VII.	BIBLIOGRAFIA.....	57
VIII.	ANEXOS.....	59

Cuadro 1. Zonas de Vida que resultaron en todos los mapas, tanto para el de condiciones actuales como para los escenarios de cambios climáticos..... 18

Cuadro 2. Area en % y Km² que representan las zonas de vida actuales en Nicaragua.....21

Cuadro 3. Superficies cubiertas (Area en % y Km²) por las zonas de vida de Holdridge, Escenario Optimista (IS92-c).....24

Cuadro 4. Superficies cubiertas (Area en % y Km²) por las zonas de vida de Holdridge, Escenario Moderado (IS92-d).....26

Cuadro 5. Superficies cubiertas (Area en % y Km²) por las zonas de vida de Holdridge, Escenario Pesimista (IS92-a).....28

Cuadro 6. Cambios de zonas de vida ocurridos en el Escenario Optimista para 2100...48

Cuadro 7. Cambios de zonas de vida ocurridos en el Escenario Moderado para 2100..49

Cuadro 8. Cambios de zonas de vida ocurridos en el Escenario Pesimista para 2100..50

Cuadro 9. Representación del % de nuestro territorio que experimentará cambios de zonas de vida ante los diferentes tipos de escenarios de cambios climáticos.....52

Gráfico 1. Mapa Actual de zonas de vida de Holdridge.....	20
Gráfico 2. Mapa de zonas de vida de Holdridge. Escenario Optimista 2010.....	23
Gráfico 3. Mapa de zonas de vida de Holdridge. Escenario Moderado 2010.....	25
Gráfico 4. Mapa de zonas de vida de Holdridge. Escenario Pesimista 2010.....	27
Gráfico 5. Mapa de zonas de vida de Holdridge. Escenario Pesimista 2030.....	30
Gráfico 6. Mapa de zonas de vida de Holdridge. Escenario Moderado 2030.....	31
Gráfico 7. Mapa de zonas de vida de Holdridge. Escenario Optimista 2030.....	32
Gráfico 8. Mapa de zonas de vida de Holdridge. Escenario Pesimista 2050.....	34
Gráfico 9. Mapa de zonas de vida de Holdridge. Escenario Optimista 2050.....	35
Gráfico 10. Mapa de zonas de vida de Holdridge. Escenario Moderado 2050.....	36
Gráfico 11. Mapa de zonas de vida de Holdridge. Escenario Pesimista 2070.....	38
Gráfico 12. Mapa de zonas de vida de Holdridge. Escenario Optimista 2070.....	39
Gráfico 13. Mapa de zonas de vida de Holdridge. Escenario Moderado 2070.....	40
Gráfico 14. Mapa de zonas de vida de Holdridge. Escenario Moderado 2100.....	43
Gráfico 15. Mapa de zonas de vida de Holdridge. Escenario Pesimista 2100.....	44
Gráfico 16. Mapa de zonas de vida de Holdridge. Escenario Optimista 2100.....	45
Gráfico 17. Mapa de Cambios de Zonas de Vida, Escenario Optimista.....	48
Gráfico 18. Mapa de Cambios de Zonas de Vida, Escenario Moderado.....	49
Gráfico 19. Mapa de Cambios de Zonas de Vida, Escenario Pesimista.....	50
Gráfico 20. Diagrama de cambios en las zonas de vida para el año 2100.....	51

INDICE DE ANEXOS.

Anexo 1. Mapa de Temperatura Media Anual

Anexo 2. Mapa de Elevación

Anexo 3. SIG-UNA-FARENA. Inventario de Información Disponible, Categoría Datos Georrelacionados, Mapa de Temperatura Media Anual.

Anexo 4. SIG-UNA-FARENA. Inventario de Información Disponible, Categoría Datos Georrelacionados, Mapa de Elevación.

Anexo 5. Escenarios de Emisiones IS92.modelo Climático: HadCM2.

Anexo 6. Mapa de Precipitación Media Anual

Anexo 7. SIG-UNA-FARENA. Inventario de Información Disponible, Categoría Datos Georrelacionados, Mapa de Precipitación Media Anual.

Anexo 8. Diagrama para la Clasificación de Zonas de Vida o Formaciones Vegetales del Mundo.

I. INTRODUCCION

Los cambios climáticos que el planeta está experimentando en la actualidad se le atribuyen a las alteraciones de la composición atmosférica, especialmente a las crecientes concentraciones de gases de efecto invernadero y constituyen una característica global de singular importancia que ha llamado la atención durante los últimos años, en especial a toda la comunidad científica internacional, así como a los diferentes sectores económicos, debido a las dramáticas consecuencias que producirían sobre el medio ambiente, economía y bienestar de la humanidad.

Algunas comunidades resultan más vulnerables (esta vulnerabilidad no sólo depende de la sensibilidad del sistema sino de su capacidad de adaptación) a los cambios climáticos debido a la mayor densidad demográfica en zonas sensibles como cuencas fluviales (*Artículo 2 de la CMCC, 1998*).

La gran necesidad de hacer frente al problema de emisión de gases de efecto de invernadero y de la falta de políticas que permitan reducir estas emisiones, ha llevado al establecimiento de programas de cooperación técnico-científico internacional, en los cuales los países desarrollados se han comprometido en el contexto de cambio climático a suministrar el apoyo financiero y tecnológico a los países en desarrollo. Uno de estos programas es el PANIF, dedicado a proteger y desarrollar de manera durable el medio ambiente en Nicaragua, en el que participa Nicaragua con el soporte financiero y tecnológico del gobierno de Finlandia, a través del Ministerio del Ambiente y los Recursos Naturales (MARENA).

Los estudios de cómo responden los ecosistemas forestales al cambio climático se efectuaron utilizando el modelo de clasificación de zonas de vida Holdridge, el cual representa un esquema de clasificación que relaciona la distribución espacial actual de la vegetación con parámetros climáticos de

Biotemperatura y precipitación media anual.

En Nicaragua, al igual que en los otros países centroamericanos, la deforestación es un proceso histórico que ha afectado esencialmente a las áreas de bosques situados en la parte Central y Atlántica del país. Durante las últimas cuatro décadas, aunque no haya despertado mucho interés en aquel entonces, la superficie del bosque latifoliado ha sufrido una acelerada disminución, pasando de 7.1 millones de hectáreas en los años 50, que representaban el 55% del territorio nacional, alrededor de 4.3 millones de hectáreas a inicios de los 90, o sea el 33% del área total del país. Este período incluye, en realidad, un breve paréntesis en la década de los 80, cuando la deforestación se paralizó virtualmente porque gran parte de las regiones boscosa del interior del país fueron los principales escenarios de la guerra.

Hoy día, más del 80% de los 3.8 millones de hectáreas de bosque latifoliado del país, está ubicado en la vertiente Atlántica caracterizada como trópico húmedo o muy húmedo, y la mayor parte de éstos se encuentran en territorios donde la cobertura forestal es mayor al 50% (Rodríguez, 1991). En estas áreas, 1.1 millones de hectáreas han sido declaradas reservas forestales, menos del 29% del todo el bosque latifoliado.

Con el proceso de pacificación que se inicia en 1988-89, se ha reanudado la deforestación a ritmo elevado, estimado en unas 125,000-150,000 has/año. Un cálculo teórico indicaría que, a este ritmo, Nicaragua tendría todavía unos 25 años antes de agotar totalmente sus bosques tropicales, o bien unos 18 años para que queden en pie solamente los bosques protegidos de las dos grandes reservas forestales (Bosawas en el Norte e Indio-Maíz en el Sur).

Ante este preocupante panorama, es de imperiosa necesidad poner en práctica algunos programas y acciones que contribuyan a detener la deforestación en Nicaragua; esto nos ha llevado a efectuar un análisis de la vulnerabilidad y

adaptación de los ecosistemas forestales al cambio climático en nuestro país, orientado a evaluar los efectos que pueden producirse en el medio ambiente y en el sector socioeconómico debido al cambio climático, para determinar las probables áreas más vulnerables y proporcionar a las autoridades nacionales los elementos necesarios para tomar medidas apropiadas de adaptación en el sector forestal.

OBJETIVOS

Objetivo General

- **Evaluar el impacto del cambio climático en zonas de vida de Nicaragua por medio del análisis de sensibilidad a diferentes escenarios climáticos.**

Objetivos Específicos

- **Hacer simulaciones para reflejar la evolución y traslación de zonas de vida, a través de la utilización de escenarios creados para Nicaragua de acuerdo con las normas del IPCC, considerando las variaciones climatológicas de temperatura y precipitación.**
- **Elaborar diferentes mapas de zonas de vida para Nicaragua basados en el modelo de Holdridge; utilizando los diferentes escenarios de cambios climáticos.**

II. REVISION DE LITERATURA

2.1 Zonas de vida

Holdridge se interesó en los sistemas de clasificación de los climas y de la vegetación, con el propósito expreso de delinear las relaciones entre la vegetación de las montañas y la de las zonas bajas. Utilizando simplemente valores anuales de precipitación y temperatura, él desarrolló el diagrama para la clasificación de zonas de vida del mundo, que es una representación gráfica de las zonas de vida más comunes en el planeta y se aplica igualmente para ambos hemisferios; puede utilizarse como representación del territorio comprendido entre el ecuador geográfico y el polo norte o el polo sur, según se decida aplicarlo en uno u otro hemisferio.

Las zonas de vida son conjuntos naturales de asociaciones, sin importar que cada grupo incluya una catena de diferentes unidades de paisaje o de medios ambientales, que puedan variar desde pantanos hasta crestas de colinas. Al mismo tiempo, las zonas de vida comprenden divisiones igualmente balanceadas de los tres factores climáticos principales, es decir, calor (temperatura), precipitación y humedad.

Las zonas de vida constituyen solamente la primera categoría de las divisiones ambientales. Son de gran utilidad para desarrollar estudios y comparaciones a escala general, pero se necesitan subdivisiones para adelantar análisis más específicos, y para incluir en el sistema de clasificación factores ambientales de segundo orden como suelo, drenaje, topografía, vientos fuertes, nieblas y los varios patrones de distribución de la precipitación (*Holdridge, 1982*).

2.2 Cambio climático

Las variaciones climáticas están influenciadas tanto por cambios naturales, como por el efecto del desarrollo de las sociedades humanas.

Entre las causas naturales que pueden ser responsables de los cambios climáticos están por ejemplo las variaciones cíclicas de la intensidad solar, provocadas por las manchas solares, cuya periodicidad es aproximadamente de 30 años y pueden provocar cambios en el clima. También pueden ser causas naturales del cambio climático las grandes erupciones volcánicas y las variaciones de la órbita terrestre alrededor del sol, entre otras.

Con el inicio de la era industrial, a mediados del siglo XVIII, la actividad humana aceleró su incidencia sobre los recursos naturales para crear los productos y servicios que demanda la sociedad. De tal manera que el desarrollo industrial, como parte del desenvolvimiento socioeconómico, ha alterado directa o indirectamente la composición de la atmósfera mundial, la cual es responsable de una modificación del intercambio energético entre el sol, la superficie terrestre y el espacio sideral, a través del fenómeno llamado efecto invernadero.

En el mundo ha surgido recientemente una preocupación alrededor de la constante elevación de la temperatura media global de la Tierra. Esta elevación con todas sus variaciones, no puede ser explicada por las causas naturales expuestas anteriormente ni por ninguna otra conocida. Esta variación de los climas mundiales más allá de las variaciones naturales que siempre experimentan estos climas es lo que se conoce actualmente como cambio climático, y se debe al incremento de gases de efecto invernadero en la atmósfera.

Se entiende por cambio climático, a los cambios que experimenta el clima atribuidos directa o indirectamente a la actividad humana que modifica la composición de la atmósfera global y que se suma a la variabilidad climática

natural observada sobre períodos de tiempo comparables.

2.3 Gases de efecto invernadero

Los gases de efecto invernadero son aquellos componentes gaseosos de la atmósfera, tanto naturales como antropógenos, que absorben y reemiten radiación infrarroja.

Los principales Gases presentes en la atmósfera que absorben parte de la radiación infrarroja emitida por su superficie son: el vapor de agua, el bióxido de carbono (CO_2), el óxido nitroso (NO_2) y el metano (CH_4). Las concentraciones en que se encuentran son el resultado del balance entre sus fuentes (proceso o actividad que libera un Gas de Efecto Invernadero, un aerosol o un precursor de un Gas de Efecto Invernadero en la atmósfera) y sumideros (cualquier proceso, actividad o mecanismo que absorbe un gas de efecto invernadero, un aerosol o un precursor de un Gas de Efecto Invernadero en la atmósfera).

2.4 Nicaragua y el cambio climático

Nicaragua asistió a la Conferencia de la Tierra en 1992 y suscribió allí la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre cambio Climático (CMNUCC). La Asamblea Nacional de la República ratificó esta convención en 1995, con lo que Nicaragua adquirió varios compromisos con respecto al cambio climático.

Entre las obligaciones adquiridas por el país ante la CMNUCC se distinguen las siguientes: elaboración del Inventario de Gases de Efecto Invernadero (INGEI) de Nicaragua, estudios de Impactos y evaluaciones de Vulnerabilidad y Adaptación ante el Cambio Climático, identificación de opciones disponibles para reducir las emisiones de Gases de Efecto Invernadero (GEI), preparación de un Plan de Acción Nacional ante el Cambio Climático, elaboración de la Primera Comunicación Nacional de Nicaragua ante la CMNUCC, realización de

actividades de difusión y sensibilización pública entre otras.

En la actualidad el gobierno de Nicaragua a través del Ministerio del Ambiente y los Recursos Naturales (MARENA) está desarrollando esfuerzos dirigidos al cumplimiento de los compromisos adquiridos.

Según el Inventario Nacional de Gases de Efecto Invernadero de Nicaragua (INGEI-94), como parte del cumplimiento de los compromisos adquiridos por Nicaragua ante la convención Marco de las Naciones Unidas para el Cambio Climático; Nicaragua posee aún en relación con su territorio considerables extensiones boscosas, además de miles de hectáreas de suelos agrícolas en abandono, en algunos casos por más de 20 años. Por lo que al momento de realizar el balance neto de emisiones de Gases de Efecto Invernadero, el país resultó ser fijador de estos gases. El balance de emisiones de bióxido de carbono equivalente dio como resultado una capacidad de fijación de 4,404Gg de CO₂ (4.4 millones de toneladas) para el año de referencia 1994.

Las mayores emisiones de CO₂ fueron reportadas en el sector **Cambio del Uso del suelo y Silvicultura**, las cuales se deben al cambio que sufre la cobertura boscosa por el avance de la frontera agrícola (120,000 hectáreas en promedio para los años 1993 - 1995). Aún cuando este sector logró fijar o captar una considerable cantidad de CO₂ que sitúa a Nicaragua como un país fijador de GEI, de continuar con la situación actual sin medidas de mitigación, la cantidad de emisiones de GEI será mayor que la capacidad de fijación actual.

Los sectores **Agricultura y Energía** ocupan el segundo y tercer lugar de emisiones de bióxido de carbono equivalente (4,911.60 y 2,733.98 Gg de CO₂ respectivamente).

Otros sectores que contribuyeron a las emisiones de GEI en 1994 fueron:

Sector Procesos Industriales; con 354.84Gg, de las cuales la producción de

cemento constituye la principal fuente de emisión con 336.67 Gg. La producción de cal, piedra caliza, asfalto producido, hormigón, carburo de calcio, pan y alimentos alcanzan en conjunto 18.17 Gg.

Sector **Desperdicios**; con 13.38 Gg de metano y 0.18 Gg de óxido nitroso.

2.5 Escenarios

2.5.1 Escenarios de emisiones

Los escenarios de emisiones son predicciones de las emisiones antropogénicas de gases que tienen la capacidad de afectar el clima; esas predicciones se basan en hipótesis sobre las tendencias futuras de determinantes claves, como población, crecimiento económico, cambio tecnológico, uso de la tierra y políticas de control. Proporcionan estimaciones de las emisiones de gases de efecto invernadero directos e indirectos según la fuente, durante el período 1990-2100.

Los escenarios de emisiones y las hipótesis en las que se basan son inherentemente controvertidos porque reflejan diversos puntos de vista sobre el futuro. Los resultados de los escenarios pueden variar considerablemente con respecto a los reales, aún con horizontes temporales cortos.

Los escenarios de emisiones tienen una función importante en el análisis del cambio climático potencial. Desde el punto de vista científico, proporcionan un punto de partida para estudiar la posible ocurrencia del cambio climático y sus impactos; desde el punto de vista político, suministran información sobre las consecuencias de actuar o no actuar para reducir las emisiones de gases de efecto invernadero (*IPCC, 1995*).

Los escenarios muestran un incremento anual de las emisiones de gases de efecto invernadero en el siglo próximo.

2.5.2 Escenarios climáticos

Los escenarios climáticos que se utilizan en este estudio se fundamentan en los escenarios de emisiones IPCC-92-a, IPCC-92-d y el IPCC-92-c, los cuales son considerados como escenarios pesimista, moderado y optimista, respectivamente.

La generación de escenarios climáticos se realizó utilizando el modelo SCENGEN, el cual combina los aspectos de emisiones generados en MAGGIC (modelo utilizado para la generación de escenarios de emisión de gases de efecto invernadero), con aspectos de los modelos de circulación general de la atmósfera (GCM^s). La información climática que se genera no contempla el efecto de enfriamiento de los aerosoles, únicamente toma en cuenta el calentamiento producto de los gases de efecto invernadero. Siendo estos escenarios:

- **IS92-a:** Considerado escenario **pesimista** ya que arroja una estimación de emisiones que para nuestro caso son altas. En este escenario la temperatura sobre la vertiente del Pacífico tiende a aumentar gradualmente sobre el promedio actual, desde 0.9°C en el año 2010 hasta 3.7°C en el año 2100. Las reducciones anuales en la precipitación con respecto al promedio actual variarían desde -8.4% para el año 2010 hasta -36.6% en el año 2100. Sobre el Caribe la temperatura media también muestra un aumento que varía desde los 0.8°C, año 2010, hasta los 3.3°C, en el año 2100. Las reducciones anuales en la precipitación con respecto al promedio actual varían desde -8.2% para el año 2010, hasta -35.7% en el año 2100.
- **IS92-c:** Considerado escenario **optimista** ya que presume los valores más bajos de tasa de aumento de población y de crecimiento económico, e

importantes limitaciones en el abastecimiento de combustible (escenario de más bajas emisiones). En este escenario la temperatura sobre la vertiente del Pacífico tiende a aumentar de 0.8°C, año 2010, hasta los 2.1 °C en el año 2100. Las reducciones anuales en la precipitación variarían de -7.9%, año 2010, hasta -21.0 %, año 2100. Para la vertiente del Caribe la temperatura tiende a aumentar de 0.7°C, año 2010, hasta los 1.9°C. las reducciones anuales en la precipitación con respecto al promedio actual varían desde -7.7%, año 2010, hasta -20.5%, año 2100.

- **IS92-d:** Considerado escenario **moderado** ya que está basado en la misma baja tasa de crecimiento de población de IS92-c pero con un crecimiento económico mayor (segunda estimación más baja de emisiones). Debe quedar claro que ser un escenario intermedio no significa ser el más probable. En este escenario la temperatura sobre la vertiente del Pacífico tiende a aumentar de 0.8°C, año 2010, hasta los 2.6°C, año 2100. Las reducciones anuales en la precipitación variarían de -7.9%, año 2010, hasta -25.3%, año 2100. Para la vertiente del Caribe la temperatura tiende a aumentar de 0.7°C, año 2010, hasta 2.3°C, año 2100. Las reducciones anuales en la precipitación variarían de -7.7%, año 2010, hasta -24.7%, año 2100.

2.6 Sistemas de Información Geográfico (SIG)

Se define como Sistemas de Información Geográfico (SIG), a un sistema de información que ofrece cuatro tipos de posibilidades para manejar datos georeferenciados:

- a) Entrada de datos.
- b) Manejo de datos (almacenamiento y búsqueda).
- c) Manipulación y análisis.
- d) Salida de datos.

SIG es un conjunto de programas utilizados como herramientas en la recopilación, almacenamiento, búsqueda, transformación y para desplegar información espacial de una región, permitiendo el análisis y manejo rápido de esta información. Los **SIG** han demostrado ser herramientas muy útiles en el procesamiento y manipulación de información georeferenciada, según los objetivos del estudio. Desde la perspectiva del usuario, un SIG, es una herramienta que le permite capturar, codificar, almacenar, editar, analizar y visualizar información espacial (COMAS D. y RUIZE. 1993).

III. MATERIALES Y METODOS

3.1 Area de estudio

Los escenarios utilizados fueron creados con datos meteorológicos de las principales estaciones del país, permitiéndonos realizar el estudio a escala nacional, por la necesidad y utilidad de que exista información acerca de la vulnerabilidad de los ecosistemas naturales distribuidos en todo el país.

Los modelos utilizados en este estudio presentan información para dos sectores de Nicaragua de 5° de latitud-longitud, centrados en los puntos: 12°50' con -87°50' y el otro en 12°50' con -82°50'. Estos dos sectores corresponden a las vertientes del Pacífico y Caribe de Nicaragua.

3.2 Información Utilizada

En primer lugar se realizó la recopilación y análisis de los mapas utilizados para la elaboración del mapa de zonas de vida, mapa de temperatura y elevación, (anexos 1, 2, 3 y 4), que fueron proporcionados por el Ministerio Agropecuario y Forestal (MAG-FOR), habiéndose seleccionado una serie de 20 años de observaciones (1971-1990) de las principales estaciones meteorológicas (en el caso de la Temperatura), convenientemente distribuidas en todo el país. Cabe señalar que el mapa de elevación no presenta las elevaciones mayores a los 2000 msnm por lo cual las zonas de vida se encuentran limitadas a dichas elevaciones (Cerro Mogotón con una altitud de 2,107 msnm, ubicado en la frontera norte con la República de Honduras).

Es necesario anotar que por consideraciones del método de Holdridge para la clasificación de zonas de vida, la temperatura utilizada es la promedio de las temperaturas en grados centígrados, a las cuales tiene lugar el crecimiento vegetativo, en relación con el período anual (0°- 30°C, aproximado, hasta que, a

través de la investigación se determine un valor más exacto). Por consiguiente para este estudio el mapa de temperatura media anual en dicho período, es considerado como mapa de Biotemperatura ya que el rango de temperatura oscila entre 16°-27°C.

Además se utilizaron los "Escenarios de Cambios Climáticos para la Evaluación de Impactos en Nicaragua" que se fundamentan en los escenarios de emisiones IS92-a, IS92-d y el IS92-c del IPCC; los cuales son considerados como escenarios pesimista, moderado y optimista respectivamente (*Anexo 5*). Elaborados por el Proyecto Primera Comunicación Nacional en la Convención Marco de Naciones Unidas para el Cambio Climático en Junio de 1999. Los horizontes de tiempo seleccionados para los escenarios utilizados por la Comisión de Cambio Climático de Nicaragua son: 2010, 2030, 2050, 2070 y 2100. Las proyecciones se realizaron con respecto a la serie climática 1961- 1990, la cual ha sido utilizada ampliamente por la Organización Meteorológica Mundial (OMM).

Estos escenarios climáticos fueron elaborados para proyectar cambios en tres factores climáticos como son temperatura, precipitación y nubosidad; en nuestro estudio se excluye el factor climático nubosidad, porque pertenece a los factores ambientales de segundo orden en el sistema de clasificación y que sirve para clasificar las comunidades naturales (condiciones ambientales de menor extensión).

Debido a que no se encontraba en formato digital el mapa de precipitación total anual fue necesario la digitalización de dicho mapa (*anexos 6 y 7*), elaborado por INETER (Dirección de Geodesia y Cartografía- Dirección de Meteorología). La distribución espacial de la lluvia media anual en Nicaragua está representada en este mapa a Escala 1:750,000, sobre la base de la información procesada para el período 1971-1990 (20 años).

La digitalización se procesó en ArcView con la Extensión Digitizer, el cual nos permite con la ayuda de una mesa digitalizadora trazar las líneas correspondientes del mapa; incluyendo la introducción de las coordenadas y de la

proyección que para Nicaragua es Transversal Mercator.

Luego se procedió al trazado de los polígonos (Nicaragua, Lagos, Bahías, etc.) y de las diferentes isoyetas para Nicaragua; se tomó como modelo el mapa de elevación para las diferentes correcciones de líneas en Nicaragua.

En la tabla de atributos, se introdujeron los datos que presenta el mapa base, los cuales son de interés para el estudio como: área (cálculos de porcentaje de área respecto a cada zona de vida), precipitación media anual (factor climático utilizado en la definición de zona de vida), perímetro, identificador (identificador de cada polígono para un análisis correcto del procesamiento de datos).

3.3 Elaboración del mapa de zonas de vida bajo condiciones actuales

Se elaboró basado en el Modelo de Clasificación de Zonas de Vida de Holdridge, que relaciona la distribución actual de la Vegetación a características o parámetros climáticos. La Zona de Vida permite agrupar las unidades naturales, los varios cientos, o tal vez, las miles o más asociaciones de la tierra.

El mapa de distribución de Zonas de Vida de Holdridge para Nicaragua bajo condiciones actuales (y bajo los diferentes escenarios climáticos), se elaboró a través del uso del Sistema de Información Geográfica con el programa ArcView, el cual trabaja con base en proyectos. Los proyectos son archivos que organizan la información contenida en otros archivos. Estos otros archivos por lo general son coberturas de Arc/Info, aunque también pueden ser bases de datos. En otras palabras los proyectos de ArcView no son un mapa o una base de datos, sino que manipulan estos mapas o bases de datos para desplegarlos, imprimirlos o hacer análisis con ellos.

El mapa de Zonas de Vida para Nicaragua (*Gráfico 1`*) se obtuvo a partir de una extensión del programa ArcView llamada Geoprocessing Wizard la cual

permitió interceptar los mapas de temperatura, precipitación y elevación, obteniendo áreas (polígonos) con los atributos correspondientes a los mapas; posteriormente se identificaron las diferentes combinaciones de atributos. Con la utilización del "Diagrama para la Clasificación de las Zonas de Vida del mundo" (anexo 8) el cual correlaciona directamente los factores climáticos de temperatura y precipitación con la elevación se procedió al nombramiento de las diferentes combinaciones. Debido al alto número de combinaciones se requirió la utilización del programa Visual dBASE el cual es un manipulador de bases de datos y trabaja directamente con ArcView; lo que facilitó el nombramiento de las diferentes zonas de vida presentes en Nicaragua.

El diagrama de Holdridge nos muestra el fenómeno de la naturaleza transicional de las asociaciones que caen dentro de los triángulos (zonas de transición); estas zonas están representadas con letras minúsculas cuyo significado se describe de la siguiente manera: *a = transición a seco, b = transición a muy seco, c = transición a húmedo.*

3.4 Elaboración de los diferentes mapas

Teniendo como base el mapa de zonas de vida se procedió a la división de Nicaragua en dos sectores (pacífico y Caribe) para la correspondiente aplicación de los escenarios, debido a que los escenarios presentan diferentes aumentos de temperatura y disminuciones de precipitación para estos dos sectores del país.

El mapa de zonas de vida presenta sus correspondientes valores de temperatura, precipitación y elevación (Factores que determinan las zonas de vida), a estos valores se les aplicaron aumentos en la temperatura y disminuciones de la precipitación (%), manteniéndose la elevación; obteniendo de esta manera los nuevos valores de los factores que determinan las zonas de vida para los dos sectores del país.

Se utilizó el programa Visual dBASE que trabaja directamente con ArcView, facilitando así la aplicación de aumentos de temperatura, disminuciones de la precipitación y el nombramiento de las zonas de vida.

IV. RESULTADOS Y DISCUSION

A continuación se presentan las diferentes zonas de vida que resultaron en todos los mapas, tanto para el de condiciones actuales como para los escenarios de cambios climáticos, incluyendo sus respectivas claves.

Cuadro 1. Zonas de Vida que resultaron en todos los mapas, tanto para el de condiciones actuales como para los escenarios de cambios climáticos (UNA, 2000).

No.	Zonas de vida	Clave
1	Bosque húmedo Subtropical	BhSt
2	Bosque húmedo Subtropical transición a seco	BhSt a
3	Bosque húmedo Subtropical Premontano	BhStP
4	Bosque húmedo Subtropical Premontano transición a seco	BhStP a
5	Bosque húmedo Tropical	BhT
6	Bosque húmedo Tropical transición a seco	BhT a
7	Bosque húmedo Tropical Premontano	BhTP
8	Bosque húmedo Tropical Premontano transición a seco	BhTP a
9	Bosque Muy húmedo Subtropical	BMhSt
10	Bosque Muy húmedo Subtropical transición a húmedo	BMhSt c
11	Bosque Muy húmedo Subtropical Premontano	BMhStP
12	Bosque Muy húmedo Subtropical Premontano transición a húmedo	BMhStP c
13	Bosque Muy húmedo Tropical	BMhT
14	Bosque Muy húmedo Tropical transición a húmedo	BMhT c
15	Bosque Muy Seco Subtropical Premontano	BMSSStP
16	Bosque Muy Seco Tropical	BMST
17	Bosque Muy Seco Tropical Premontano	BMSTP
18	Bosque Seco Subtropical	BSSSt
19	Bosque Seco Subtropical transición a muy seco	BSSSt b
20	Bosque Seco Subtropical Premontano	BSSStP
21	Bosque Seco Subtropical Premontano transición a muy seco	BSSStP b
22	Bosque Seco Tropical	BST
23	Bosque Seco Tropical transición a muy seco	BST b
24	Bosque Seco Tropical Premontano	BSTP
25	Bosque Seco Tropical Premontano transición a muy seco	BSTP b

4.1 Zonas de Vida bajo condiciones actuales (CA)

En el mapa de condiciones actuales (*Gráfico 1*), se han definido 15 zonas de vida para Nicaragua en donde se determinan los diferentes tipos de bosques, que comprenden desde el Bosque Muy húmedo Subtropical Premontano, hasta el

Bosque Seco Tropical, con una gran predominancia del Bosque húmedo Tropical con un porcentaje de 44.43%.

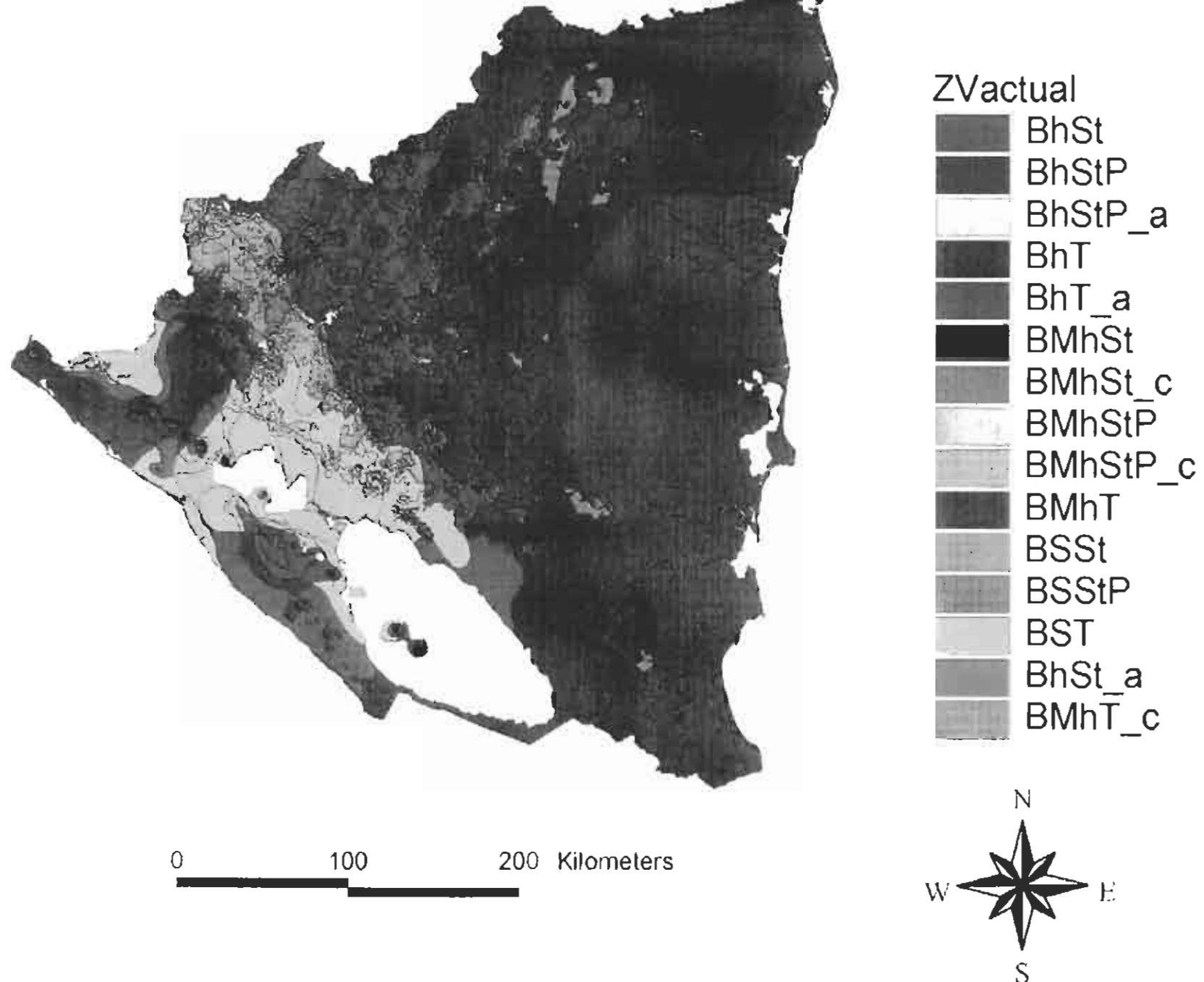


Gráfico 1. Mapa actual de zonas de vida de Holdridge para Nicaragua. Periodo: 1971-1990. (UNA 2000).

Según el mapa actual de zonas de vida para Nicaragua el 87.60% está cubierto por Bosques Muy húmedos Tropicales y Bosques húmedos Tropicales y Subtropicales; el 5.53% por Bosques Secos Tropicales, mientras que el Bosque húmedo Tropical con transición a seco ocupa el 2.70% seguido del Bosque Muy húmedo Tropical_c con el 1.61%, el resto de zonas de vida ocupa el 2.55% (cuadro 2).

Cuadro 2. Area en porcentaje y km² que representan las zonas de vida actuales en Nicaragua.

ZONAS DE VIDA	AREA %	AREA KM²
Bosque húmedo Subtropical	3.84	4,992
Bosque húmedo Subtropical a	0.10	130
Bosque húmedo Subtropical Premontano	0.30	390
Bosque húmedo Subtropical Premontano a	0.06	78
Bosque húmedo Tropical	44.43	57,759
Bosque húmedo Tropical a	2.70	3,510
Bosque Muy húmedo Subtropical	0.71	923
Bosque Muy húmedo Subtropical c	0.29	377
Bosque Muy húmedo Subtropical Premontano	0.02	26
Bosque Muy húmedo Subtropical Premontano c	0.008	1
Bosque Muy húmedo Tropical	39.33	51,129
Bosque Muy húmedo Tropical c	1.61	2,093
Bosque Seco Subtropical	0.96	1,248
Bosque Seco Subtropical Premontano	0.11	143
Bosque Seco Tropical	5.53	7,189

4.2 Zonas de Vida ante horizonte 2010

En el horizonte 2010 según los diferentes escenarios se presentan dos nuevas zonas de vida: el Bosque Seco Tropical_b y el Bosque Muy Seco Tropical.

Cabe señalar que para este horizonte, los escenarios de cambio climático optimista y moderado suponen iguales incrementos en la temperatura y reducciones en la precipitación, lo que hace que los resultados de ambos escenarios sean los mismos.

Se observa que para escenarios optimista (Gráfico 2, cuadro 2) y moderado (Gráfico 3, cuadro 3) se suman dos nuevas zonas de vida a las zonas de vida actuales; en cambio ante un escenario pesimista (Gráfico 4, cuadro 4) desaparecen los bosques muy húmedos subtropicales_c y bosques Muy húmedos subtropicales premontanos.

Para los tres escenarios los mayores porcentajes los ocupan los bosques húmedos tropicales, bosques muy húmedos tropicales_c y bosques secos tropicales; en cambio los bosques húmedos subtropicales van en disminución.

Ante un escenario pesimista para el horizonte 2010 más de la mitad del territorio nicaragüense (82.23%) está cubierto por Bosque húmedo Tropical, Bosque Muy húmedo Tropical y Bosque Muy húmedo Tropical_c; mientras que el 11.96% corresponde al Bosque Seco Tropical, Bosque Seco Tropical_b y bosque Muy Seco Tropical. Las restantes zonas de vida ocupan el 5.87%.

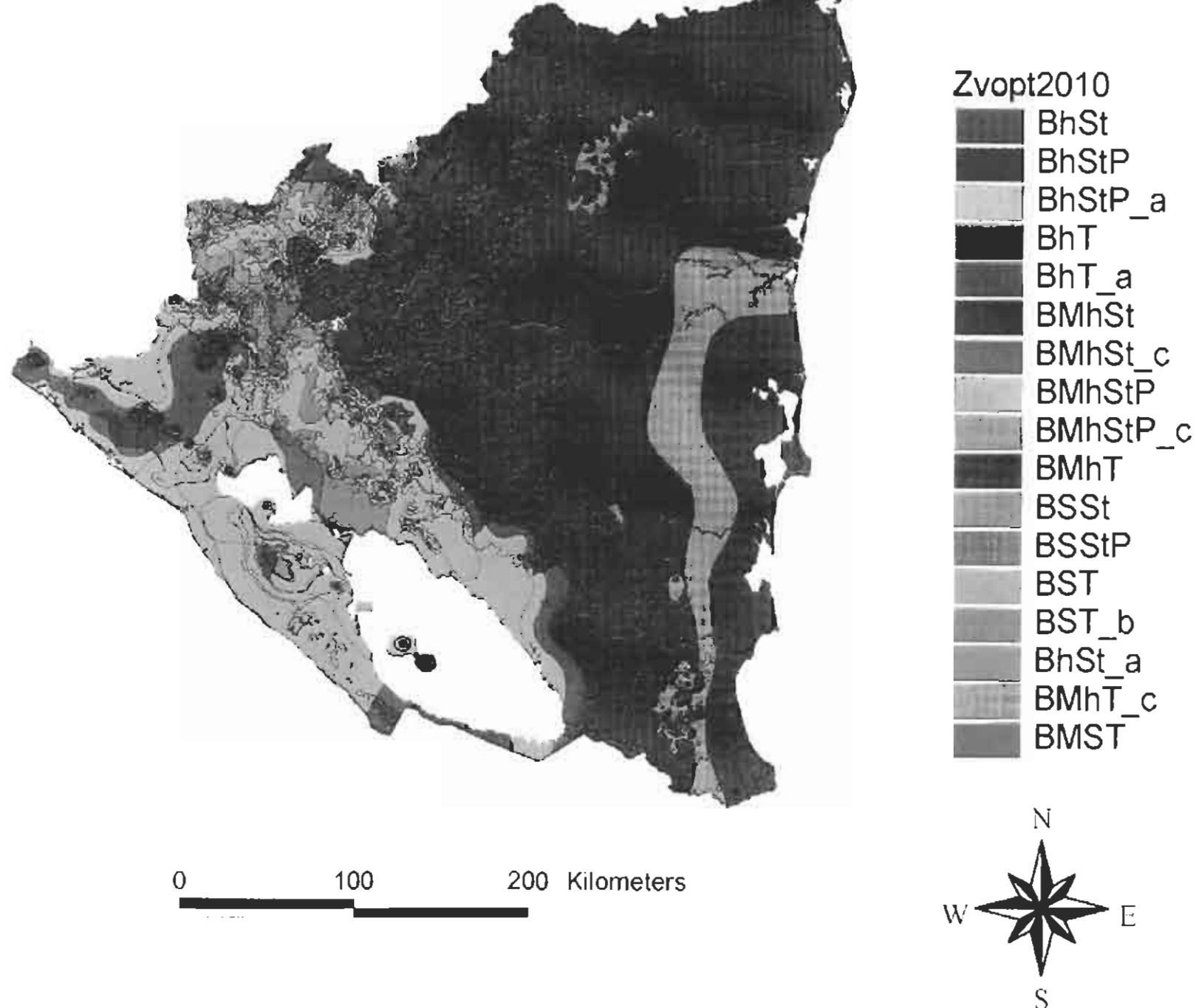


Gráfico 2 Mapa de zonas de vida de Holdridge. Escenario optimista 2010 (UNA 2000).

Cuadro 3. Superficies cubiertas (Area en % y Km²) por las zonas de vida de Holdridge, Escenario Optimista -IS92_c (UNA, 2000).

Zonas de Vida	CA		2010		2030		2050		2070		2100	
	%	Km ²										
Bosque húmedo Subtropical	3.84	4,992	0.63	819	0.49	637	0.12	156	0.11	143	0.11	143
Bosque húmedo Subtropical a	0.10	130	0.09	117	0.24	312	0.008	1	0.06	78		
Bosque húmedo Subtropical Premontano	0.30	390	0.22	286	0.21	273	0.16	208	0.15	195	0.15	195
Bosque húmedo Subtropical Premontano a	0.06	78	0.08	104	0.02	26	0.05	65	0.01	13	0.008	1
Bosque húmedo Tropical	44.43	57,759	61.48	79,924	70.49	91,637	72.44	94,172	70.41	91,533	70.31	91,403
Bosque húmedo Tropical a	2.70	3,510	3.92	5,096	3.74	4,862	2.73	3,549	2.60	3,380	3.30	4,290
Bosque Muy húmedo Subtropical	0.71	923	0.06	78	0.06	78						
Bosque Muy húmedo Subtropical c	0.29	377	0.01	13								
Bosque Muy húmedo Subtropical Premontano	0.02	26	0.008	1								
Bosque Muy húmedo Subtropical Premontano c	0.008	1	0.01	13								
Bosque Muy húmedo Tropical	39.33	51,129	7.77	10,101	2.45	3,185	0.15	195	0.15	195	0.15	195
Bosque Muy húmedo Tropical c	1.61	2,093	12.98	16,874	5.55	7,215	2.26	2,938	2.26	2,938		
Bosque Muy Seco Tropical			0.06	78	0.07	91	1.88	2,444	1.92	2,496	2.79	3,627
Bosque Seco Subtropical	0.96	1,248	0.61	793	0.61	793	0.46	598	0.46	598	0.43	559
Bosque Seco Subtropical Premontano	0.11	143	0.18	234	0.26	338	0.28	364	0.33	429	0.34	442
Bosque Seco Tropical	5.53	7,189	10.63	13,819	14.47	18,811	19.10	24,830	20.36	26,468	21.88	28,444
Bosque Seco Tropical b			1.27	1,651	1.35	1,755	0.39	507	1.19	1,547	0.53	689

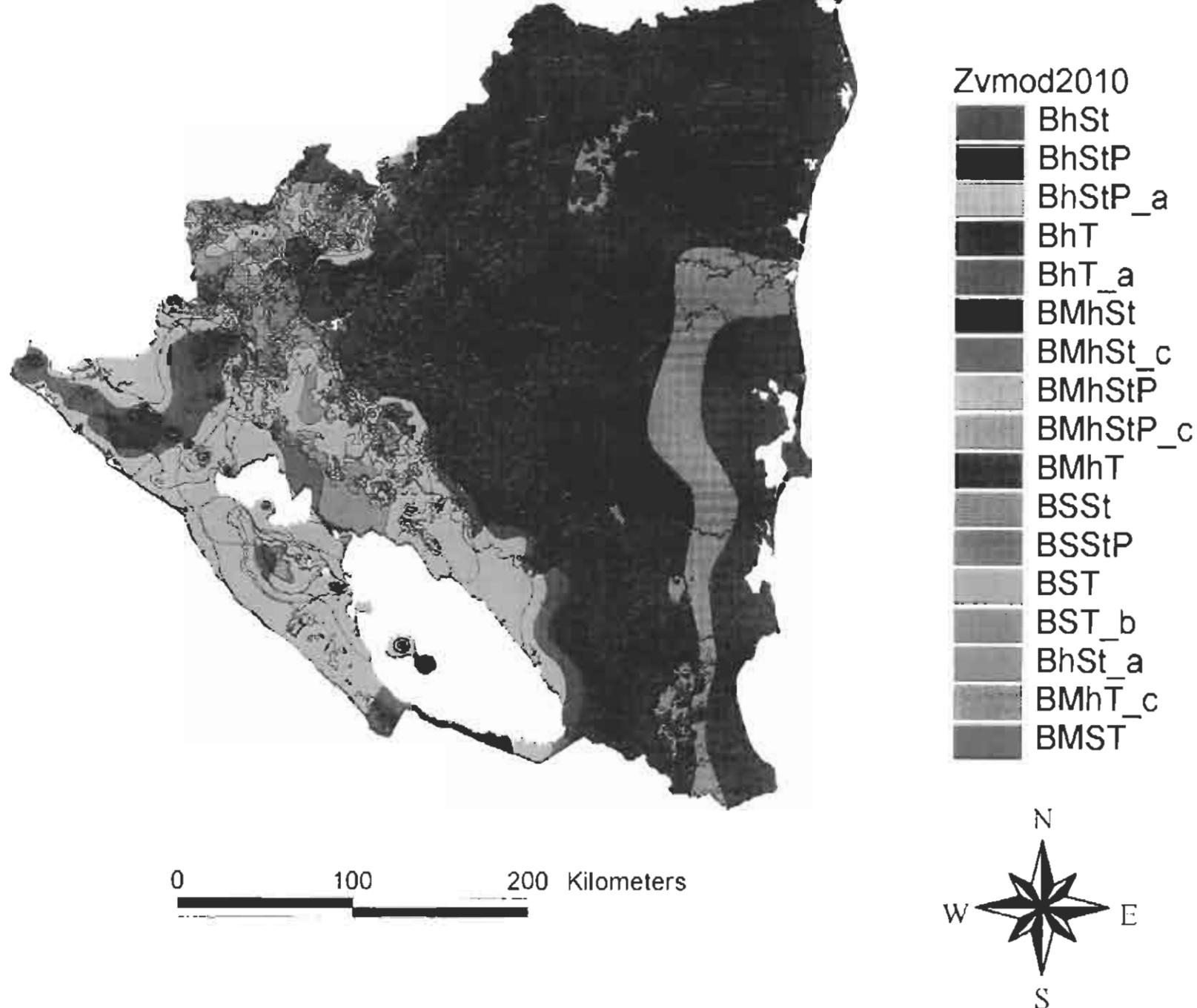


Gráfico 3. Mapa de zonas de vida de Holdridge. Escenario moderado 2010 (UNA 2000).

Cuadro 4. Superficies cubiertas (Area en % y Km²) por las zonas de vida de Holdridge, Escenario Moderado -IS92_d (UNA, 2000).

Zonas de Vida	CA		2010		2030		2050		2070		2100	
	%	Km ²										
Bosque húmedo Subtropical	3.84	4,992	0.63	819	0.49	637	0.12	156	0.07	91	0.01	13
Bosque húmedo Subtropical a	0.10	130	0.09	117	0.24	312	0.08	104	0.05	65		
Bosque húmedo Subtropical Premontano	0.30	390	0.22	286	0.21	273	0.16	208	0.15	195	0.02	26
Bosque húmedo Subtropical Premontano a	0.06	78	0.08	104	0.02	26	0.05	65	0.01	13	0.02	26
Bosque húmedo Tropical	44.43	57,759	61.48	79,924	70.49	91,637	72.27	93,951	70.45	91,585	67.56	87,828
Bosque húmedo Tropical a	2.70	3,510	3.92	5,096	3.74	4,862	1.70	2,210	2.60	3,380	1.41	1,833
Bosque húmedo Tropical Premontano											0.05	65
Bosque Muy húmedo Subtropical	0.71	923	0.06	78	0.06	78						
Bosque Muy húmedo Subtropical c	0.29	377	0.01	13								
Bosque Muy húmedo Subtropical Premontano	0.02	26	0.008	1								
Bosque Muy húmedo Subtropical Premontano c	0.008	1	0.01	13								
Bosque Muy húmedo Tropical	39.33	51,129	7.77	10,101	2.45	3,185	0.15	195	0.15	195	0.15	195
Bosque Muy húmedo Tropical c	1.61	2,093	12.98	16,874	5.55	7,215	2.26	2,938	2.22	2,866		1
Bosque Muy Seco Subtropical Premontano									0.01	13	0.008	1
Bosque Muy Seco Tropical			0.06	78	0.07	91	1.91	2,483	2.27	2,951	3.84	4,992
Bosque Muy Seco Tropical Premontano											0.09	117
Bosque Seco Subtropical	0.96	1,248	0.61	793	0.61	793	0.35	455	0.46	598	0.01	13
Bosque Seco Subtropical b							0.03	39			0.01	13
Bosque Seco Subtropical Premontano	0.11	143	0.18	234	0.26	338	0.27	351	0.32	416	0.05	65
Bosque Seco Subtropical Premontano b							0.01	13	0.008	1	0.02	26
Bosque Seco Tropical	5.53	7,189	10.63	13,819	14.47	18,811	20.30	26,390	20.24	26,312	26.35	34,255
Bosque Seco Tropical b			1.27	1,651	1.35	1,755	0.36	468	1.02	1,326	0.18	234
Bosque Seco Tropical Premontano											0.24	312

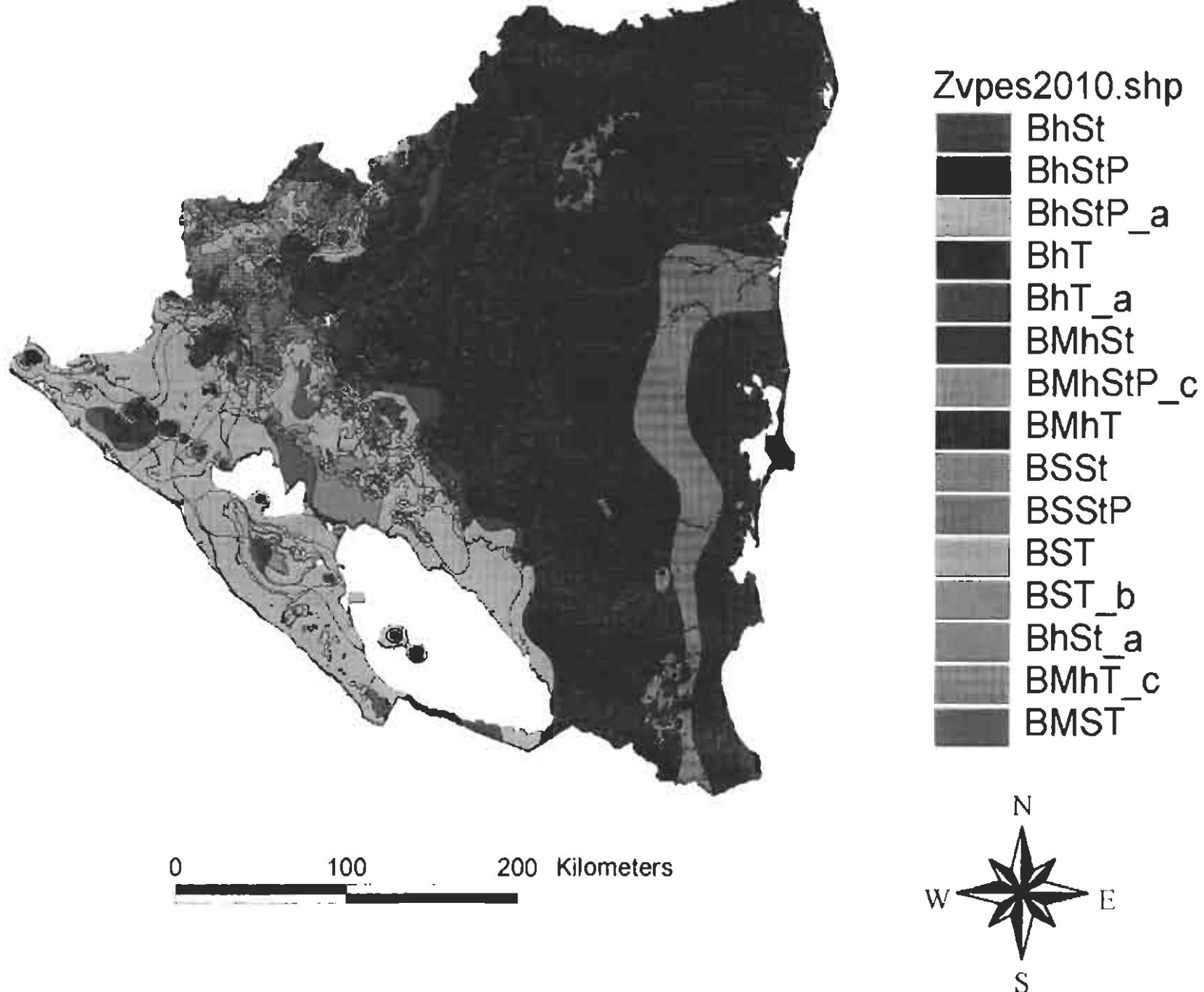


Gráfico 4. Mapa de zonas de vida de Holdridge. Escenario pesimista 2010 (UNA 2000).

Cuadro 5. Superficies cubiertas (Area en % y Km²) por las zonas de vida de Holdridge, Escenario Pesimista -IS92_a (UNA, 2000).

Zonas de Vida	CA		2010		2030		2050		2070		2100	
	%	Km ²										
Bosque húmedo Subtropical	3.84	4,992	0.64	832	0.19	247	0.11	143				
Bosque húmedo Subtropical a	0.10	130	0.09	117	0.08	104	0.008	1				
Bosque húmedo Subtropical Premontano	0.30	390	0.23	299	0.16	208	0.15	195	0.02	26	0.008	1
Bosque húmedo Subtropical Premontano a	0.06	78	0.08	104	0.05	65	0.01	13	0.01	13	0.008	1
Bosque húmedo Tropical	44.43	57,759	61.51	79,963	73.20	95,160	71.40	92,820	60.54	78,704	41.61	54,083
Bosque húmedo Tropical a	2.70	3,510	1.56	2,028	4.21	5,473	3.92	5,096	7.21	9,373	14.95	19,435
Bosque húmedo Tropical Premontano									0.05	65	0.008	1
Bosque húmedo Tropical Premontano a									0.02	26	0.02	26
Bosque Muy húmedo Subtropical	0.71	923	0.06	78	0.06	78						
Bosque Muy húmedo Subtropical c	0.29	377										
Bosque Muy húmedo Subtropical Premontano	0.02	26										
Bosque Muy húmedo Subtropical Premontano c	0.008	1	0.008	1								
Bosque Muy húmedo Tropical	39.33	51,129	8	10,400	2.41	3,133	0.15	195				
Bosque Muy húmedo Tropical c	1.61	2,093	12.75	16,575	0.04	52			0.03	39		
Bosque Muy Seco Subtropical Premontano									0.008	1	0.008	1
Bosque Muy Seco Tropical			0.06	78	1.88	2,444	2.07	2,691	3.88	5,044	7.99	10,387
Bosque Muy Seco Tropical Premontano									0.01	13	0.17	221
Bosque Seco Subtropical	0.96	1,248	0.61	793	0.38	494	0.43	559	0.02	26	0.008	1
Bosque Seco Subtropical Premontano	0.11	143	0.18	234	0.28	364	0.32	416	0.06	78	0.01	13
Bosque Seco Subtropical Premontano b							0.01	13				
Bosque Seco Tropical	5.53	7,189	12.96	16,848	16.82	21,866	20.18	26,234	27.60	35,880	34.81	45,253
Bosque Seco Tropical b			1.27	1,651	0.24	312	1.25	1,625	0.23	299	0.16	208
Bosque Seco Tropical Premontano									0.24	312	0.27	351
Bosque Seco Tropical Premontano b									0.08	104	0.01	13

4.3 Zonas de Vida ante horizonte 2030

Según los diferentes escenarios para el horizonte 2030 se definen 14 zonas de vida. Se observa que desaparecen el BMhSt_c, BMhStP y el BMhStP_c; en cambio se presentan dos nuevas zonas de vida: BST_b y el BMST, afectando parte de los departamentos de Matagalpa, Managua, Nueva Segovia y León que actualmente pertenecen al BST.

Para los tres escenarios el BhT ocupa el mayor porcentaje seguido del BST. Ante un escenario pesimista (Gráfico 5, cuadro 4) se observa una drástica disminución del BMhT_c que del 1.61% que ocupa en la actualidad obtiene 0.04% del territorio; según escenario moderado (Gráfico 6, cuadro 3) y optimista (Gráfico 7, cuadro 2) el BMhT_c obtiene un porcentaje de 5.55%.

Ante un escenario pesimista se observa que el Bosque Muy Seco Tropical se va incrementando y ocupa un área de aproximadamente 2,444 km².

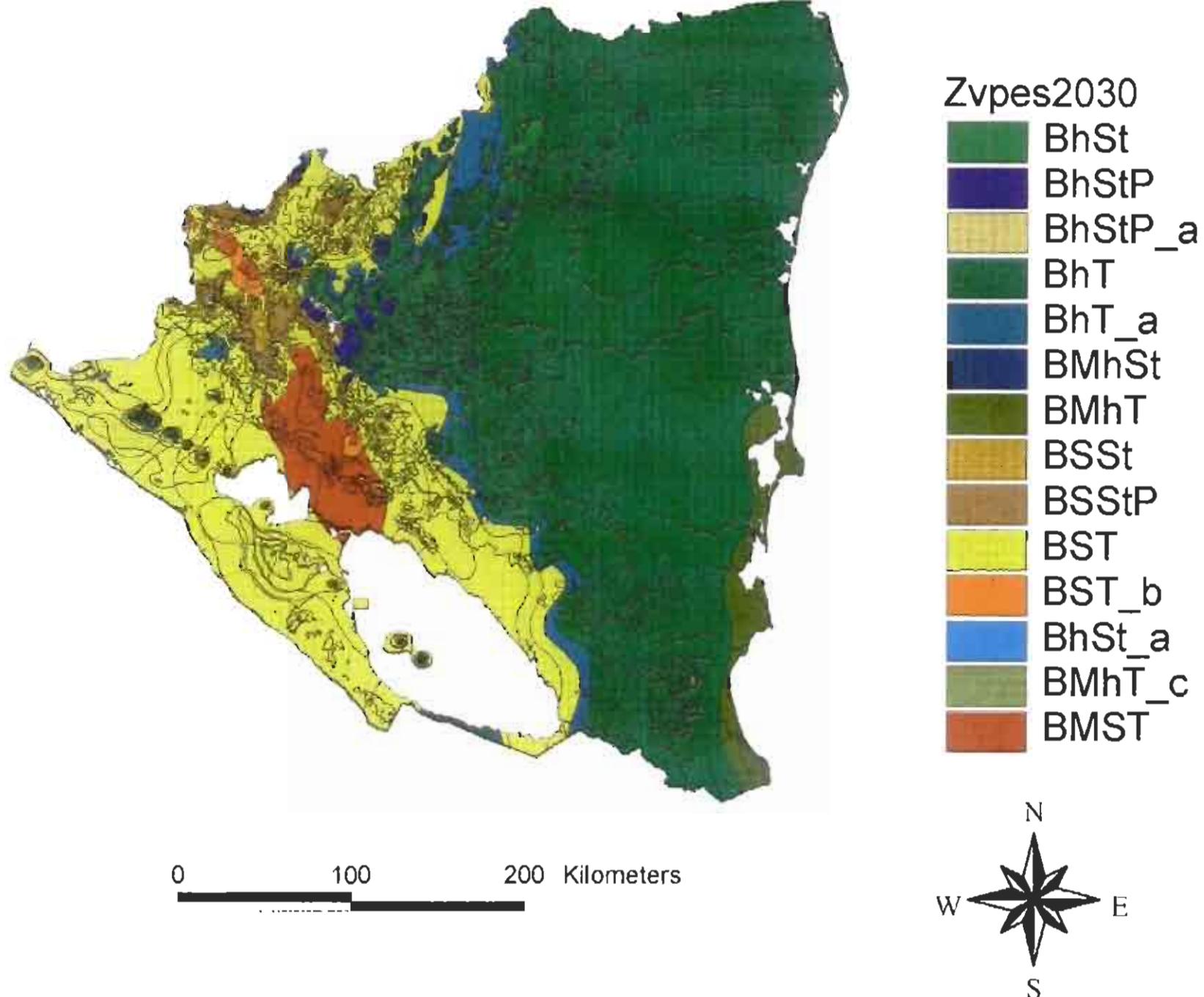


Gráfico 5. Mapa de zonas de vida de Holdridge Escenario pesimista 2030 (UNA 2000).

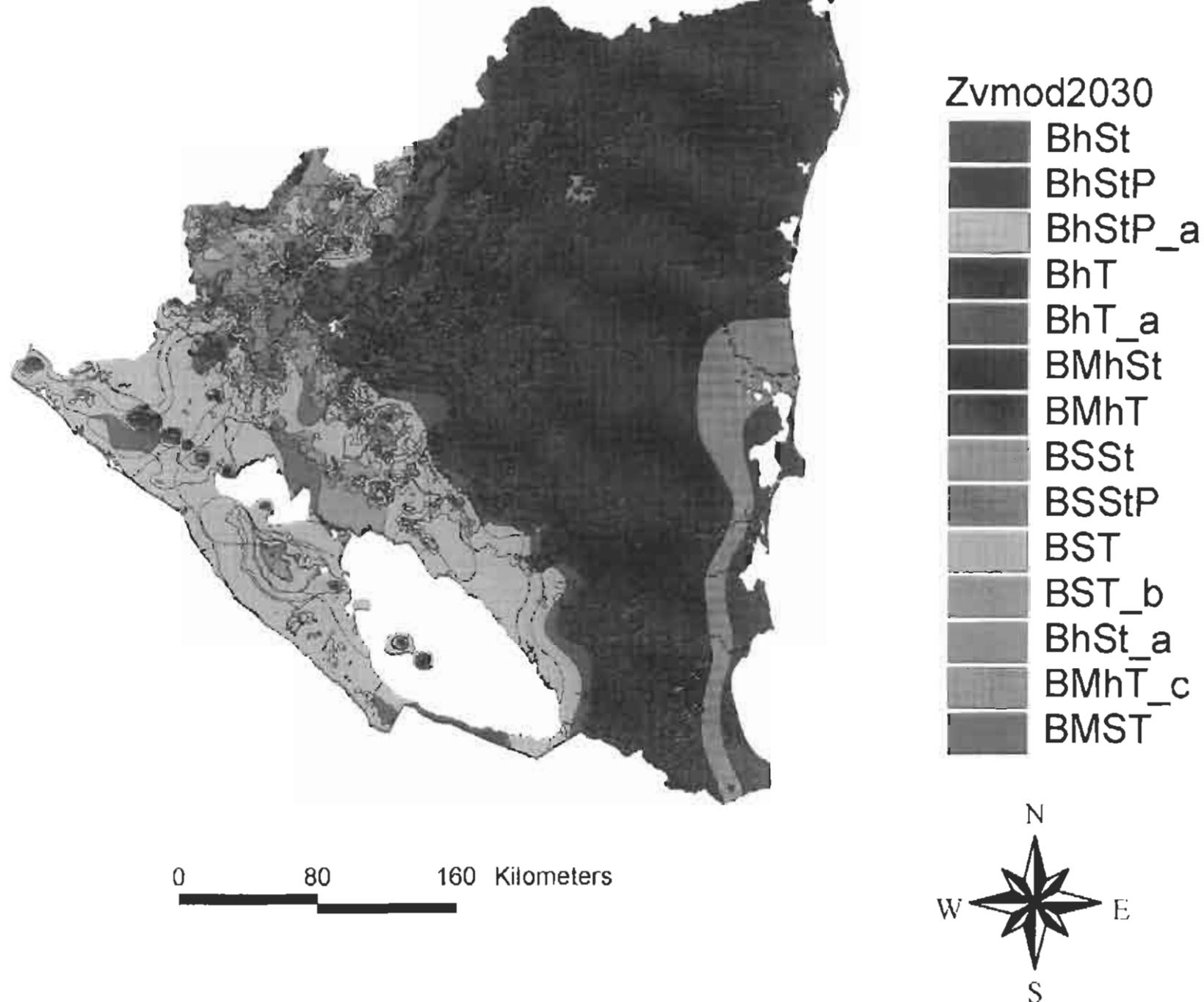


Gráfico 6. Mapa de zonas de vida de Holdridge. Escenario moderado 2030 (UNA 2000).

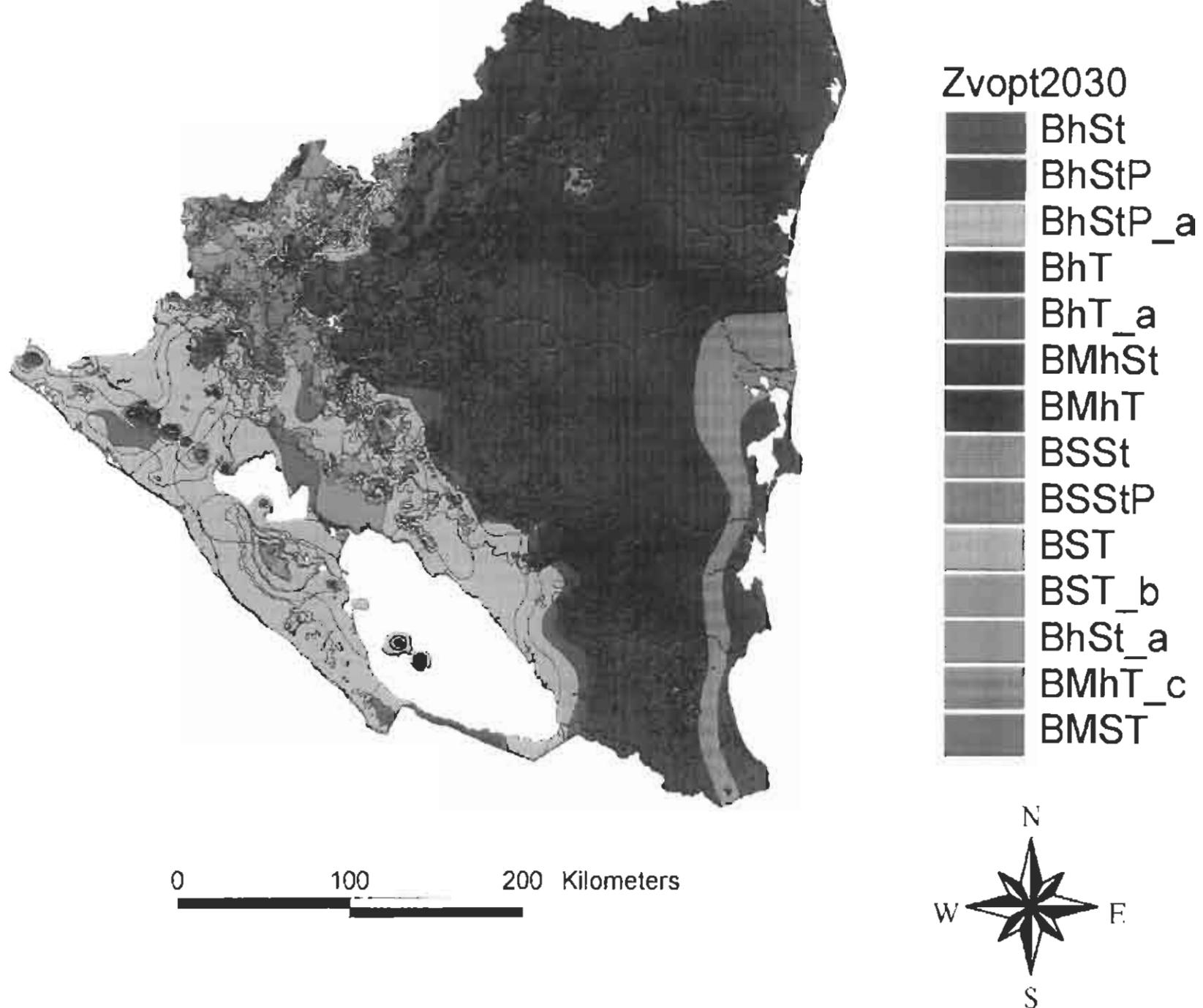


Gráfico 7. Mapa de zonas de vida de Holdridge Escenario optimista 2030 (UNA 2000).

4.4 Zonas de Vida ante horizonte 2050.

En el horizonte 2050 bajo los diferentes escenarios el número y tipo de zonas de vida varía. Se observa el incremento del BMST sobre todo ante un escenario pesimista (Gráfico 8, cuadro 4) en donde alcanza el 2.07%; otras zonas de vida que se incrementan son BST_b y BST.

Según los tres escenarios el mayor porcentaje lo presenta el BhT aún cuando en un escenario pesimista presenta menor porcentaje que en un optimista (Gráfico 9, cuadro 2), debido al incremento que experimentan los BhT_a.

Según escenario moderado se registran incrementos del Bosque húmedo Tropical de hasta 162.66%, debido a la gran reducción de los bosques muy húmedos tropicales y húmedos subtropicales.

Algo muy notorio ante un escenario pesimista es que desaparece el BMhT_c, en cambio se presentan los BSStP_b en el escenario moderado (Gráfico 10, cuadro 3) y pesimista lo que indica que las áreas secas van en aumento.

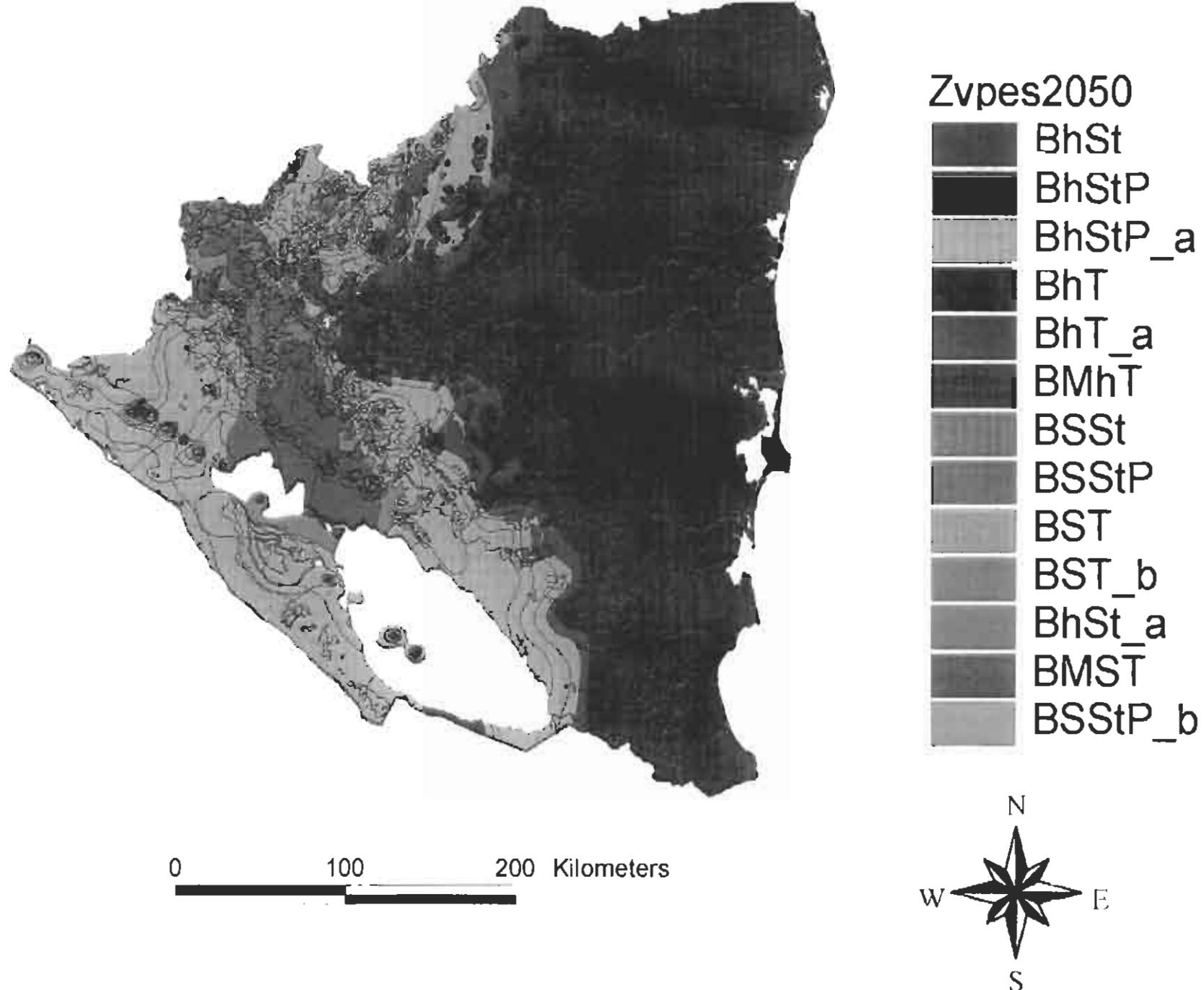


Gráfico 8. Mapa de zonas de vida de Holdridge Escenario pesimista 2050 (UNA 2000).

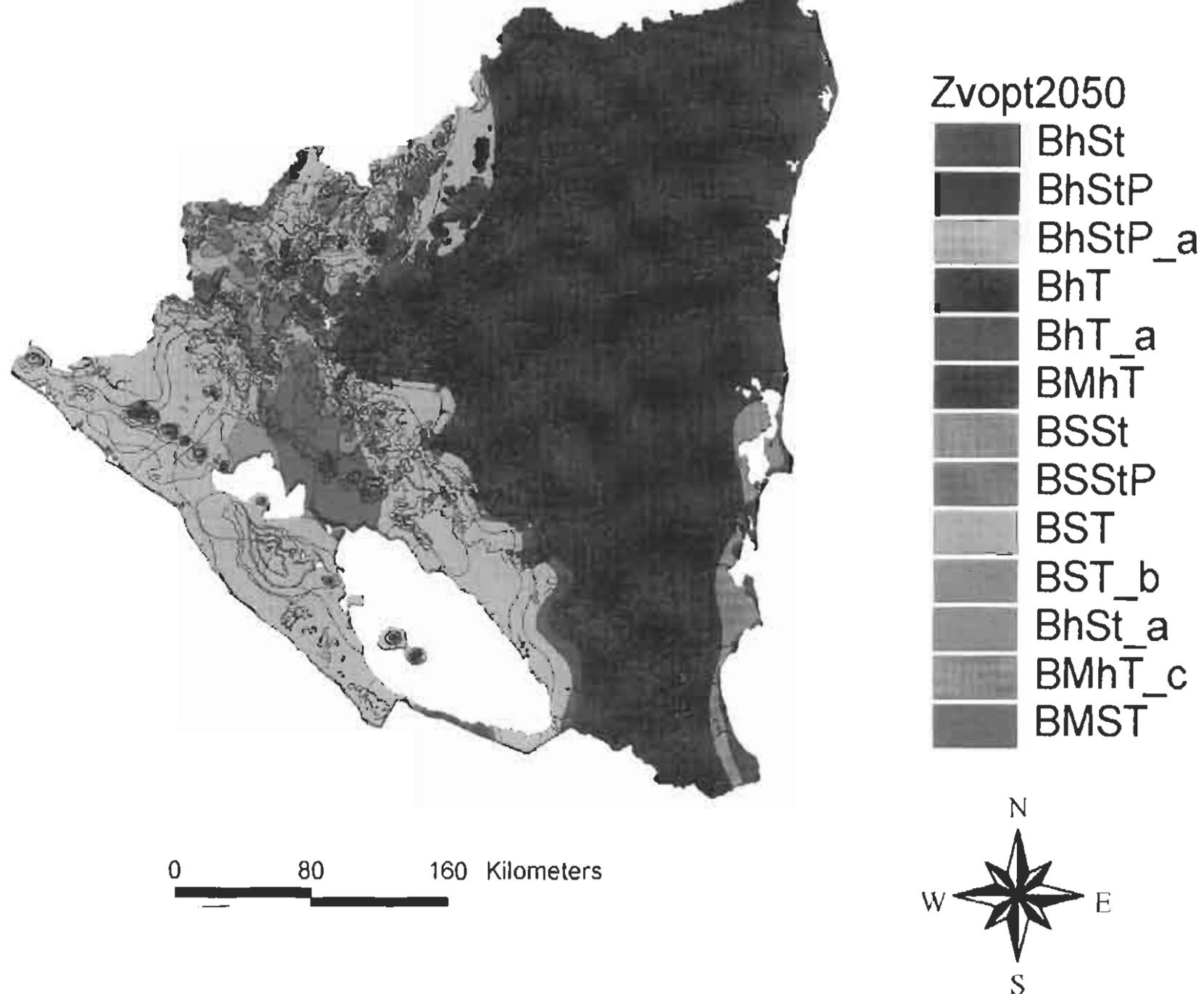


Gráfico 9. Mapa de zonas de vida de Holdridge Escenario optimista 2050 (UNA 2000).

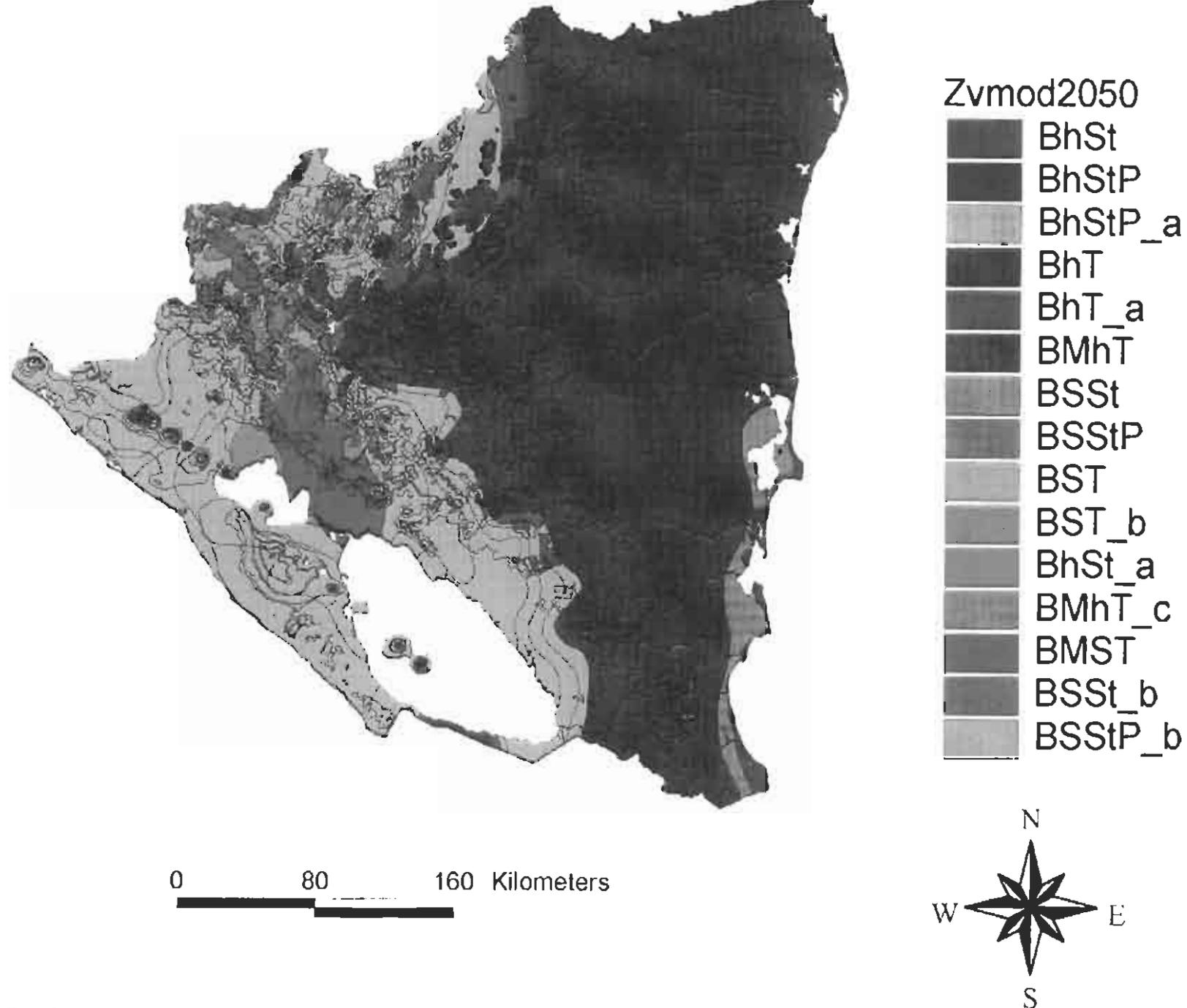


Gráfico 10. Mapa de zonas de vida de Holdridge. Escenario moderado 2050 (UNA 2000).

4.5 Zonas de Vida ante horizonte 2070.

Para el horizonte 2070 ante los diferentes escenarios han desaparecido las zonas de vida BMhSt, BMhSt_c, BMhStP y BMhStP_c. En este horizonte los mayores porcentajes los ocupan los BhT y los BST.

Es muy notorio el incremento que experimentan los BMST y los BhT_a, sobre todo ante un escenario pesimista (Gráfico 11, cuadro 4), en el cual la Región Central y Atlántico Norte se ve afectada grandemente.

Aunque las zonas de vida de los tres escenarios varían entre sí y de las zonas de vida actuales, los mayores cambios se presentan ante un escenario pesimista en donde desaparece por completo el BMhT y aparecen los BhTP, BhTP_a, BMSStP, BMSTP, BSTP, y los BSTP_b.

Comparando el horizonte 2070 con el horizonte 2050 el BhT para escenarios optimista (Gráfico 12, cuadro 2), Moderado (Gráfico 13, cuadro 3) y pesimista obtiene menores porcentajes de áreas.

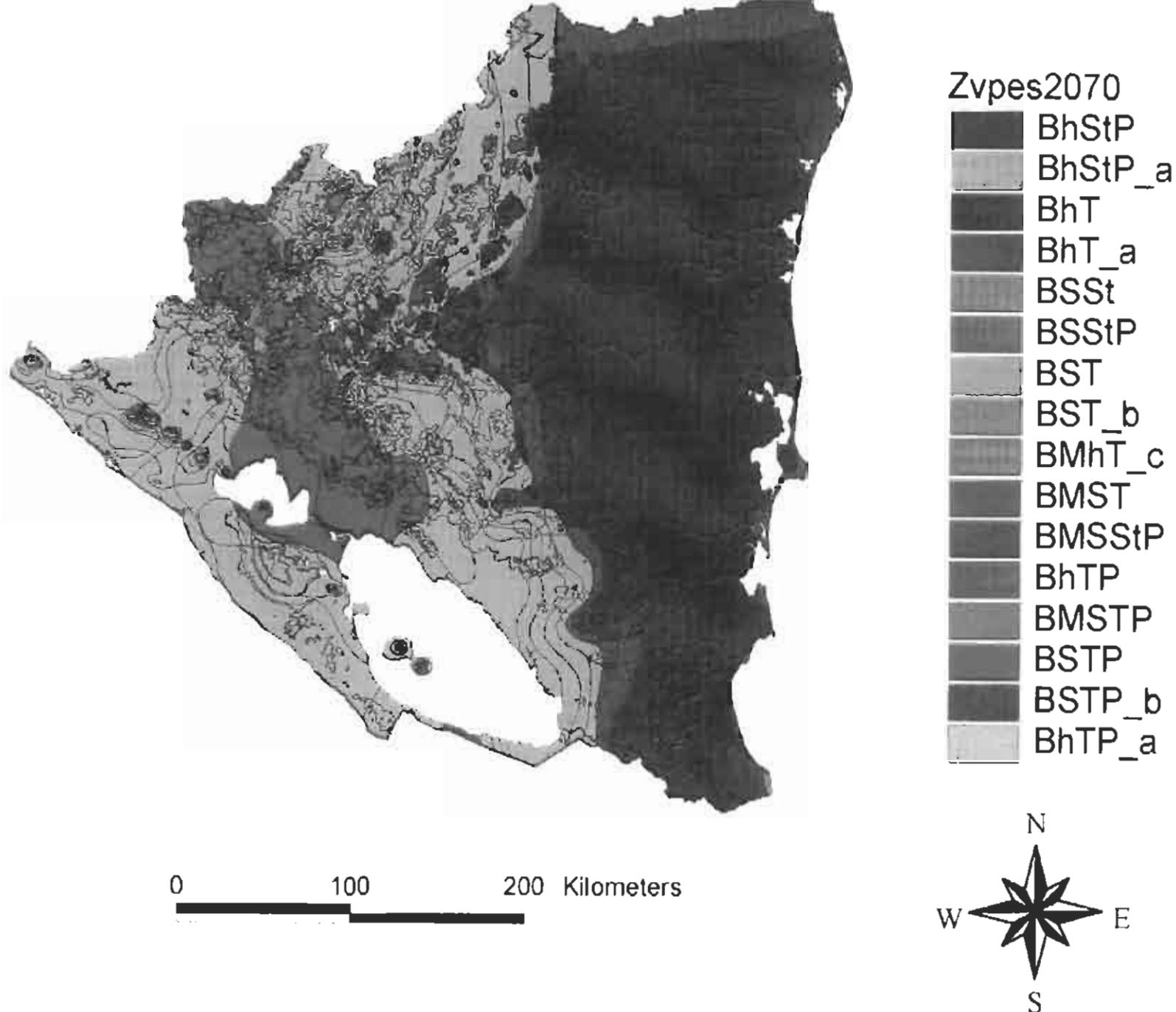


Gráfico 11. Mapa de zonas de vida de Holdridge Escenario pesimista 2070 (UNA 2000).

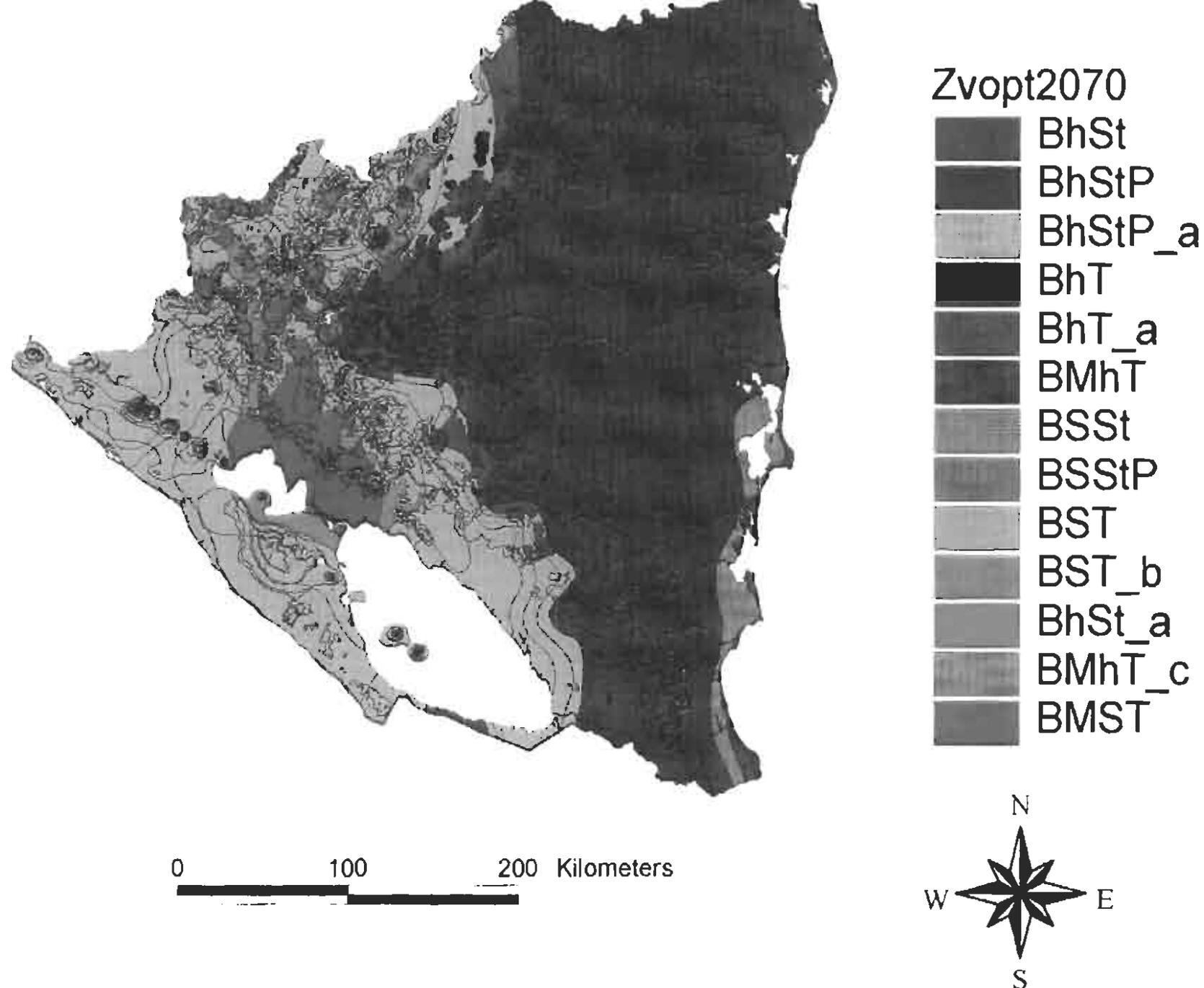


Gráfico 12. Mapa de zonas de vida de Holdridge Escenario optimista 2070 (UNA 2000).

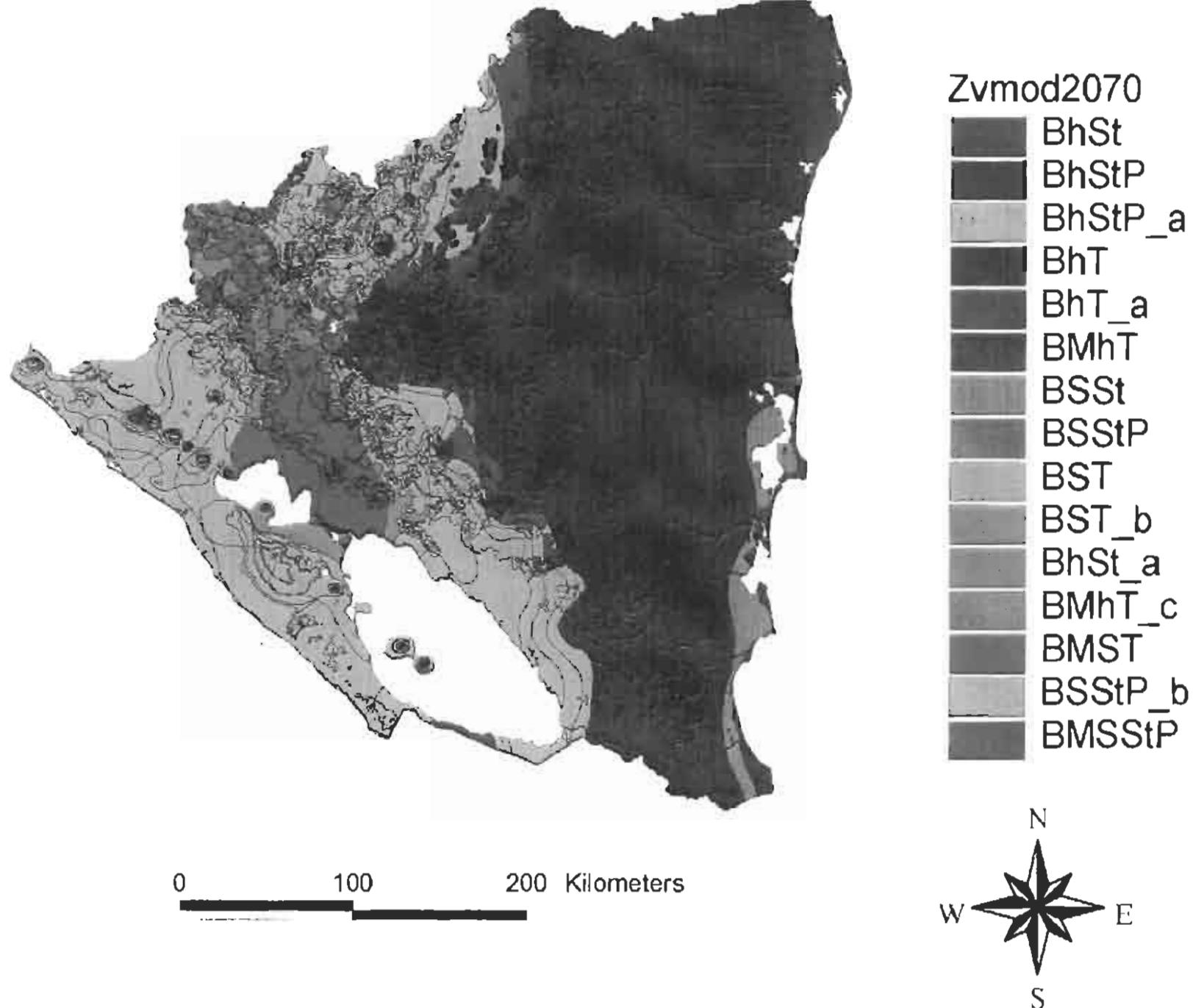


Gráfico 13. Mapa de zonas de vida de Holdridge. Escenario moderado 2070 (UNA 2000).

4.6 Zonas de Vida ante horizonte 2100

Según el horizonte 2100 desaparecen las zonas de vida BMhSt, BMhSt_c, BMhStP, BMhStP_c, BhSt_a y BMhT_c (se presenta en el escenario moderado, Gráfico 14, cuadro 3); ante un escenario pesimista (Gráfico 15, cuadro 4) desaparece el BhSt.

Dependiendo del tipo de escenario se presentan las zonas de vida BST_b, BMST, BSSt_b, BSStP_b, BMSStP, BhTP, BMSTP, BSTP, BSTP_b y BhTP_a.

Ante un escenario optimista el 70.42% lo cubren bosques húmedos tropicales y subtropicales, el 3.30% lo cubren bosques húmedos tropicales con transición a seco y el 2.79% por bosques muy secos tropicales que se ubican principalmente en los departamentos de Managua, Matagalpa y Nueva Segovia.

Según el escenario moderado el 67.79% del territorio está cubierto por Bosque Muy húmedo Tropical y Bosques húmedos Tropicales y Subtropicales; el 30.79% por Bosques Secos y Muy Secos Tropicales y Subtropicales.

Ante un escenario pesimista el 43.42% estaría cubierto por bosques secos y muy secos, tropicales y subtropicales; el 14.97% por bosques húmedos tropicales y subtropicales con transición a secos y 41.61% por bosques húmedos tropicales y subtropicales.

Al igual que en la mayoría de los horizontes los porcentajes más altos los obtienen los BhT y los BST.

Comparando los resultados de este horizonte con las condiciones actuales se observan los drásticos cambios que experimentan las zonas de vida ya que la mayoría del territorio estaría cubierto por bosques secos y muy secos tropicales y subtropicales y por bosques húmedos tropicales y subtropicales con transición a

secos. Esta es una situación muy alarmante ya que si no se toman medidas de mitigación del impacto de los cambios climáticos todo indica que nuestro país es un futuro desierto.

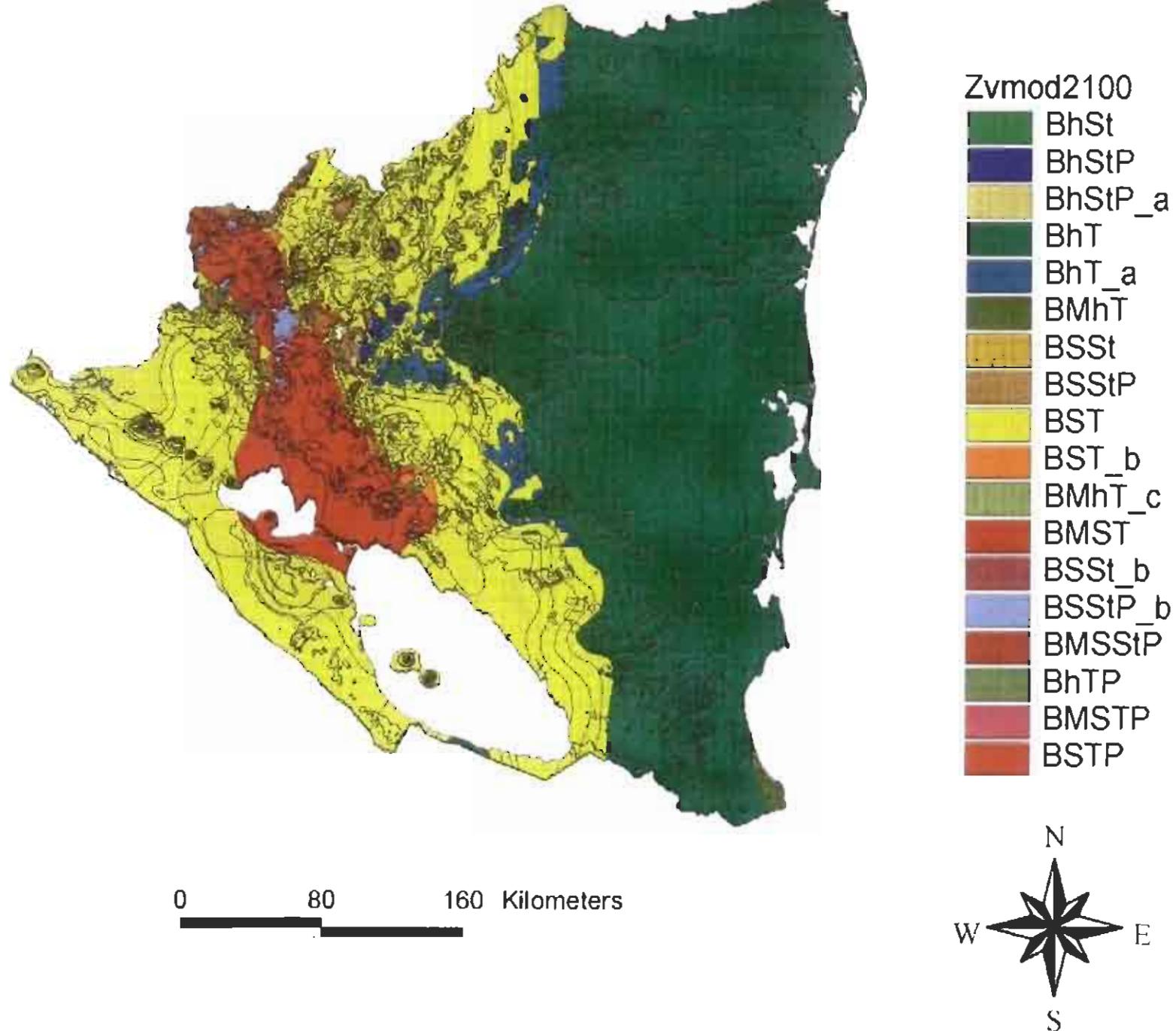


Gráfico 14. Mapa de zonas de vida de Holdridge. Escenario moderado 2100 (UNA 2000).

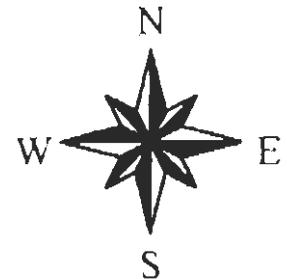
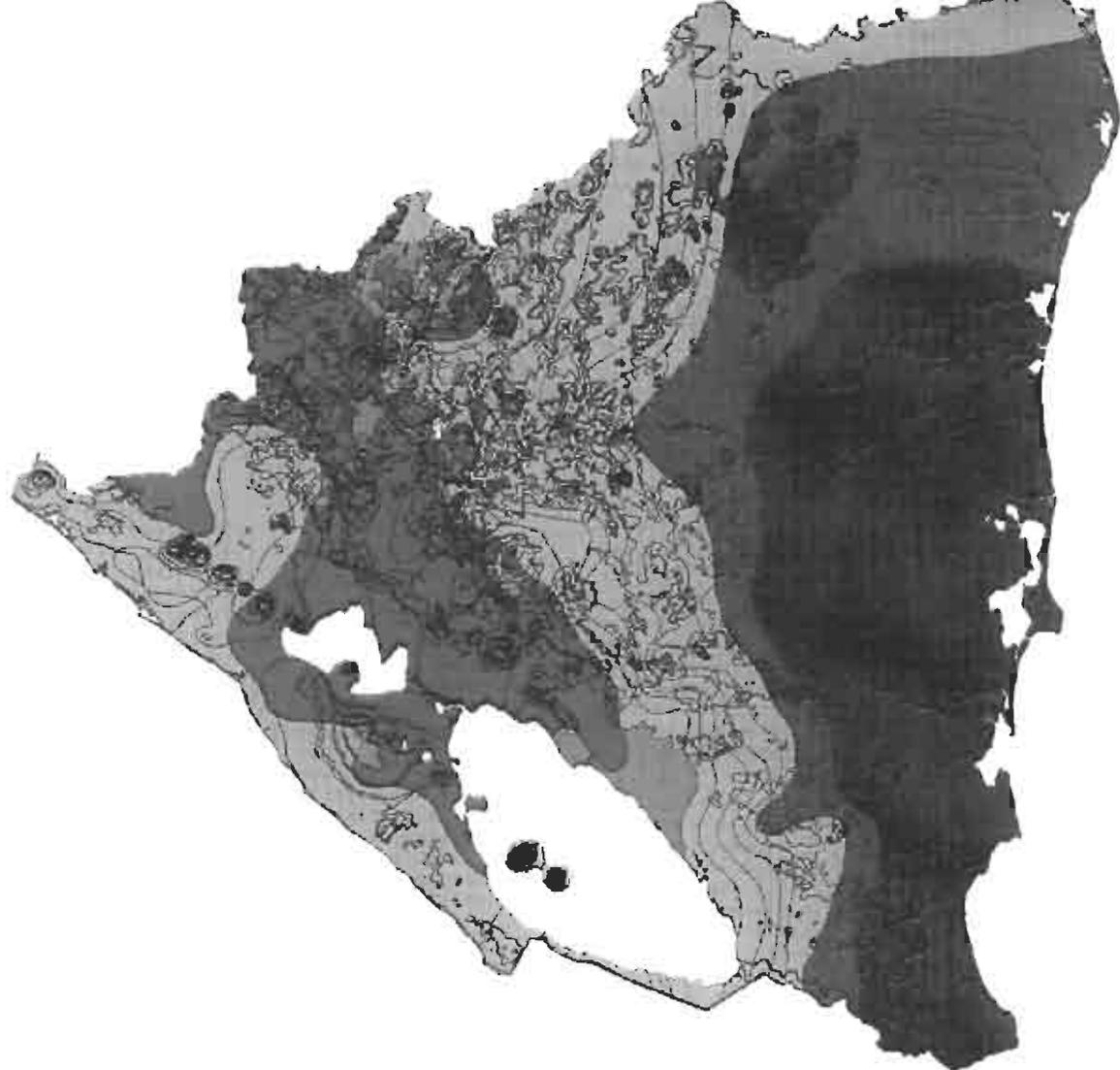
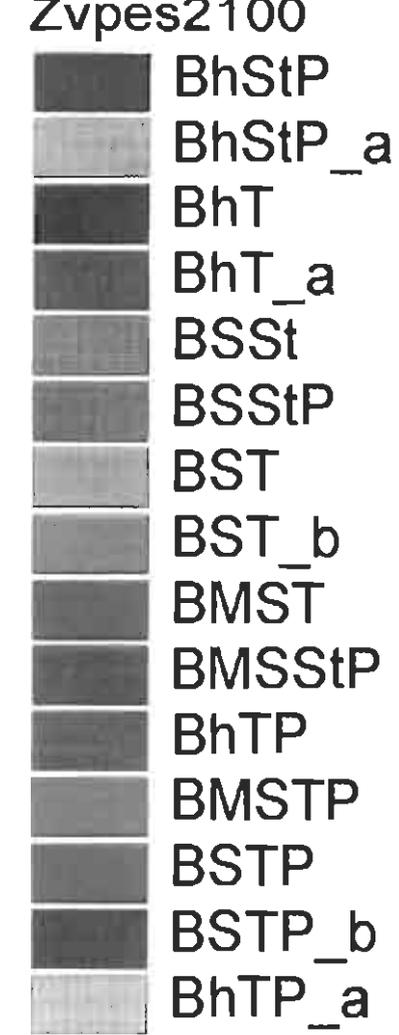


Gráfico 15. Mapa de zonas de vida de Holdridge Escenario pesimista 2100 (UNA 2000).

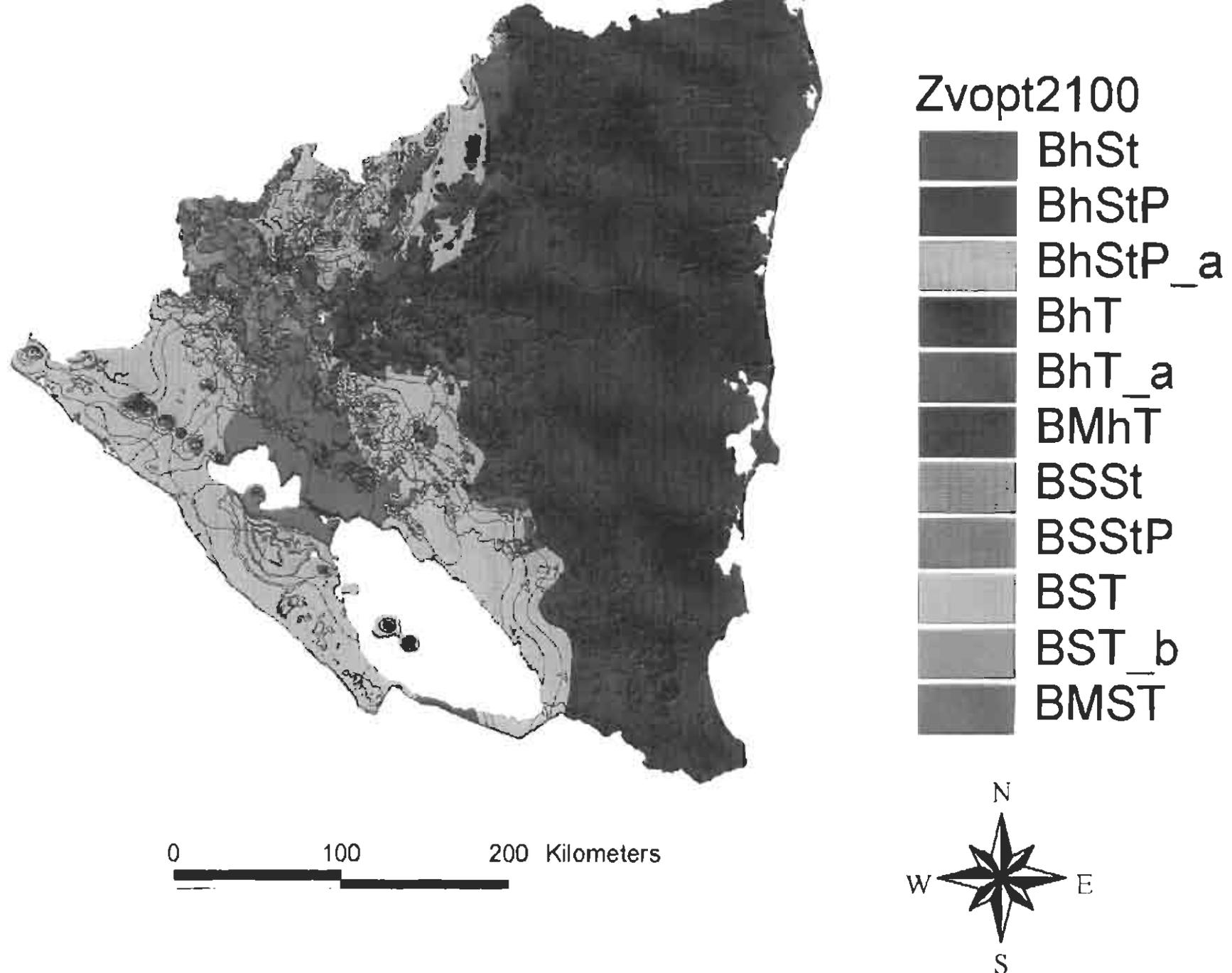


Gráfico 16. Mapa de zonas de vida de Holdridge Escenario optimista 2100 (UNA 2000).

Cabe señalar que los mapas de Temperatura y Precipitación Media Anual utilizados para la creación del mapa base de zonas de vida fueron elaborados sobre la base de los datos meteorológicos del período 1971-1990 (20 años), a esto se suma la poca distribución de la red de estaciones meteorológicas en gran parte del país (Atlántico) y la discontinua funcionalidad de las mismas (pacífico) lo que significa que algunas de las zonas de vida que se definen en el mapa de condiciones actuales (Gráfico 1), con base en el modelo de Holdridge no corresponden a la realidad del país.

Todos los escenarios (optimista, moderado y pesimista) de cambio climático, muestran un incremento de temperatura y reducción de precipitación, por lo que se observan considerables incrementos de las zonas secas con respecto a la situación actual, especialmente el escenario pesimista 2100, en el que se considera un incremento de 3.7°C para el sector del Pacífico y 3.3°C para el sector del Atlántico, con una disminución de aproximadamente 35.7% de precipitación, donde las zonas secas pasan del 6.6% que ocupan en la actualidad al 43.42% de la superficie total del país. Cabe señalar que no necesariamente las proyecciones de los escenarios se cumplirán, el clima puede variar considerablemente y lo que puede ser es que ocurra un aumento de la precipitación, por eso, en algunos países han considerado el aumento de precipitación para la aplicación de escenarios climáticos (Ecuador).

Por otro lado la duplicación de la población nicaragüense prevista para el año 2100, obviamente conducirá a una ampliación de las áreas de cultivo, es decir, se modificará aún más el ambiente natural.

4.7 Cambios en las Zonas de Vida

Estos resultados indican la cantidad de cambios en las zonas de vida actuales que experimentarán los diferentes sectores de nuestro país para el año 2100 dependiendo del tipo de escenario de cambio climático aplicado (Optimista, Moderado y Pesimista), sin incluir las transiciones definidas por Holdridge.

Los sectores de nuestro país que no experimentan cambios se representan con la clave 0C, es decir, estos sectores presentarán las mismas zonas de vida para el año 2100; p.e. Waspán en la actualidad pertenece al Bosque húmedo Tropical y ante un escenario optimista para el año 2100 pertenece aún al Bosque húmedo Tropical, lo que indica que no sufrió cambios.

Los sectores que experimentan un cambio se representan con la clave 1C, es decir, pasarán de una zona de vida a otra; p.e. Chontales que en la actualidad pertenece al Bosque húmedo Tropical ante un escenario moderado para el 2100 pasa a ser un Bosque Seco Tropical, lo que hace evidente un cambio de zonas de vida.

La clave 2C se le asignó a los sectores que experimentan dos cambios de zonas de vida; p.e. San Marcos - Carazo en la actualidad pertenece al Bosque húmedo Subtropical, luego ante un escenario moderado pasa a ser Bosque Seco Subtropical y para el año 2100 pertenece al Bosque Seco Tropical, lo que indica dos cambios.

Solamente ante un escenario pesimista se presentaron tres cambios (3C) de zonas de vida, es decir, para el año 2100, estos sectores presentarán características muy diferentes a las actuales; p.e. Siuna presenta en la actualidad Bosque Muy húmedo Subtropical luego pasa a Bosque húmedo Subtropical, posteriormente a Bosque húmedo Tropical, hasta llegar a Bosque Seco Tropical; lo que indica que sufrió tres cambios.

4.7.1 Escenario Optimista

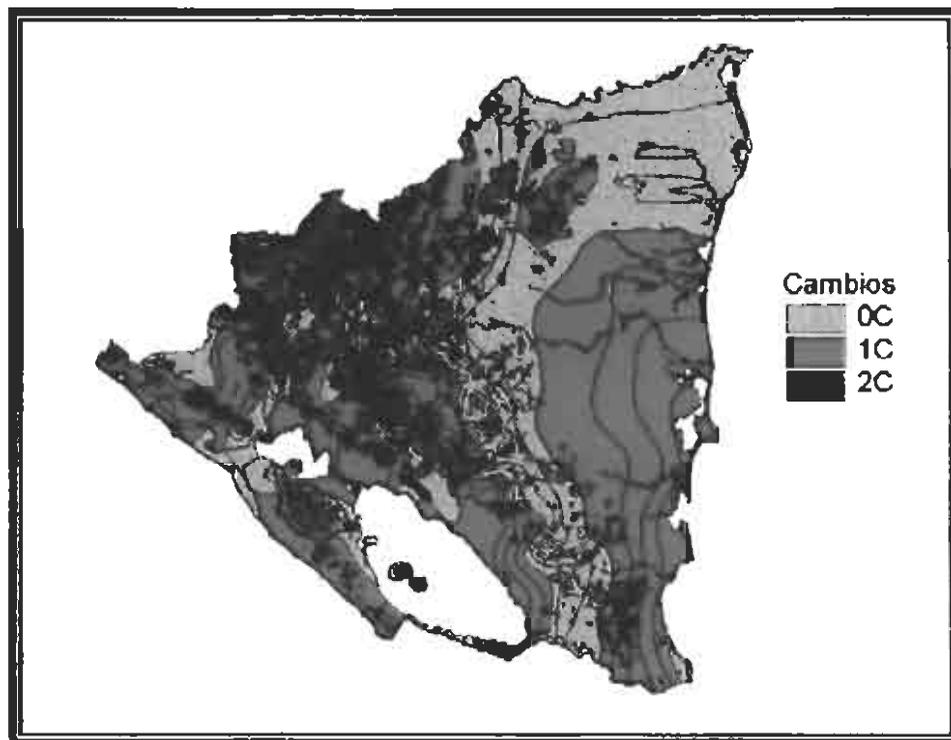


Gráfico 17. Mapa de Cambios de Zonas de Vida, Escenario Optimista (UNA, 2000).

En el gráfico 17 y cuadro 6; se observa que bajo las condiciones de un escenario optimista para 2100, 32.17% del territorio nicaragüense presentará las características actuales; en cambio el 65.10% sufrirá un cambio en sus zonas de vida, mientras que solamente el 2.73% sufrirá dos cambios, afectando principalmente la Región Norcentral y parte de los departamentos de Carazo y Masaya.

Cuadro 6. Cambios ocurridos en el Escenario Optimista para el año 2100 (UNA, 2000).

1	NOMBRE	CLAVE	AREA (%)	AREA (KM ²)
2	Cero Cambio	0C	32.17	41,823.60
3	Un Cambio	1C	65.10	84,626.10
4	Dos Cambios	2C	2.73	3,550.30

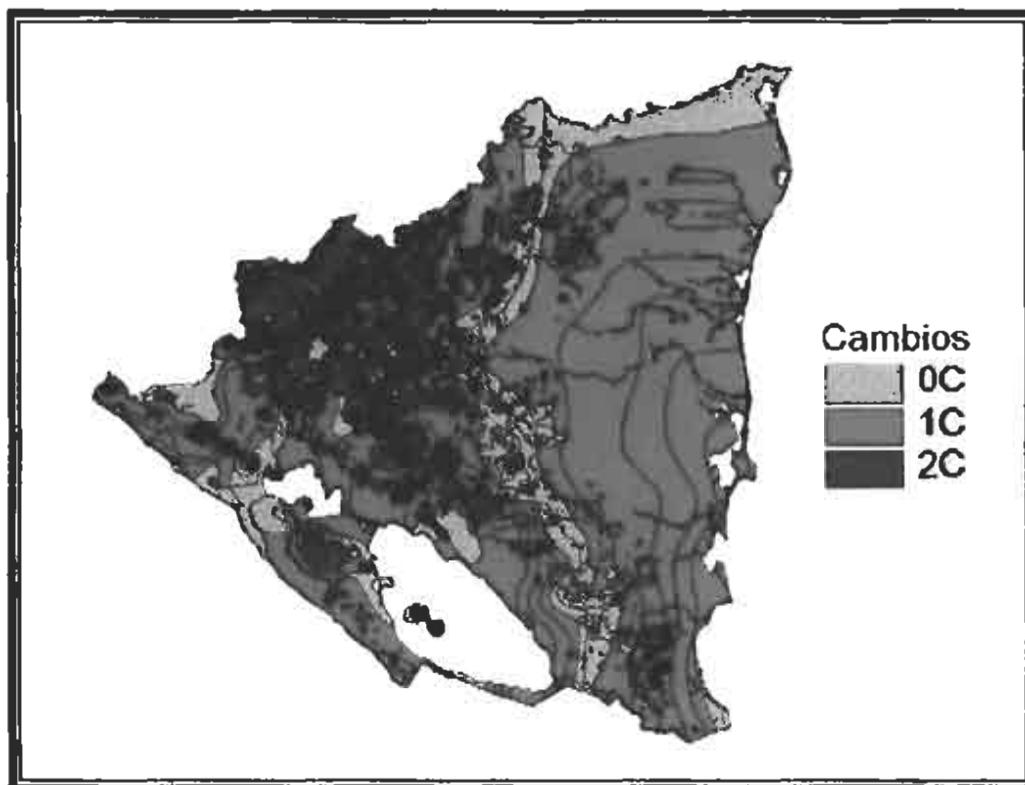


Gráfico 18. Mapa de Cambios de Zonas de Vida, Escenario Moderado (UNA, 2000).

Ante un escenario moderado (Gráfico 18, cuadro 7), se observa que la mayoría de las zonas de vida (76.30% de nuestro país) sufren un cambio, es decir, pasan de un tipo de zona de vida a otro. Se puede notar que el 4.97% del territorio sufre dos cambios y son las zonas de vida ubicadas mayoritariamente en la Región Central, es decir que bajo este escenario para 2100 dicha Región presentará características muy diferentes a las actuales.

Cuadro 7. Cambios ocurridos en el Escenario Moderado para el año 2100 (UNA, 2000).

1	NOMBRE	CLAVE	AREA (%)	AREA (KM ²)
2	Cero Cambio	0C	18.73	24,346.40
3	Un Cambio	1C	76.30	99,195.20
4	Dos Cambios	2C	4.97	6,458.40

4.7.3 Escenario Pesimista

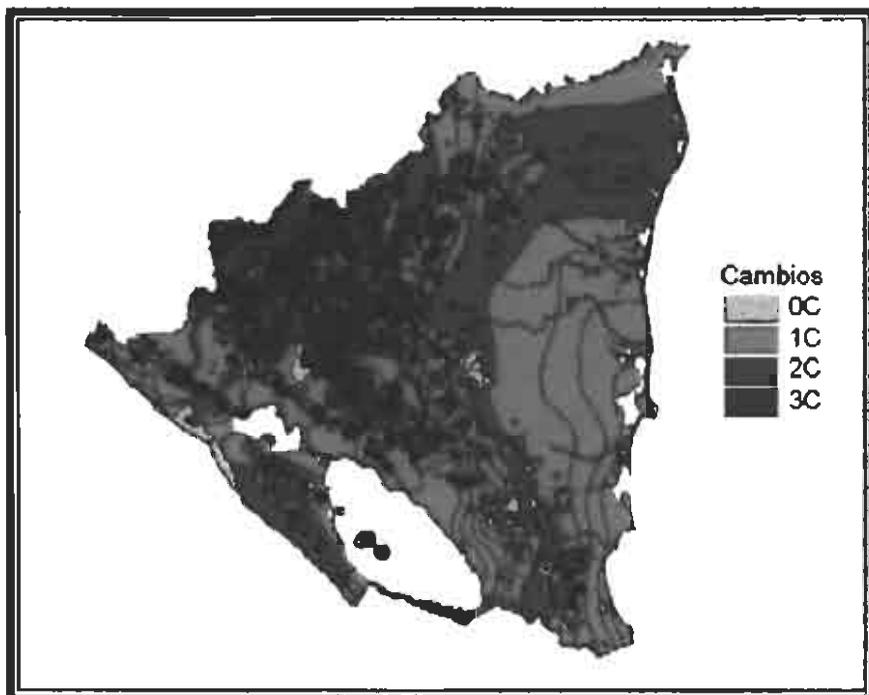


Gráfico 19. Mapa de Cambios de Zonas de Vida, Escenario Pesimista (UNA, 2000).

Ante las condiciones de un escenario pesimista (Gráfico 19, cuadro 8), para 2100 algunas de las zonas de vida actuales sufrirán tres cambios (0.11% del área total del país); es decir, algunos sectores de nuestro país presentarán características totalmente diferentes a las actuales. Se observa que al igual que en un escenario moderado y optimista la mayoría de las zonas de vida sufrirán solamente un cambio (74.96% de nuestro país); mientras que el 3.44% de nuestro territorio no presentará cambios de zonas de vida.

Cuadro 8. Cambios ocurridos en el Escenario Pesimista para el año 2100 (UNA, 2000)

1	NOMBRE	CLAVE	AREA (%)	AREA (KM ²)
2	Cero Cambio	0C	3.44	4,483.70
3	Un Cambio	1C	74.96	97,444.10
4	Dos Cambios	2C	21.49	27,939.40
5	Tres Cambios	3C	0.11	137.80

Los resultados indican que los ecosistemas forestales de las zonas muy húmedas y húmedas subtropicales ubicadas en altitudes comprendidas entre los 600 -1000 msnm, son los más sensibles a los cambios de zonas de vida.

4.7.4 Comparación de Cambios ante los diferentes Escenarios.

El Gráfico 20, nos muestra la cantidad de cambios que experimentan las zonas de vida actuales de Nicaragua para el año 2100, dependiendo del tipo de escenario de cambio climático que se aplique; así también representa el porcentaje de nuestro territorio que será afectado por estos cambios.

Se observa que ante los tres escenarios el mayor porcentaje de nuestro país (72% aproximadamente) será víctima de un cambio en sus zonas de vida, mientras que aproximadamente el 18% no sufrirá cambio.

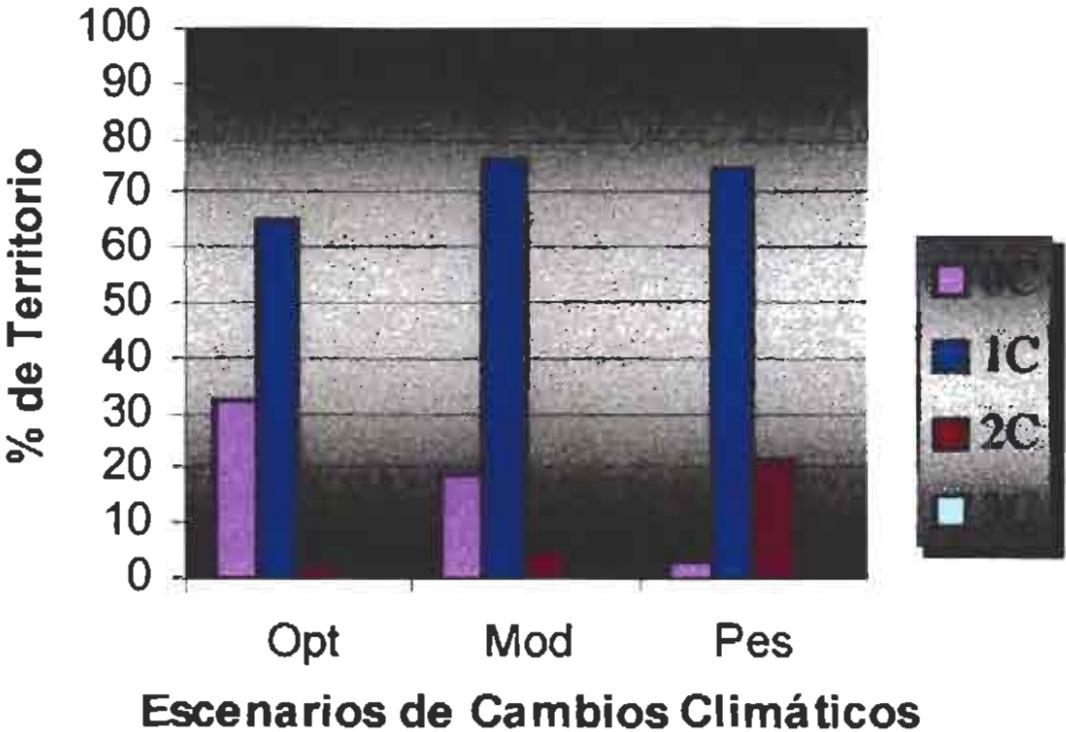


Gráfico 20. Diagrama de cambios que experimentan las diferentes zonas de vida para 2100, según el tipo de escenario de cambio climático aplicado (UNA, 2000).

Cuadro 9. Representación del porcentaje de nuestro territorio que ante los diferentes tipos de escenarios experimentará cambios en sus zonas de vida (UNA, 2000).

ESCENARIOS	0C		1C		2C		3C	
	%	Km ²	%	Km ²	%	Km ²	%	Km ²
Optimista	32.17	41,823.6	65.10	84,626.1	2.73	3,550.3	0	0
Moderado	18.73	24,346.4	76.30	99,195.2	4.97	6,458.4	0	0
Pesimista	3.44	4,483.7	74.96	97,444.1	21.49	27,934.4	0.11	137.8

V. CONCLUSIONES

- Al aplicar los diferentes escenarios de cambio climático en el mapa actual de zonas de vida de Nicaragua se pueden identificar las zonas más vulnerables a los cambios climáticos que son principalmente las zonas muy húmedas y húmedas subtropicales ubicadas en altitudes comprendidas entre los 600 – 1000 msnm.
- Según el estudio realizado, para Nicaragua bajo condiciones actuales se han definido 15 zonas de vida en donde el Bosque húmedo Tropical alcanza el mayor porcentaje de superficie con el 44.43%, seguido del Bosque Muy húmedo Tropical con el 39.33%, lo que indica que el 83.76% de nuestro territorio está cubierto por bosques húmedos y muy húmedos tropicales, mientras que el 6.6% lo cubren bosques secos tropicales y subtropicales.
- Aunque para cada escenario los incrementos en la temperatura y reducciones en la precipitación son diferentes todo indica que las áreas secas van en aumento. Algo muy relevante se presenta en el escenario pesimista para el horizonte 2100 en donde los bosques húmedos adquieren porcentajes menores (41.62%) que en la actualidad lo que indica que las superficies de suelos secos en nuestro país tienden a ser mayores (43.43%).
- Según el escenario optimista para los diferentes horizontes de tiempo seleccionados el Bosque húmedo Tropical ocupa los mayores porcentajes, seguido del Bosque Seco Tropical (Se presenta una excepción en el escenario optimista 2010 en donde el Bosque Muy húmedo Tropical_c ocupa el segundo mayor porcentaje de área). Se observa un incremento del Bosque Muy Seco Tropical que del 0.06% que representa en el horizonte 2010, llega a un 2.79% en el horizonte 2100. Por el contrario el Bosque Muy húmedo Tropical disminuye un 99.61% y el Bosque húmedo Subtropical un 97.13% con respecto a la situación actual.

➤ De acuerdo con el escenario moderado lo más notable es el incremento del bosque seco para los diferentes horizontes de tiempo (un 476.49% para el horizonte 2100); otro notable aumento lo presenta el Bosque Muy Seco Tropical ya que del 0.06% que alcanza en el horizonte 2010 llega a ocupar el 3.84% en el horizonte 2100. Del horizonte 2050 al 2100 el Bosque húmedo Tropical experimenta una reducción del 6.51% debido al aumento del Bosque Seco Tropical. Aún con esta reducción el Bosque húmedo Tropical, sigue representando los mayores porcentajes.

➤ Las zonas de vida que sufren reducciones relevantes para el horizonte 2100 ante un escenario moderado son: Bosque Muy húmedo Tropical que pasa del 39.33% en la actualidad al 0.15% y el Bosque húmedo Subtropical que pasa del 3.84% en la actualidad al 0.01%.

➤ En el escenario pesimista lo más relevante es el incremento del Bosque Muy Seco Tropical que no se presenta en el mapa actual de zonas de vida pero alcanza un porcentaje de 7.99% para el horizonte 2100 que equivale a 10,387 km² aproximadamente. Otro notable incremento lo presenta el Bosque Seco Tropical que pasa del 5.53% en la actualidad al 34.81% para 2100. Así mismo el Bosque húmedo Tropical_a incrementa un 553.7% con respecto a la situación actual. El Bosque húmedo Tropical experimenta incrementos en los horizontes 2010, 2030, 2050 y 2070, en cambio para 2100 se reduce un 6.34% con relación al porcentaje actual. Esto debido a la desaparición del Bosque Muy húmedo Tropical y Bosque Muy húmedo Tropical_c.

VI. RECOMENDACIONES

- Establecimiento de una red nacional meteorológica con estaciones distribuidas en todo el país que contribuya a la confiabilidad de los diferentes estudios.
- Promover una cultura ambientalista, para detener el alarmante proceso de deforestación y degradación de los recursos forestales, contribuyendo de este modo con la sostenibilidad ambiental.
- Es necesario el establecimiento de plantaciones forestales con fines energéticos, principalmente en las zonas donde se ubica la mayor densidad poblacional ayudando de esta manera en la captación del CO₂ que circula en la atmósfera.
- Garantizar un mejor manejo ambiental y satisfacer las necesidades de la población, la tasa de pago por servicios ambientales resulta ser una buena alternativa para el mejoramiento del ambiente y de la población; para esto es necesario cuantificar el aporte de sistemas de captación de carbono (bosques naturales, café con sombra, etc.).
- Obtención de recursos técnicos y financieros que faciliten la aplicación de proyectos ambientales, a través de una estrecha coordinación con las instituciones que invierten en el medio ambiente.
- Promover el reordenamiento de las cuencas hidrográficas para preservar los recursos naturales, evitando el avance acelerado de la frontera agrícola, promoviendo prácticas de manejo que mantengan y mejoren la productividad de los suelos.

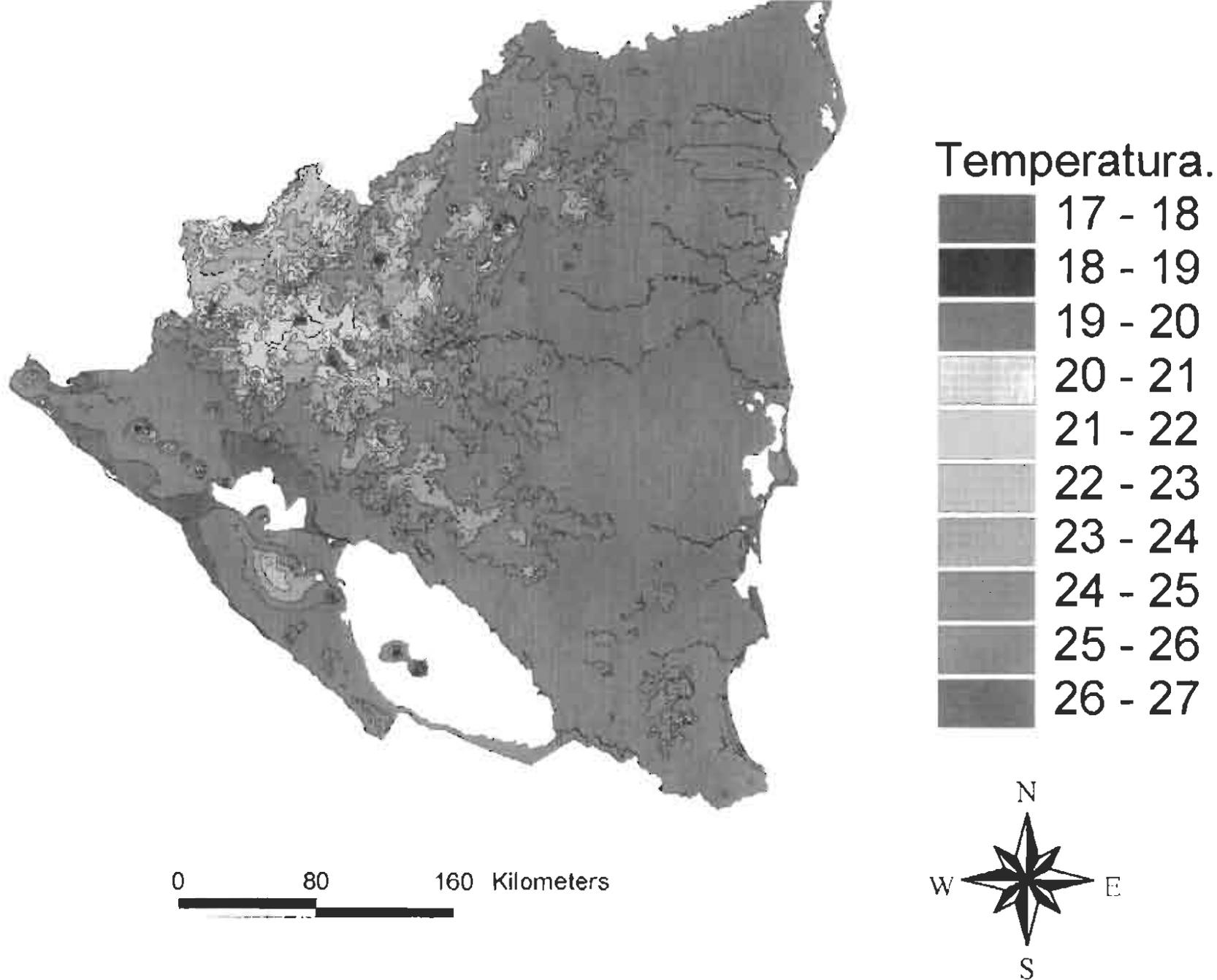
- Diseñar un plan estratégico nacional para el control de incendios forestales y la realización de quemas prescritas de rastrojos y residuos vegetales, que son los causantes en gran porcentaje de la emisión de CO₂.

VII. BIBLIOGRAFIA

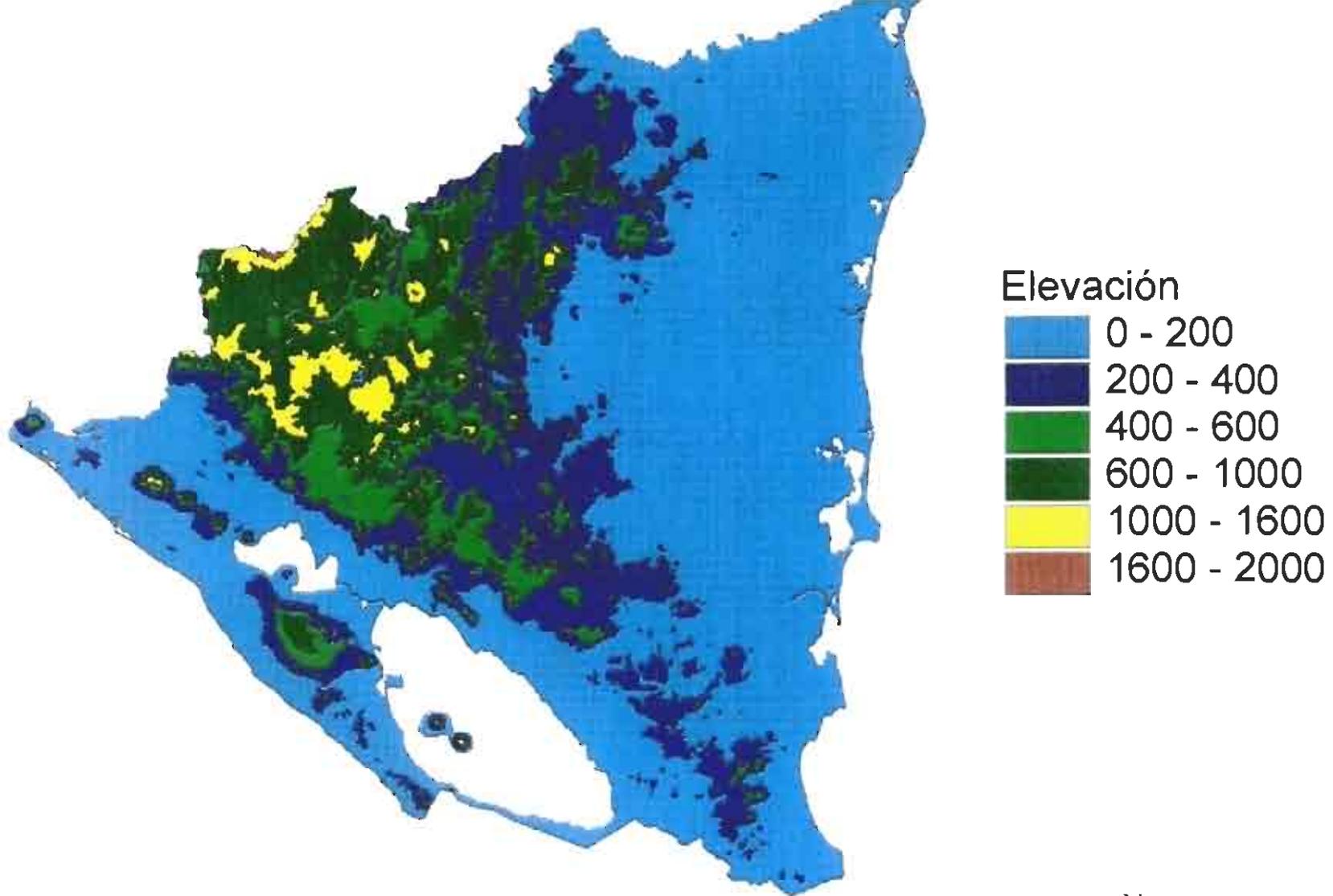
- COMAS D. y RUIZE. 1993. Fundamentos de los SIG. Primera edición, Edit. Ariel S.A. Barcelona, España. 295 p.
- ECUADOR. CENTRO DE LEVANTAMIENTOS INTEGRADOS DE RECURSOS NATURALES POR SENSORES REMOTOS. Evaluación de la Vulnerabilidad de los Ecosistemas Forestales al Cambio Climático. Ecuador. 1998. 78p.
- HOLDRIDGE, Leslie R. Ecología basada en Zonas de Vida. Trad. Por Humberto Jiménez Saa. San José, C.R. IICA. 1987. p.1-44, il.
- INFORME DEL GRUPO INTERGUBERNAMENTAL DE EXPERTOS SOBRE EL CAMBIO CLIMATICO. IPCC – Segunda Evaluación. Cambio Climático, 1995. Artículo 2 de CMCC. p.3.
- INFORME DEL GRUPO DE TRABAJO III DEL IPCC, 1995. Las dimensiones económicas y sociales del Cambio Climático. Evaluación de los Escenarios de Emisiones IS92 del IPCC. p47
- NATIONAL GEOGRAPHIC. "Descifrando el enigma del clima". Desentrañando el enigma del clima. 2(5). Mayo 1998. p.38-71.
- NICARAGUA. MINISTERIO DEL AMBIENTE Y RECURSOS NATURALES. Technical Summary. Trad. Proyecto de Apoyo a la Implementación de la Convención Marco de Cambios Climáticos, Programa Ambiental Nicaragua Finlandia [s.l.]. 1995. 49p.

- NICARAGUA. MINISTERIO DEL AMBIENTE Y RECURSOS NATURALES.
Escenarios de Cambios Climáticos Para la Evaluación de Impactos en Nicaragua. Ed. Max Campos O. Managua, Nic. 1999. 10 p.
- NICARAGUA. MINISTERIO DEL AMBIENTE Y RECURSOS NATURALES.
Escenarios Socio-económicos para el siglo 21 en Nicaragua. Lic. Luís Blandón et al. Marzo de 1999. 19 p.
- NICARAGUA. MINISTERIO DEL AMBIENTE Y RECURSOS NATURALES.
Guía para comprender el Cambio Climático en Nicaragua. Ed. Bruno Rapidel et al. Noviembre 1999. 62p.
- NICARAGUA. MINISTERIO DEL AMBIENTE Y RECURSOS NATURALES.
Inventario Nacional de Gases de Efecto Invernadero de Nicaragua. Ed. Francisco Moreno Cruz et al. Junio 2000. 11p.
- UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE NICARAGUA MANAGUA.
ESCUELA DE ECONOMIA AGRICOLA. Frontera Agrícola en Nicaragua. Managua, Nicaragua. Mayo de 1996. p. 5-6.

ANEXOS



Anexo 1. Mapa de temperatura Media Anual. Período 1971-1990. Fuente. MAG-FOR



Anexo 2. Mapa de Elevación. Fuente MAG-FOR.

Anexo 3. SIG - UNA-FARENA INVENTARIO DE INFORMACIÓN DISPONIBLE CATEGORÍA DATOS GEORELACIONADOS, Mapa de Temperatura Media Anual.

1	Título descriptivo	Temperatura Media Anual.
2	# de inventario	_____
3	Nombre del archivo o de la cobertura	Tmed.
4	Ubicación (vía de acceso)	C:/SIG 2000/Tmed.
5	Formato	Arc.Info

6	Fuente	Institución	Ministerio Agropecuario y Forestal (MAG-FOR).
7		Autor	Carlos Zuniga y María de los Angeles Gutierrez.
8		Nombre original del mapa	Tmed
9		Edición (año)	1996
10	Tipo de procesamiento		1 ^{ro} por curvas a nivel, aplicando la ecuación de la t ^o ; verificación en las estaciones
11	Procesado por		Carlos Zúniga et. Al.

12	Escala base	1: 250,000.
13	Cubrimiento geográfico	Nacional.
14	Proyección geográfica	Latitud-Longitud y UTM (Zona 16, Zona 17).

15	Descripción del contenido temático	
<ul style="list-style-type: none"> - Rangos de Temperatura Media Anual a partir de la mínima media de 16°C, hasta la máxima media de 27°C. - Sobre la base de la Información procesada para el período 1971-1990. 		
16	Atributos y su codificación	
Polígonos generados a partir de líneas.		

17	Actualizaciones realizadas	

18	Observaciones	
<ul style="list-style-type: none"> - Se encuentra bien georeferenciado con el INETER. - Los polígonos generados se convirtieron a formato Raster de IDRISI. 		

19	Categorías temáticas	

Anexo 4. SIG - UNA-FARENA INVENTARIO DE INFORMACIÓN DISPONIBLE CATEGORÍA DATOS GEORELACIONADOS, Mapa de Elevación.

1	Título descriptivo	Mapa de Elevación.
2	# de inventario	---
3	Nombre del archivo o de la cobertura	Elevac.
4	Ubicación (vía de acceso)	SIG MAG-FOR SERVER D/Basedat/Nacional.
5	Formato	Arc Info.

6	Fuente	Institución	MAG-FOR.
7		Autor	Carlos Zuniga.
8		Nombre original del mapa	Elevac.
9		Edición (año)	1996.
10	Tipo de procesamiento		Generado a partir de curvas a nivel.
11	Procesado por		Carlos Zuniga

12	Escala base	1: 250,000
13	Cubrimiento geográfico	Nacional.
14	Proyección geográfica	Latitud-Longitud y UTM (Zona16, Zona 17).

15	Descripción del contenido temático	
<ul style="list-style-type: none"> - Digitalización de las hojas topográficas 1:250,000; de las curvas a nivel cada 100m. - Contiene rangos de elevación cada 200m. hasta los 600m - Contiene rangos de elevación cada 400m. (600-1000) - Contiene rangos de elevación cada 600m. (1000-1600) - Contiene rangos de elevación cada 400m. (1600- 2000) 		
16	Atributos y su codificación	
<p>Polígonos generados a partir de líneas, interpolación por un programa Geoestadístico.</p>		

17	Actualizaciones realizadas	
<p>En Septiembre de 1998 - Cambios de Rangos (Menos clases)</p>		
18	Observaciones	
<ul style="list-style-type: none"> - Bien Georeferenciado, constatado por Geodesia en INETER. - Los polígonos generados se convirtieron a formatos Raster de IDRISI. 		
19	Categorías temáticas	
<p>---</p>		

Anexo 5. Escenarios de Emisiones IS92. Modelo Climáticos: HadCM2.

ESCENARIOS DE EMISIONES IS92-a MODELO CLIMATICO: HadCM2

I. TEMPERATURA PROMEDIO:

Temperatura media (°C) Horizonte 2010 Escenario = IS92A Período 1961-90
Región = Global delT= .6degC Clim.sens. = mid Gas Parmeters = User Unweighted
Selected GHG patterns: HCMG

Lat	Lon	E	F	M	A	My	Jn	Jl	A	S	O	N	D	DEF	MAM	JJA	SON	ANN
12.50	-87.50	.9	.8	.8	.8	.9	.9	.9	.9	.9	.8	.9	.9	.9	.8	.9	.9	.9
12.50	-82.50	.8	.8	.7	.8	.8	.8	.8	.7	.7	.7	.8	.8	.8	.8	.8	.8	.8

Temperatura media (°C) Horizonte 2030 Escenario = IS92A Período 1961-90
Región = Global delT= 1.1degC Clim.sens. = mid Gas Parmeters = User Unweighted
Selected GHG patterns: HCMG

Lat	Lon	E	F	M	A	My	Jn	Jl	A	S	O	N	D	DEF	MAM	JJA	SON	ANN
12.50	-87.50	1.5	1.4	1.3	1.4	1.6	1.6	1.5	1.5	1.4	1.5	1.5	1.5	1.5	1.4	1.5	1.5	1.5
12.50	-82.50	1.4	1.3	1.2	1.3	1.4	1.3	1.3	1.3	1.3	1.3	1.3	1.3	1.3	1.3	1.3	1.3	1.3

Temperatura media (°C) Horizonte 2050 Escenario = IS92A Período 1961-90
Región = Global delT= 1.6degC Clim.sens. = mid Gas Parmeters = User Unweighted
Selected GHG patterns: HCMG

Lat	Lon	E	F	M	A	My	Jn	Jl	A	S	O	N	D	DEF	MAM	JJA	SON	ANN
12.50	-87.50	2.2	2.0	1.9	2.0	2.3	2.3	2.2	2.2	2.1	2.0	2.2	2.2	2.1	2.1	2.2	2.1	2.1
12.50	-82.50	2.0	1.9	1.8	1.9	2.0	1.9	1.9	1.8	1.8	1.8	1.9	1.9	1.9	1.9	1.9	1.9	1.9

Temperatura media (°C) Horizonte 2070 Escenario = IS92A Período 1961-90
Región = Global delT= 2.0degC Clim.sens. = mid Gas Parmeters = User Unweighted
Selected GHG patterns: HCMG

Lat	Lon	E	F	M	A	My	Jn	Jl	A	S	O	N	D	DEF	MAM	JJA	SON	ANN
12.50	-87.50	2.8	2.6	2.5	2.6	3.0	3.0	2.8	2.8	2.8	2.6	2.8	2.9	2.8	2.7	2.9	2.8	2.8
12.50	-82.50	2.6	2.5	2.3	2.5	2.6	2.5	2.5	2.4	2.4	2.4	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5

Temperatura media (°C) Horizonte 2100 Escenario = IS92A Período 1961-90
Región = Global delT= 2.7degC Clim.sens. = mid Gas Parmeters = User Unweighted
Selected GHG patterns: HCMG

Lat	Lon	E	F	M	A	My	Jn	Jl	A	S	O	N	D	DEF	MAM	JJA	SON	ANN
12.50	-87.50	3.8	3.5	3.4	3.5	4.0	4.1	3.8	3.8	3.7	3.5	3.8	3.9	3.7	3.6	3.9	3.7	3.7
12.50	-82.50	3.5	3.3	3.1	3.3	3.5	3.4	3.3	3.2	3.2	3.2	3.3	3.4	3.4	3.3	3.3	3.3	3.3

Observaciones para el análisis: se observa que la temperatura sobre la vertiente del Pacífico se incrementa en mayor magnitud que sobre el Caribe, lo anterior es consistente con el comportamiento normal del clima sobre Centroamérica en donde la temperatura depende de la cobertura nubosa y de la compresión adiabática del aire. Esto podría suponer un aumento en el viento Alisio, lo cual se podría deber a un fortalecimiento de la zona de alta presión del Atlántico Norte. Lo anterior deberá ser consistente con los cambios en la precipitación sobre el Pacífico y Caribe que durante gran parte del año está influenciado por el viento Alisio.

De acuerdo con los datos de precipitación para el 2100 la reducción de la precipitación se presenta principalmente en los primeros meses del año, lo cual es consistente con las observaciones descritas anteriormente.

Temperatura media (°C) Horizonte 2030 Escenario = IS92C Período 1961-90
 Región = Global delT= .9degC Clim.sens. = mid Gas Parmeters = User Unweighted
 Selected GHG patterns: HCMG

Lat	Lon	E	F	M	A	My	Jn	Jl	A	S	O	N	D	DEF	MAM	JJA	SON	ANN
12.50	-87.50	1.3	1.2	1.1	1.2	1.3	1.4	1.3	1.3	1.2	1.3	1.3	1.3	1.3	1.2	1.3	1.3	1.3
12.50	-82.50	1.2	1.1	1.0	1.1	1.2	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1

Temperatura media (°C) Horizonte 2050 Escenario = IS92C Período 1961-90
 Región = Global delT= 1.2degC Clim.sens. = mid Gas Parmeters = User Unweighted
 Selected GHG patterns: HCMG

Lat	Lon	E	F	M	A	My	Jn	Jl	A	S	O	N	D	DEF	MAM	JJA	SON	ANN
12.50	-87.50	1.7	1.6	1.5	1.5	1.8	1.8	1.7	1.7	1.6	1.6	1.7	1.7	1.6	1.6	1.7	1.6	1.6
12.50	-82.50	1.5	1.5	1.4	1.5	1.5	1.5	1.5	1.4	1.4	1.4	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5

Temperatura media (°C) Horizonte 2070 Escenario = IS92C Período 1961-90
 Región = Global delT= 1.4degC Clim.sens. = mid Gas Parmeters = User Unweighted
 Selected GHG patterns: HCMG

Lat	Lon	E	F	M	A	My	Jn	Jl	A	S	O	N	D	DEF	MAM	JJA	SON	ANN
12.50	-87.50	2.0	1.8	1.7	1.8	2.0	2.1	2.0	2.0	1.9	1.8	2.0	2.0	1.9	1.9	2.0	1.9	1.9
12.50	-82.50	1.8	1.7	1.6	1.7	1.8	1.7	1.7	1.6	1.6	1.6	1.7	1.7	1.7	1.7	1.7	1.7	1.7

Temperatura media (°C) Horizonte 2100 Escenario = IS92C Período 1961-90
 Región = Global delT= 1.6degC Clim.sens. = mid Gas Parmeters = User Unweighted
 Selected GHG patterns: HCMG

Lat	Lon	E	F	M	A	My	Jn	Jl	A	S	O	N	D	DEF	MAM	JJA	SON	ANN
12.50	-87.50	2.2	2.0	1.9	2.0	2.3	2.3	2.2	2.2	2.1	2.0	2.2	2.2	2.1	2.1	2.2	2.1	2.1
12.50	-82.50	2.0	1.9	1.8	1.9	2.0	1.9	1.9	1.8	1.8	1.9	1.9	1.9	1.9	1.9	1.9	1.9	1.9

II. PRECIPITACION:

Precipitación media (%) Horizonte 2010 Escenario = IS92C Período 1961-90
 Región = Global delT= .6degC Clim.sens. = mid Gas Parmeters = User Unweighted
 Selected GHG patterns: HCMG

Lat	Lon	E	F	M	A	My	J	Jl	A	S	O	N	D	DEF	MAM	JJA	SON	ANN
12.50	-87.50	-13.3	-12.1	-14.7	-11.0	-8.5	-6.4	-8.2	-8.7	-7.2	-4.1	-10.5	-12.0	-12.4	-9.4	-7.6	-6.8	-7.9
12.50	-82.50	-10.7	-9.1	-11.3	-9.6	-8.9	-6.0	-8.3	-8.4	-5.8	-5.5	-9.2	-10.6	-10.4	-9.3	-7.6	-6.6	-7.7

Precipitación media (%) Horizonte 2030 Escenario = IS92C Período 1961-90
 Región = Global delT= .9degC Clim.sens. = mid Gas Parmeters = User Unweighted
 Selected GHG patterns: HCMG

Lat	Lon	E	F	M	A	My	J	Jl	A	S	O	N	D	DEF	MAM	JJA	SON	ANN
12.50	-87.50	-20.6	-19.0	-23.1	-17.2	-13.4	-10.1	-12.9	-13.7	-11.3	-6.4	-16.5	-18.9	-19.5	-14.7	-11.9	-10.7	-12.4
12.50	-82.50	-16.8	-14.3	-17.8	-15.2	-14.1	-9.4	-13.0	-13.2	-9.0	-8.6	-14.5	-16.6	-16.3	-14.6	-11.7	-10.4	-12.1

Precipitación media (%) Horizonte 2050 Escenario = IS92C Período 1961-90
 Región = Global delT= 1.2degC Clim.sens. = mid Gas Parmeters = User Unweighted
 Selected GHG patterns: HCMG

Lat	Lon	E	F	M	A	My	J	Jl	A	S	O	N	D	DEF	MAM	JJA	SON	ANN
12.50	-87.50	-27.5	-25.0	-30.4	-22.6	-17.6	-13.2	-17.0	-17.9	-14.8	-8.4	-21.7	-24.9	-25.6	-19.3	-15.7	-14.1	-16.2
12.50	-82.50	-22.1	-18.7	-23.4	-19.9	-18.5	-12.3	-17.0	-17.4	-11.9	-11.3	-19.0	-21.9	-21.4	-19.2	-15.4	-13.6	-15.8

Precipitación media (%) Horizonte 2070 Escenario = IS92C Período 1961-90
 Región = Global delT= 1.4degC Clim.sens. = mid Gas Parmeters = User Unweighted
 Selected GHG patterns: HCMG

Lat	Lon	E	F	M	A	My	J	Jl	A	S	O	N	D	DEF	MAM	JJA	SON	ANN
12.50	-87.50	-32.0	-29.2	-35.4	-26.4	-20.5	-15.4	-19.8	-20.9	-17.2	-9.8	-25.3	-29.0	-29.8	-22.5	-18.3	-16.4	-18.9
12.50	-82.50	-25.8	-21.9	-27.3	-23.2	-21.5	-14.4	-19.9	-20.3	-13.8	-13.2	-22.2	-25.5	-25.0	-22.4	-17.9	-15.9	-18.5

Precipitación media (%) Horizonte 2100 Escenario = IS92C Período 1961-90
 Región = Global delT= 1.6degC Clim.sens. = mid Gas Parameters = User Unweighted
 Selected GHG patterns: HCMG

Lat	Lon	E	F	M	A	My	J	Jl	A	S	O	N	D	DEF	MAM	JJA	SON	ANN
12.50	-87.50	-35.6	-32.4	-39.3	-29.3	-22.8	-17.1	-22.0	-23.2	-19.1	-10.9	-28.1	-32.2	-33.1	-25.0	-20.3	-18.2	-21.0
12.50	-82.50	-28.6	-24.3	-30.3	-25.8	-23.9	-16.0	-22.1	-22.5	-15.4	-14.6	-24.6	-28.3	-27.7	-24.9	-19.9	-17.6	-20.5

**ESCENARIOS DE EMISIONES IS92-d
 MODELO CLIMATICO: HadCM2**

I. TEMPERATURA PROMEDIO:

Temperatura media (°C) Horizonte 2010 Escenario = IS92D Período 1961-90
 Región = Global delT= .6degC Clim.sens. = mid Gas Parameters = User Unweighted
 Selected GHG patterns: HCMG

Lat	Lon	E	F	M	A	My	Jn	Jl	A	S	O	N	D	DEF	MAM	JJA	SON	ANN
12.50	-87.50	.8	.8	.7	.7	.9	.9	.8	.8	.8	.8	.8	.8	.8	.8	.8	.8	.8
12.50	-82.50	.7	.7	.7	.7	.7	.7	.7	.7	.7	.7	.7	.7	.7	.7	.7	.7	.7

Temperatura media (°C) Horizonte 2030 Escenario = IS92D Período 1961-90
 Región = Global delT= .9degC Clim.sens. = mid Gas Parameters = User Unweighted
 Selected GHG patterns: HCMG

Lat	Lon	E	F	M	A	My	Jn	Jl	A	S	O	N	D	DEF	MAM	JJA	SON	ANN
12.50	-87.50	1.3	1.2	1.1	1.2	1.4	1.4	1.3	1.3	1.3	1.2	1.3	1.3	1.3	1.3	1.3	1.3	1.3
12.50	-82.50	1.2	1.1	1.1	1.1	1.2	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1

Temperatura media (°C) Horizonte 2050 Escenario = IS92D Período 1961-90
 Región = Global delT= 1.3degC Clim.sens. = mid Gas Parameters = User Unweighted
 Selected GHG patterns: HCMG

Lat	Lon	E	F	M	A	My	Jn	Jl	A	S	O	N	D	DEF	MAM	JJA	SON	ANN
12.50	-87.50	1.8	1.6	1.6	1.6	1.8	1.9	1.8	1.8	1.7	1.6	1.8	1.8	1.7	1.7	1.8	1.7	1.7
12.50	-82.50	1.6	1.5	1.4	1.5	1.6	1.6	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.6	1.6	1.5	1.5	1.5	1.5

Temperatura media (°C) Horizonte 2070 Escenario = IS92D Período 1961-90
 Región = Global delT= 1.5degC Clim.sens. = mid Gas Parameters = User Unweighted
 Selected GHG patterns: HCMG

Lat	Lon	E	F	M	A	My	Jn	Jl	A	S	O	N	D	DEF	MAM	JJA	SON	ANN
12.50	-87.50	2.1	2.0	1.9	1.9	2.2	2.3	2.1	2.1	2.1	2.0	2.1	2.2	2.1	2.0	2.2	2.1	2.1
12.50	-82.50	1.9	1.9	1.7	1.9	1.9	1.9	1.9	1.8	1.8	1.8	1.9	1.9	1.9	1.9	1.9	1.9	1.9

Temperatura media (°C) Horizonte 2100 Escenario = IS92D Período 1961-90
 Región = Global delT= 1.9degC Clim.sens. = mid Gas Parameters = User Unweighted
 Selected GHG patterns: HCMG

Lat	Lon	E	F	M	A	My	Jn	Jl	A	S	O	N	D	DEF	MAM	JJA	SON	ANN
12.50	-87.50	2.6	2.4	2.3	2.4	2.7	2.8	2.6	2.6	2.6	2.4	2.6	2.7	2.6	2.5	2.7	2.6	2.6
12.50	-82.50	2.4	2.3	2.1	2.3	2.4	2.3	2.3	2.2	2.2	2.2	2.3	2.3	2.3	2.3	2.3	2.3	2.3

II. PRECIPITACION:

Precipitación media (%) Horizonte 2100 Escenario = IS92D Período 1961-90
 Región = Global delT= .6degC Clim.sens. = mid Gas Parameters = User Unweighted
 Selected GHG patterns: HCMG

Lat	Lon	E	F	M	A	My	J	Jl	A	S	O	N	D	DEF	MAM	JJA	SON	ANN
12.50	-87.50	-13.3	-12.1	-14.7	-11.0	-8.5	-6.4	-8.2	-8.7	-7.2	-4.1	-10.5	-12.1	-12.4	-9.4	-7.6	-6.8	-7.9
12.50	-82.50	-10.7	-9.1	-11.4	-9.7	-9.0	-6.0	-8.3	-8.4	-5.8	-5.5	-9.2	-10.6	-10.4	-9.3	-7.5	-6.6	-7.7

Precipitación media (%) Horizonte 2030 Escenario = IS92D Período 1961-90
 Región = Global delT= .9degC Clim.sens. = mid Gas Parmeters = User Unweighted
 Selected GHG patterns: HCMG

Lat	Lon	E	F	M	A	My	J	Jl	A	S	O	N	D	DEF	MAM	JJA	SON	ANN
12.50	-87.50	-21.2	-19.3	-23.4	-17.4	-13.6	-10.2	-13.1	-13.8	-11.4	-6.5	-16.7	-19.2	-19.7	-14.9	-12.1	-10.9	-12.5
12.50	-82.50	-17.0	-14.4	-18.0	-15.4	-14.2	-9.5	-13.1	-13.4	-9.1	-8.7	-14.7	-16.9	-16.5	-14.8	-11.8	-10.5	-12.2

Precipitación media (%) Horizonte 2050 Escenario = IS92D Período 1961-90
 Región = Global delT= 1.3degC Clim.sens. = mid Gas Parmeters = User Unweighted
 Selected GHG patterns: HCMG

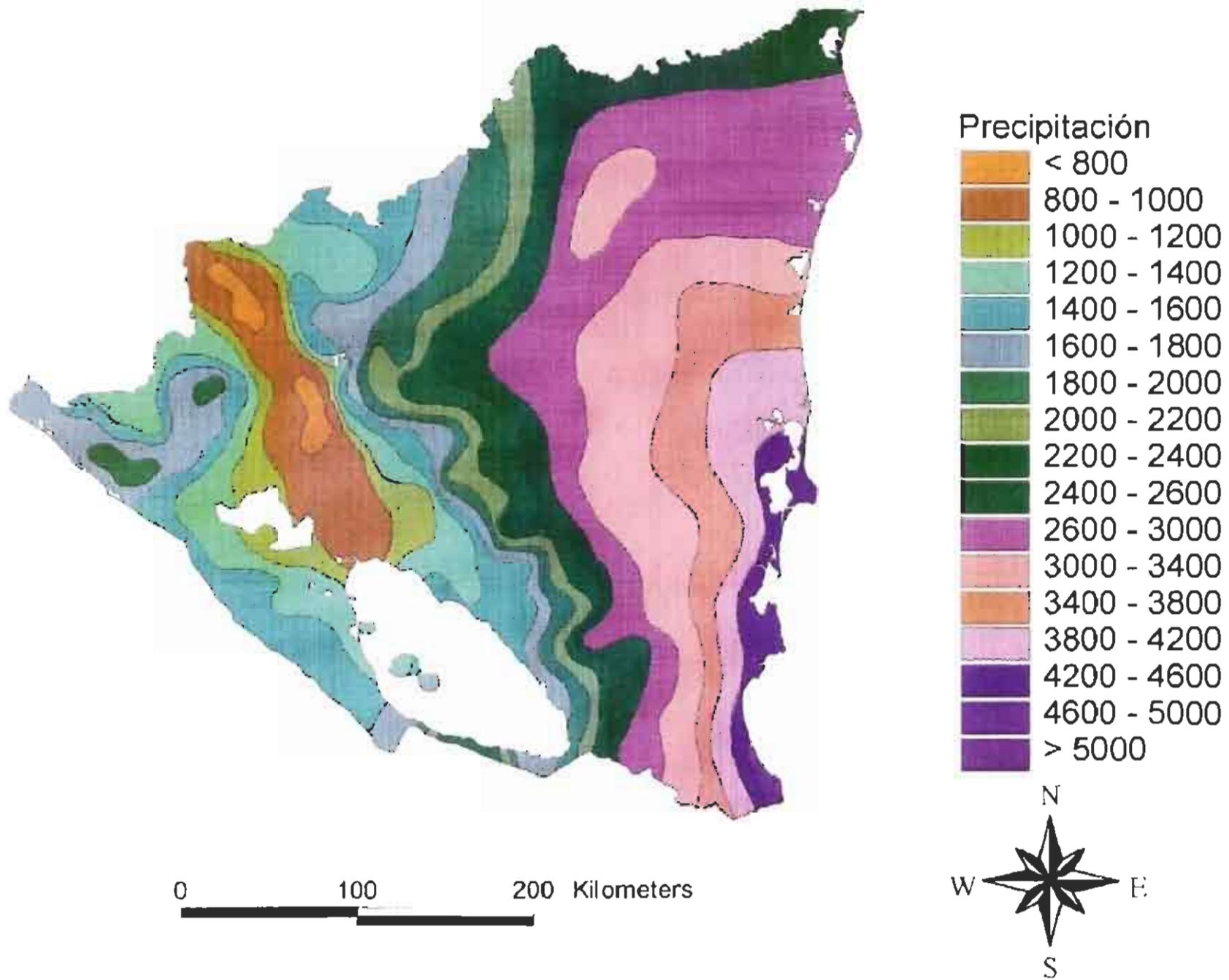
Lat	Lon	E	F	M	A	My	J	Jl	A	S	O	N	D	DEF	MAM	JJA	SON	ANN
12.50	-87.50	-28.6	-26.0	-31.6	-23.5	-18.3	-13.8	-17.6	-18.7	-15.4	-8.8	-22.5	-25.9	-26.6	-20.1	-16.3	-14.6	-16.9
12.50	-82.50	-23.0	-19.5	-24.3	-20.7	-19.2	-12.8	-17.7	-18.1	-12.3	-11.8	-19.8	-22.7	-22.3	-20.0	-16.0	-14.3	-16.5

Precipitación media (%) Horizonte 2070 Escenario = IS92D Período 1961-90
 Región = Global delT= 1.5degC Clim.sens. = mid Gas Parmeters = User Unweighted
 Selected GHG patterns: HCMG

Lat	Lon	E	F	M	A	My	J	Jl	A	S	O	N	D	DEF	MAM	JJA	SON	ANN
12.50	-87.50	-34.8	-31.7	-38.5	-28.7	-22.3	-16.8	-21.5	-22.8	-18.7	-10.7	-27.5	-31.5	-32.4	-24.5	-19.9	-17.9	-20.6
12.50	-82.50	-28.0	-23.8	-29.6	-25.3	-23.4	-15.6	-21.6	-22.0	-15.1	-14.3	-24.1	-27.7	-27.1	-24.3	-19.5	-17.3	-20.1

Precipitación media (%) Horizonte 2100 Escenario = IS92D Período 1961-90
 Región = Global delT= 1.9degC Clim.sens. = mid Gas Parmeters = User Unweighted
 Selected GHG patterns: HCMG

Lat	Lon	E	F	M	A	My	J	Jl	A	S	O	N	D	DEF	MAM	JJA	SON	ANN
12.50	-87.50	-42.8	-39.0	-47.3	-35.3	-27.4	-20.6	-26.4	-28.0	-23.0	-13.1	-33.8	-38.7	-39.9	-30.1	-24.4	-22.0	-25.3
12.50	-82.50	-34.4	-29.2	-36.4	-31.0	-28.8	-19.2	-26.5	-27.1	-18.5	-17.6	-29.6	-34.1	-33.3	-29.9	-23.9	-21.2	-24.7



Anexo 6. Mapa de Precipitación Media Anual. Periodo 1971-1990. Fuente: UNA

Anexo 7. SIG - UNA-FARENA INVENTARIO DE INFORMACIÓN DISPONIBLE CATEGORÍA DATOS GEORELACIONADOS, Mapa de Precipitación Media Anual.

1	Título descriptivo	Mapa de Precipitación Media Anual.
2	# de inventario	---
3	Nombre del archivo o de la cobertura	Precipitación.
4	Ubicación (vía de acceso)	C:\ Mis doc. Margarita\ Precipitación.
5	Formato	ArcView.

6	Fuente	Institución	Universidad Nacional Agraria (UNA)
7		Autor	Fernando Mendoza Jara.
8		Nombre original del mapa	Precipitación Media Anual.
9		Edición (año)	1999.
10	Tipo de procesamiento		Digitalización en ArcView.
11	Procesado por		Fernando Mendoza Jara.

12	Escala base	1: 750,000
13	Cubrimiento geográfico	Nacional.
14	Proyección geográfica	Latitud-Longitud y UTM (Zona 16 y Zona 17)

15 Descripción del contenido temático

- Sobre la base de la Información procesada para el período 1971-1990.
- Contiene rangos de precipitación cada 200mm en la regiones del Pacífico y Central.
- Contiene rangos de precipitación cada 400mm en la Región Atlántica, debido a la pobre densidad de la red de estaciones y para apreciar mejor la distribución espacial de la precipitación.

16 Atributos y su codificación

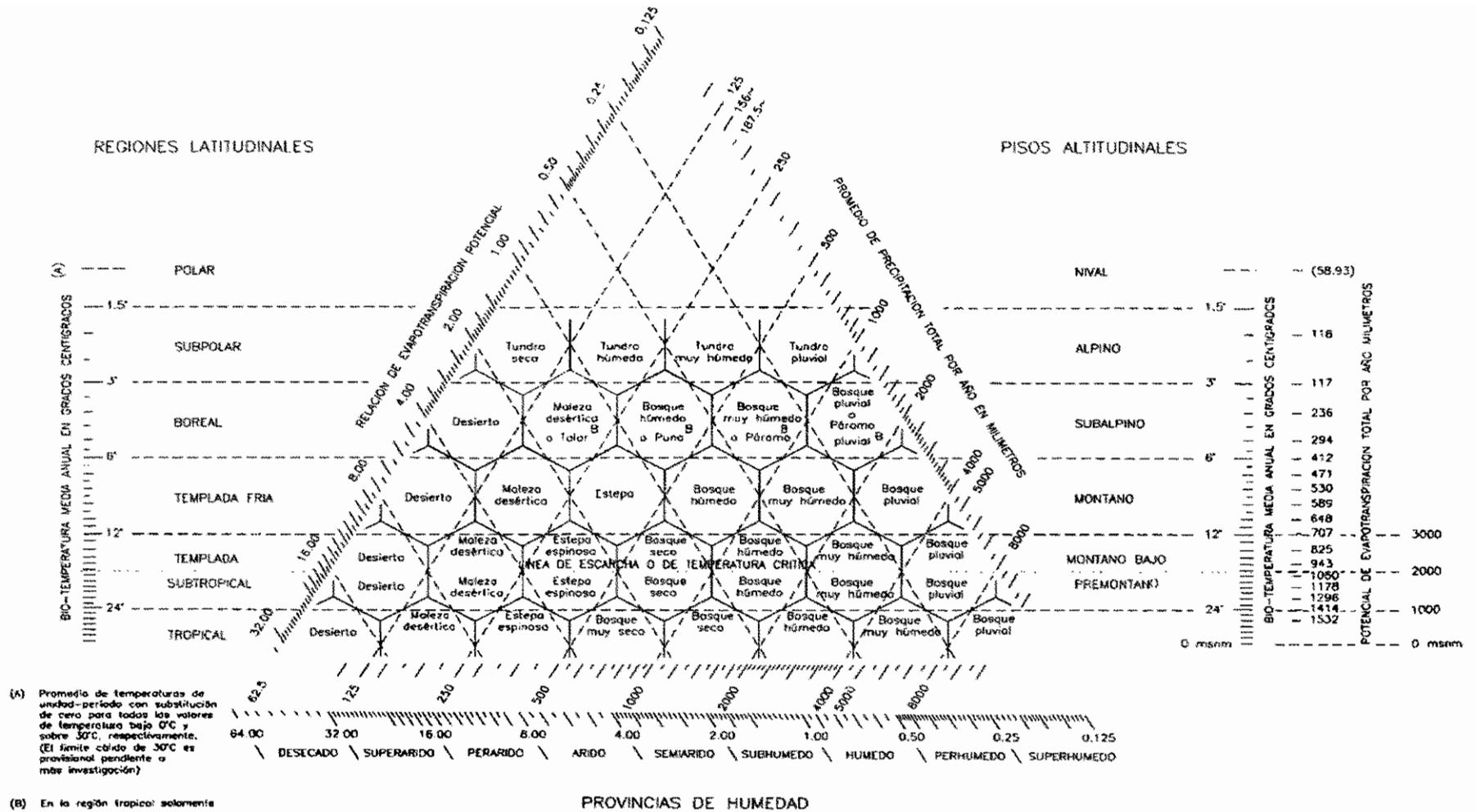
Polígonos generados a partir de líneas.

17 Actualizaciones realizadas

18 Observaciones

- El Mapa base fue proporcionado por el Instituto Nicaraguense de Estudio Territoriales (INETER).
- Este Mapa comprende solamente la parte continental de Nicaragua.
- Por falta de información pluviométrica en la mayor parte de la Región Atlántica, los datos de las isoyetas representan valores aproximados.

19 Categorías temáticas



ANEXO 8. Diagrama para la Clasificación de Zonas de Vida o Formaciones Vegetales del Mundo. (L.R. Holdridge).