

Vulnerabilidad de robles y encinos (*Quercus* spp.) al cambio climático en la región del Yeguary, Honduras

Moisés Roberto Escobar Flores

Zamorano, Honduras

Noviembre, 2011

ZAMORANO
CARRERA DESARROLLO SOCIOECONÓMICO Y AMBIENTE

PORTADILLA

Vulnerabilidad de robles y encinos (*Quercus* spp.) al cambio climático en la región del Yeguaré, Honduras

Proyecto especial de grado presentado como requisito parcial para
optar al título de Ingeniero en Desarrollo Socioeconómico y Ambiente en el Grado
Académico de Licenciatura

Presentado por

Moisés Roberto Escobar Flores

Zamorano, Honduras

Noviembre, 2011

Vulnerabilidad de robles y encinos (*Quercus* spp.) al cambio climático en la región del Yeguaré, Honduras

PÁGINA DE FIRMAS

Presentado por:

Moisés Roberto Escobar Flores

Aprobado:

Oliver Komar, Ph.D.
Asesor principal

Arie Sanders, M.Sc.
Director
Carrera de Desarrollo
Socioeconómico y Ambiente

Timothy Longwell, M.Sc.
Asesor

Raúl Espinal, Ph.D.
Decano Académico

RESUMEN

Escobar Flores, M. R. 2011. Vulnerabilidad de robles y encinos (*Quercus* spp.) al cambio climático en la región del Yeguaré, Honduras. Proyecto especial de graduación del programa de Ingeniería en Desarrollo Socioeconómico y Ambiente, Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano. Honduras. 28 p.

El cambio climático es una problemática con repercusiones directas al ambiente, la economía y la sociedad a nivel local, regional y global. Esta investigación ha pretendido evaluar la vulnerabilidad a cambio climático de las especies de *Quercus* (robles y encinos) localizados en la región del Yeguaré. A través de la metodología de NatureServe se ha determinado el Índice de Vulnerabilidad al Cambio Climático (IVCC), analizado para la región con proyecciones de datos a 50 años. Se ha determinado que *Q. benthamii*, *Q. conspersa*, *Q. bumelioides*, *Q. cortesii*, *Q. pilicaulis*, *Q. salicifolia*, *Q. skinneri*, *Q. sapotifolia*, *Q. insignis*, *Q. elíptica*, *Q. lanceifolia* y *Q. xalapensis* poseen una vulnerabilidad moderada al cambio climático. Pero *Q. oleoides*, *Q. segoviensis* y *Q. peduncularis* son estables o no vulnerables a cambio climático. La susceptibilidad de *Quercus* spp. al cambio climático depende de la alteración en la precipitación, la temperatura, la evapotranspiración, las perturbaciones humanas, las barreras geográficas, los mecanismos de dispersión y la reproducción de las especies, tanto como la incidencia de los huracanes y los incendios. Además, se realizó una encuesta de percepción a pobladores locales, la cual reveló varios beneficios que proveen las especies de robles y encinos a las comunidades rurales: usos de leña, medicina, curtiembre y madera. También el IVCC de las especies de *Quercus* ha facilitado la identificación y el planteamiento de alternativas locales orientadas a la conservación de especies-ecosistemas, tecnologías de eficiencia energética en comunidades rurales y usos sostenibles de las especies. Para determinar el estado actual de las especies en la región del Yeguaré, se realizaron 13 muestreos en parcelas de 1,000 m², evaluados en altitudes desde los 627 msnm hasta los 1,783 msnm en los municipios de Yuscarán, San Antonio de Oriente, Morocelí y Oropolí. Se determinaron indicadores de importancia de especies (IVI de 9 – 162), densidades poblacionales de los *Quercus* (desde 10 árboles/ha hasta 900 árboles/ha) e indicadores forestales (áreas basales de 0.1 – 10.2 m²/ha). Además, se definieron las asociaciones de *Quercus* con pinos y liquidámbares.

Palabras clave: Bosques de pino-encino, conservación de las especies-ecosistemas, eficiencia energética, Índice de Vulnerabilidad al Cambio Climático, usos sostenibles de las especies.

CONTENIDO

	Portadilla	i
	Página de firmas	ii
	Resumen	iii
	Contenido	iv
	Índice de cuadros, figuras y anexos.....	v
1	INTRODUCCIÓN.....	2
2	MATERIALES Y MÉTODOS.....	4
3	RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	8
4	CONCLUSIONES	12
5	RECOMENDACIONES	13
6	LITERATURA CITADA.....	14
7	ANEXOS	20

ÍNDICE DE CUADROS, FIGURAS Y ANEXOS

Cuadros	Página
1. Ámbitos de distribución en la temperatura, la precipitación y la elevación de <i>Quercus</i> spp.	4
2. Distribución de edades de la población a encuestar.	5
3. Fórmulas empleadas en la investigación.	6
4. Clasificación y usos generales de <i>Quercus</i>	10
5. Indicadores de medición forestal y de importancia para <i>Quercus</i> spp., muestreados en Oropolí, San Antonio de Oriente y Morocelí.	11
Figuras	Página
1. La distribución de las parcelas muestreadas en la región del Yeguaré.	7
Anexos	Página
1. Componentes del Índice de Vulnerabilidad al Cambio Climático.	20
2. Desarrollo del Índice de Vulnerabilidad al Cambio Climático de NatureServe. .	21
3. Pronóstico de la temperatura para Honduras.	24
4. Pronóstico de la precipitación para Honduras.	25
5. Encuesta realizada a 61 pobladores de Morocelí, Oropolí y San Antonio de Oriente.	26

1. INTRODUCCIÓN

El cambio climático amenaza la biodiversidad local y mundial en los ecosistemas naturales (Villers *et al.* 1998, Turner *et al.* 2010). Las implicaciones por perturbaciones en la precipitación y la temperatura, repercuten en la distribución, la adaptación y la sobrevivencia de especies (Chazal y Rounsevell 2008). Los disturbios de los procesos naturales demandan esfuerzos sinérgicos para restablecer la dinámica natural, la conservación-restauración y la sostenibilidad de los recursos bióticos y abióticos (Lee *et al.* 1997, Soulé *et al.* 2001, Kramer 2003, Primack *et al.* 2009). Los pronósticos realizados para el año 2050 en Honduras indican que habrían aumentos de la temperatura media de 0.5 °C – 2 °C y reducciones en la precipitación promedio anual de 12 mm – 16 mm (GIECC 2008, Campos s.f.). Los incendios forestales y los huracanes, intensificados por el cambio climático, causarán impactos directos a corto plazo en la vegetación. En particular, incendios forestales son determinantes de la vegetación en hábitats degradados, en una amplia gama de bioclimas (Ritchie 1986).

Las proyecciones en México indican que se producirán diferenciaciones genéticas, morfológicas y de distribución geográfica a las especies de *Quercus* a causa del cambio climático (Cavender *et al.* 2011, Guariguata *et al.* 2011). Las variaciones en la dispersión territorial de *Quercus* oscilan entre reducciones de 46 % en climas húmedos e incrementos de 31 % en climas secos (INE 2007, León *et al.* 2009). Las modificaciones en la distribución territorial dependen en gran medida de las fluctuaciones en la heterogeneidad climática, la adaptación, la resiliencia de las especies a los cambios ambientales y la abundancia de las especies (Ackerly *et al.* 2010). Así, para *Q. elíptica* se prevén aumentos de 21 % en su distribución geográfica, mientras que *Q. peduncularis* y *Q. segoviensis* podrían reducir su área de ocupación de 8 %. Sin embargo, para el resto de especies se pronostican disminuciones en abundancia y dispersión biogeográfica hasta de 47 % (INE 2007, Johnston *et al.* 2010). Estas variaciones pueden ser muy importantes para ciertas especies ya amenazadas con extinción, como es el caso de *Q. skinneri*, *Q. bumelioides*, *Q. cortesii*, *Q. salicifolia* y *Q. sapotifolia* (Oldfield y Eastwood 2007).

Se usó la metodología de NatureServe (versión 2.1) para determinar el Índice de Vulnerabilidad al Cambio Climático (IVCC), a las 15 especies de *Quercus* existentes en la región del Yeguaré. El IVCC evalúa la exposición al cambio climático local, la exposición indirecta al cambio climático, la sensibilidad específica de las especies y la respuesta documentada al cambio climático (NatureServe 2008, NatureServe 2009, Gosling *et al.* 2011). Actualmente, sólo en Estados Unidos se han hecho estudios para evaluar el IVCC en especies de flora y fauna. Pero en Latinoamérica únicamente se han planteado proyectos, para México y Centroamérica, de evaluar el IVCC a especies locales (March *et*

al. 2010). Por lo cual, la presente investigación es pionera con la aplicación del IVCC a las especies centroamericanas.

El género *Quercus* (robles y encinos) posee alrededor de 400 especies, adaptadas a diversas condiciones ambientales y distribuidas en múltiples ecorregiones en América, desde Estados Unidos hasta Colombia (Sarkar *et al.* 2009). Por medio de modificaciones evolutivas y adaptaciones selectivas, las especies han logrado sobrevivir en un elevado número de hábitats, con dinámicas ecológicas complejas, lo que es determinante para la sobrevivencia de todas las especies (Pither 2003). Dentro de la región del Yeguaré García (1998) reportó 15 especies de *Quercus*, distribuidas en la Reserva Biológica Cerro Uyuca. Esta reserva contiene dos ecorregiones: bosque nublado (con mayor susceptibilidad a alteraciones climáticas) y bosque pino-encino las cuales cada una contiene un juego de especies de robles y encinos (Nixon 2006, Bruijnzeel *et al.* 2010).

Las especies de robles y encinos desempeñan múltiples funciones en los ecosistemas y en la provisión de beneficios a comunidades humanas (Ritchie 1986, Heltberg *et al.* 2000, Ibáñez *et al.* 2008). Los aportes de las especies incluyen servicios ambientales (bosques de galerías que protegen cuencas, cobertura vegetal al suelo y reducción de la erosión) y beneficios a las comunidades (disponibilidad de materiales útiles al hombre). En conjunto a los bosques de pinos y liquidámbar, los robles y encinos proveen 90 % de energía (leña) en zonas rurales dentro de la eco-región pino-encino de Honduras (Núñez *et al.* 1995, Portillo 2007).

El propósito de la investigación era responder a las interrogantes siguientes: ¿Cuál es la vulnerabilidad de las especies de *Quercus* al cambio climático? ¿Cuál es la importancia de estas especies en los ecosistemas naturales y a las comunidades humanas circunvecinas? Los objetivos del estudio fueron:

- Evaluar la vulnerabilidad de robles y encinos (*Quercus* spp.), al cambio climático en la región del Yeguaré.
- Identificar la importancia social y ambiental de *Quercus* spp. en comunidades rurales de la región.
- Plantear alternativas de mitigación de impactos al cambio climático para *Quercus* spp. en la región del Yeguaré.
- Determinar el estado actual de las especies de los robles y los encinos en la región del Yeguaré.

2. MATERIALES Y MÉTODOS

La región del Yeguaré tiene una extensión territorial de 1,800 km², ubicada al este de Tegucigalpa, dentro de los departamentos de Francisco Morazán y El Paraíso. El territorio tiene una elevación desde los 320 msnm hasta los 2,100 msnm en la vertiente del Pacífico. Forma parte de la cuenca del río Yeguaré, dentro de la gran cuenca del Río Choluteca. Las variaciones en pendientes de los terrenos oscilan desde 2 % hasta 80 % (Devisscher 2004, Falck 2006).

La precipitación promedio anual en el piso de los valles de la región del Yeguaré es de 928 mm y la temperatura media anual es de 25 °C (Devisscher 2004). En Reserva Biológica Cerro Uyuca (RBCU) a partir de 1,800 msnm la temperatura es de 12 °C – 19 °C y la precipitación es de 2,000 – 4,000 mm (García 1998). En el territorio se encuentran las ecorregiones de Bosques Secos Centroamericanos (en elevaciones bajas), Bosques de Pino-encino Centroamericanos (en elevaciones medianas) y Bosques Montanos Centroamericanos (en las elevaciones mayores) (Olson *et al.* 2002).

La región del Yeguaré está formada por nueve municipios, con una población total de 84,229 habitantes. Las condiciones socioeconómicas en la región del Yeguaré señalan que 63 % de los habitantes se encuentran en condiciones de pobreza a pobreza extrema. El Índice de Desarrollo Humano es de 0.66 (Sanders *et al.* 2006). La base productiva del territorio es producción agrícola comercial, micros, pequeñas y medianas empresas y las unidades de subsistencia o agricultura para consumo familiar (Falck 2006).

Se ha utilizado la metodología de Índice de Vulnerabilidad al Cambio Climático (IVCC) de NatureServe (versión 2.1) para evaluar la vulnerabilidad de las 15 especies de *Quercus* al cambio climático. Se evaluaron factores de temperatura, precipitación (Cuadro 1), exposición al cambio climático local, sensibilidad de especies al cambio climático, respuesta documentada al cambio climático y exposición indirecta al cambio climático (NatureServe 2009, Mckellar *et al.* 2010, NatureServe 2011).

En el análisis de IVCC por especie se utilizó el ámbito de evapotranspiración y evapotranspiración potencial (AET-PET) Hamon de 0.0028 – 0.005, proyectado para Honduras, correspondiente al escenario de emisiones intermedio A1B (“middle of the road”). Además, se usó el modelo de circulación general promedio conjunto de grupos y un período de proyección al año 2050 (TNC 2007, NatureServe 2009, NatureServe 2010, NatureServe 2011). La evaluación ha sido proyectada según los datos de la precipitación y la temperatura del Grupo Intergubernamental de Expertos sobre Cambio Climático (GIECC), que indican aumentos de temperatura media de 0.5 °C – 2 °C y reducciones en precipitación promedio anual de 12 mm – 16 mm (GIECC 2008).

Cuadro 1. Ámbitos de distribución en la temperatura, la precipitación y la elevación de *Quercus* spp.

Especies	Precipitación (mm/año)	Temperatura media anual (°C)	Elevación (msnm)
<i>Q. benthamii</i> *	938–4000	12–23	1500–3000
<i>Q. bumelioides</i>	900–2800	10–28	1200–3000
<i>Q. conspersa</i> *	938–4000	12–23	900–2800
<i>Q. cortesii</i>	900–4000	12–25	900–2000
<i>Q. elíptica</i> **	938–4000	12–23	850–1600
<i>Q. insignis</i> *	938–4000	12–23	800–2400
<i>Q. lanceifolia</i> **	938–4000	12–23	1500–2000
<i>Q. oleoides</i>	700–3200	19–36	0–1800
<i>Q. peduncularis</i>	900–2000	18–25	600–3000
<i>Q. pilicaulis</i> **	938–4000	12–23	1500–1900
<i>Q. salicifolia</i>	900–4000	12–25	1500–2000
<i>Q. sapotifolia</i>	800–2000	18–25	1000–2700
<i>Q. segoviensis</i>	700–3200	23–28	500–1800
<i>Q. skinneri</i>	900–2000	18–25	900–2500
<i>Q. xalapensis</i> **	938–4000	12–23	1700–2000

* Distribución altitudinal desde México hasta Panamá y ámbitos de precipitación y temperatura de Reserva Biológica Cerro Uyuca (RBCU). **Distribuciones en RBCU.

Fuentes: García (1998), CATIE (2003), Kappelle y Uffelen (2006), Guariguata (2007).

El estudio de percepción a habitantes locales se realizó por medio de encuestas, utilizando una muestra de 61 pobladores entre 15 y 83 años (media 38 años), 49 % mujeres y 51 % hombres, en los municipios de Oropolí, Morocelí y San Antonio de Oriente (distribuidos en un área menor a 500 m alrededor de las parcelas muestreadas, seleccionados aleatoriamente) (Cuadro 2). Se realizaron entrevistas semiestructuradas a los encuestados, guiada por las preguntas de las encuestas, identificando usos dados a los robles y los encinos. Las encuestas constaban de nueve preguntas de selección múltiple y justificación de respuesta (Chevalier y SAS 2010).

Para determinar la importancia ambiental de las especies de robles y encinos (robles caracterizados por hojas anchas y bordes dentados y encinos se caracterizan por hojas delgadas y bordes lisos) en la región de Yeguaré, se hicieron mediciones forestales en 13 parcelas, distribuidos en transectos altitudinales (Kappelle *et al.* 2006, Primack *et al.* 2009). Las parcelas muestreadas fueron de 100 m de largo por 10 m de ancho (1,000 m²). Para tres parcelas se midió la vegetación riparia (ribereña) a 5 m a cada lado de las quebradas. En cerro Monserrat, municipio de Yuscarán, únicamente se seleccionaron las parcelas por cotas altitudinales o elevaciones y se georreferenciaron las zonas de

muestreos. Las mediciones forestales evaluaron los Diámetros a la Altura del Pecho (DAP) (mayor a 5 cm por individuo), las alturas, las densidades de árboles por hectárea, las áreas basales, las área basales relativas, las densidades relativas, las frecuencias relativas y los Índices de Valor de Importancia (IVI) para las especies de *Quercus* (Cuadro 3) (Lamotte 1974, Ramírez 2006) y se clasificaron asociaciones de especies, en función al tipo y tamaño de vegetación en coexistencia a *Quercus* dentro de las mismas parcelas (vegetación con altura menor a 2.5 m se definió como sotobosque). Se usó GPS (Sistema de coordenadas WGS84), vara telescópica (en alturas mayores a 20 m se emplearon estimaciones visuales), forcípula, cinta métrica y una guía elaborada para identificación de las especies muestreadas.

Cuadro 2. Distribución de edades de la población a encuestar.

Edad	Cantidad	Porcentaje (%)
15–30	29	48
31–45	14	23
46–60	12	20
61–75	4	7
76–90	2	3
Total	61	100

Cuadro 3. Fórmulas empleadas en la investigación.

Indicador	Fórmula	Significado de abreviaturas
Área basal	$A = \pi \left(\frac{d}{2} \right)^2$	A=área basal/especie/ha; d=Diámetro a la Altura del Pecho (DAP) en metros.
Densidad de árboles/ha	$Da = a(f)$	Da=densidad de árboles/ha; a=número de árboles/especie/parcela; f=inverso de la fracción del área en relación a 1 ha.
Densidad relativa de árboles por especies	$Dr = Da(100) / \sum Da$	Dr=densidad relativa de árboles; Da=densidad de árboles/ha; $\sum Da$ =sumatoria de Da.
Área basal relativa por especies	$\bar{A}r = A(100) / (\sum A)$	$\bar{A}r$ =área basal relativa; A=áreas basales promedios/especie; $\sum A$ =sumatoria de áreas basales.
Frecuencia relativa por especie	$Fr = D(100) / N$	Fr=frecuencia relativa; D= árboles presentes/parcela; N=número de parcelas o muestreos realizados.
Índice de Valor de Importancia	$IVI = Dr + \bar{A}r + Fr$	IVI= Índice de Valor de Importancia; Dr=densidad relativa de árboles/especie; $\bar{A}r$ =área basal relativa; Fr=frecuencia relativa.

Fuente: Lamotte 1974, Ramírez 2006.

En la ecorregión de bosque seco se muestreó en Quebrada Seca a 627 msnm (municipio de Morocelí). Las demás parcelas fueron ubicadas dentro de la ecorregión de bosque pino-roble. Se incluyeron Quebrada El Gallo a 897 msnm (municipio San Antonio de Oriente), Quebrada La Pita a 1,327 msnm (municipio de Oropolí), Quebrada Jute en 966 msnm y 1,128 msnm (municipio de Morocelí) y Quebrada Los Liquidambos a 1,184 msnm, 1,249 msnm, 1,462 msnm, 1,545 y 1,564 msnm (municipio San Antonio de Oriente). En cerro Monserrat se muestrearon parcelas a 1,035 msnm, 1,677 msnm y 1,783 msnm, (municipio de Yuscarán) (Figura 1).

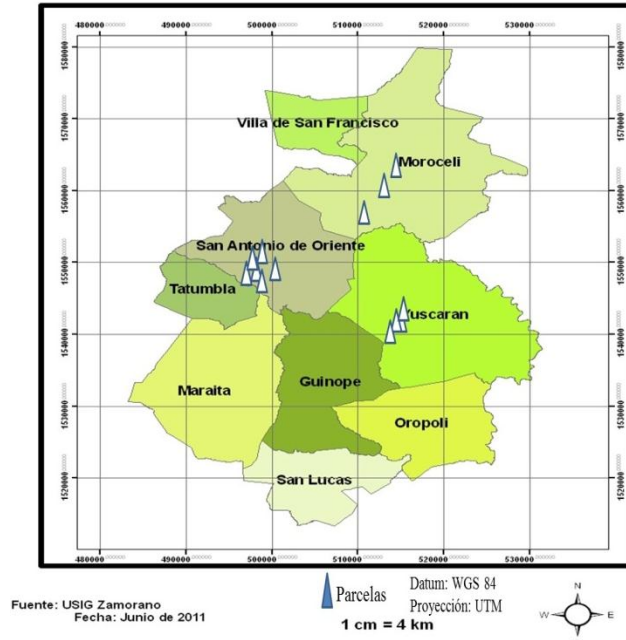


Figura 1. La distribución de las parcelas muestreadas en la región del Yeguaré.

3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La aplicación del IVCC realizado para las 15 especies de los robles y los encinos existentes en la región del Yeguaré ha indicado que *Quercus benthamii*, *Q. conspersa*, *Q. bumelioides*, *Q. cortesii*, *Q. pilicaulis*, *Quercus salicifolia*, *Q. skinneri*, *Q. sapotifolia*, *Q. insignis*, *Q. elíptica*, *Q. lanceifolia* y *Q. xalapensis* tienen una vulnerabilidad “moderada” al cambio climático. Para estas especies, puede haber una reducción en su abundancia o ámbito de distribución geográfica antes del año 2050. Únicamente *Q. oleoides*, *Q. segoviensis* y *Q. peduncularis* se encuentran en condiciones estables o no vulnerables, especies que no sufrirán alteraciones en ámbito de distribución o abundancia en el área geográfica analizada al año 2050. Este resultado obedece a factores ambientales, geográficos, evolutivos y ecológicos con incidencia sobre las especies (Davis *et al.* 2005, León *et al.* 2009, NatureServe 2011).

Los bosques de coníferas, mixto (pino-encino) y latifoliado en Honduras, se encuentran amenazados por la degradación de la biodiversidad, la sobreexplotación, los incendios forestales, las plagas, la ganadería y la agricultura migratoria (FAO 2003, Portillo 2007). Además, desde 1935 hasta 1998 se da un promedio de 1 huracán cada 16 años (SNET s.f.). Con esto, los incendios forestales y los huracanes inducen a fluctuaciones de cambio directo en corto plazo (menor a 20 años), por lo que son determinantes de la vegetación (en generación, efecto y grado) en una amplia gama de bioclimas (Ritchie 1986).

La reproducción de las especies de *Quercus* se afectará con incrementos en la temperatura y decrecimientos en la precipitación, por la alteración en las condiciones del ambiente local (Ducousso *et al.* 1993, Oosterhoorn y Kappelle 1999, Bruijnzeel *et al.* 2010). Igualmente, las consecuencias de las perturbaciones, naturales o humanas, inducen en procesos de extinción y reducción de las poblaciones (Martin 2001, Ortega *et al.* 2008).

Los factores antrópicos y climáticos aumentan la demanda de requerimientos en germinación y establecimiento para algunas especies de *Quercus* (Ritchie 1986, Van Der Meer 2002). Las especies adaptadas a climas secos y hábitats degradados (por factores naturales o antropogénicos) tendrán mayor resistencia a los impactos en fluctuaciones de cambio climático (Scholze *et al.* 2006). *Quercus oleoides* y *Q. segoviensis* se registraron como especies adaptadas a condiciones ambientales adversas en la región del Yeguaré, debido a que se localizaron en terrenos con altas pendientes, suelos rocosos y condiciones de climas secos, lo cual ha sido reportado por Cavender *et al.* (2011) en otras regiones.

Quercus benthamii, *Q. conspersa*, *Q. bumelioides*, *Q. cortesii*, *Q. pilicaulis* y *Q. salicifolia*, ubicados desde los 1,700 msnm hasta los 2,000 msnm (García 1998), tienen mayor susceptibilidad al fenómeno del cambio climático. La vulnerabilidad de las especies puede ser aumentada (afectando la abundancia, la dominancia, las interrelaciones ecológicas y los procesos naturales) por la ubicación restringida de las especies en RBCU y las características geográficas propias del cerro Uyuca o relieves geográficos determinantes de la vegetación (Iverson y Prasad 2001).

La existencia de recursos forestales en los ecosistemas naturales es degradada paulatinamente, por los usos diversos, que localmente realizan las comunidades cercanas al hábitat, en especial la provisión de fuentes energéticas locales (leña) (FAO 1983). Así, el 100 % de las personas encuestados revelaron que usan las especies de *Quercus* para leña, madera, medicina, curtiembre y conservación de suelos y cuencas. En los usos que los pobladores de la región del Yeguaré reportaron para robles y encinos se identificaron las utilizaciones de las hojas, las raíces, las ramas y los troncos, distribuidos proporcionalmente en usos de leña (41 %), madera y leña (26 %), medicina y leña (12 %), leña, madera y medicina (12 %) y otros (construcción, curtiembre y ecológicos) (9 %). El uso de las especies en comunidades rurales radica en proveer recursos energéticos de combustible vegetal o leña (Pimentel *et al.* 1986). La madera se emplea para la elaboración de puertas, sillas, ventanas, postes de sostén y vigas para casas.

La abundancia de flora, como *Quercus*, aumenta la provisión de servicios ecosistémicos en la naturaleza, reduciendo o contrarrestando la degradación en la biodiversidad local asociada (Barbour *et al.* 2007), tales como reducción de incendios forestales, infiltración de la lluvia al suelo, precipitación horizontal en bosques nublados, disminución en erosión e incluso como herramienta natural contra el cambio climático, por efecto natural en la captación de dióxido de carbono (Chagollán *et al.* 2006, Mansourian 2009). Las especies de *Quercus*, como parte de la biodiversidad, realizan procesos biológicos y biofísicos en los territorios que habitan: sumideros de carbono, producción de oxígeno, regulación de clima local y biorremediación ecológica (Cramer *et al.* 2004, Mahli *et al.* 2002).

Los usos dados a *Quercus* proceden originalmente de las culturas indígenas de América, y por lo cual constituyen parte de la flora etnobotánica y la economía botánica (Crooks 1948). La población encuestada reportó que *Q. oleoides* también se usa en la elaboración de muebles. En particular, *Q. oleoides* es usado por sus colorantes naturales (taninos) en el tratamiento de pieles de ganado vacuno y caprino (curtiembre). Las personas encuestadas revelaron el uso de la corteza, las raíces y las hojas de *Q. oleoides* en aplicaciones medicinales (aliviar dolores musculares, malestares estomacales y antiparasitarios). Los usos medicinales corresponden a conocimientos culturales y de las tradiciones heredadas (Crooks 1948, Manson *et al.* 2008).

Se registraron ocho especies y 172 individuos de *Quercus* en las parcelas muestreadas. Se identificó que *Q. segoviensis*, *Q. peduncularis* y *Q. oleoides* poseen indicadores de densidad, IVI y frecuencia relativa en mayor medida que *Q. skinneri*, *Q. bumelioides*, *Q. cortesii*, *Q. salicifolia* y *Q. sapotifolia* (Cuadro 5). Las variaciones entre las especies obedecen a las características geográficas, la adaptación a las condiciones del ambiente, las perturbaciones antropogénicas y la evolución natural. (Oosterhoorn y Kappelle 1999, Séppala 2009).

Cuadro 4. Clasificación y usos generales de *Quercus*.

Especie	Nombre común	Uso
<i>Q. benthamii</i>	Encino	Leña, madera y medicina
<i>Q. bumelioides</i>	Encino	Leña y madera
<i>Q. conspersa</i>	Encino	Leña y madera
<i>Q. cortesii</i>	Roble	Leña, madera y medicina
<i>Q. elíptica</i>	Encino	Leña y madera
<i>Q. insignis</i>	Roble	Leña y madera
<i>Q. lanceifolia</i>	Roble	Leña y madera
<i>Q. oleoides</i>	Roble	Leña, muebles y curtiembre
<i>Q. peduncularis</i>	Roble	Leña y medicina
<i>Q. pilicaulis</i>	Roble	Leña
<i>Q. salicifolia</i>	Encino	Leña y madera
<i>Q. sapotifolia</i>	Encino	Leña y madera
<i>Q. segoviensis</i>	Roble	Leña, madera y medicina
<i>Q. skinneri</i>	Roble	Leña y madera
<i>Q. xalapensis</i>	Roble	Leña, madera y medicina

Fuente: Adaptado de CATIE 2003, Manson *et al.* 2008.

El ámbito de frecuencia relativa es de 8 % – 69 %, mientras que el IVI varía de 9 – 162 (Cuadro 4). En comparación, García (1998) encontró en Reserva Biológica Cerro Uyuca, desde 800 msnm hasta 2000 msnm, frecuencia de especies de 5 % – 15 % e IVI de 10 – 46. Las diferencias pueden deberse a diferencias en la ubicación de los sitios de muestreos, y la distribución territorial de las especies (Orozco *et al.* 2002). Por ejemplo, solo tres especies en el presente estudio tuvieron frecuencia relativa mayor que 15 % y son las especies dominantes en las parcelas de baja altura donde García no trabajó.

Las asociaciones de especies relacionadas a *Quercus* se clasificaron en bosque latifoliado, con 69 % (119 individuos muestreados en siete parcelas), bosque pino-roble y sotobosque con 28 % (48 individuos muestreados en cinco parcelas) y bosque pino-roble, liquidámbar y sotobosque con 3 % (cinco individuos muestreados en cinco parcelas).

Oldfield y Eastwood (2007) reportan que *Q. bumelioides* y *Q. skinneri* están en peligro de extinción (en los muestreos realizados se reportaron con pocos individuos presentes en las parcelas) y *Q. cortesii*, *Q. salicifolia* y *Q. sapotifolia* son especies reportadas por IUCN como vulnerables a extinción. *Quercus peduncularis* puede presentar reducciones en su distribución geográfica, de 7 % a 47 %, por incrementos en la temperatura hasta de 2 °C y reducciones en la precipitación hasta de 16 mm en Honduras (INE 2007, Gómez *et al.* 2007, GIECC 2008).

Cuadro 5. Indicadores de medición forestal y de importancia para *Quercus* spp. muestreados en Oropolí, San Antonio de Oriente y Morocelí.

Especie	DAP p (m)	Alp (m)	Da (Árbol/ha)	Á (m ² /ha)	Dr (%)	Ár (%)	Fr (%)	IVI
<i>Q. bumelioides</i>	0.07	6	20	0.1	1	0.4	8	9
<i>Q. cortesii</i>	0.1	8	40	0.3	2	2	15	19
<i>Q. oleoides</i>	0.12	7	580	6.6	34	36	69	139
<i>Q. peduncularis</i>	0.1	7	120	0.9	7	5	31	43
<i>Q. skinneri</i>	0.07	7	30	0.1	2	1	15	18
<i>Q. salicifolia</i>	0.08	7	20	0.1	1	1	8	9
<i>Q. sapotifolia</i>	0.08	8	10	0.1	1	0.3	8	9
<i>Q. segoviensis</i>	0.12	8	900	10.2	52	56	54	162
Total	0.74		1720	18.34	100	100	208	

DAPp: Diámetro a la Altura del Pecho promedio; Alp: Altura promedio; Da: Densidad; Á: Área basal promedio, Dr: Densidad relativa; Ár: Área basal relativa; Fr: Frecuencia relativa; IVI: Índice de Valor de Importancia.

4. CONCLUSIONES

- El IVCC proyectado para *Quercus* a 50 años en la región del Yeguaré indica que *Q. benthamii*, *Q. conspersa*, *Q. bumelioides*, *Q. cortesii*, *Q. pilicaulis*, *Q. salicifolia*, *Q. skinneri*, *Q. sapotifolia*, *Q. insignis*, *Q. elíptica*, *Q. lanceifolia* y *Q. xalapensis* están moderadamente vulnerables. Sin embargo, *Q. oleoides*, *Q. segoviensis* y *Q. peduncularis* se encuentran estables o no son vulnerables al cambio climático.
- Los factores de mayor incidencia en la vulnerabilidad de *Quercus* spp. son los cambios en la temperatura, la precipitación, la humedad, los fenómenos climáticos (los huracanes y los incendios) y las barreras naturales.
- El 91 % de los pobladores encuestados reportó que el principal uso que dan a *Quercus* es leña, pero también se usa para madera, medicina, curtiembre, construcción, conservación de suelos y protección de cuencas.
- *Quercus segoviensis* y *Q. oleoides* han sido las especies con mayor valor de importancia y cantidad de individuos registrados en los muestreos. *Quercus skinneri* y *Q. bumelioides* son las especies registradas con menores cantidades de individuos encontrados y están reportadas como especies en peligro de extinción.

5. RECOMENDACIONES

- Se sugiere la evaluación de IVCC, adaptado a condiciones locales de la región del Yeguaré, principalmente para las especies de flora y fauna de mayor beneficio social, económico y ecológico.
- Es necesario realizar inventarios de los ecosistemas para evaluar potenciales problemas a los bosques en el futuro y en particular, para mejorar la información básica sobre la distribución de especies, tanto en latitud como en elevación.
- Es aconsejable fomentar investigaciones para los usos potenciales de las especies de *Quercus segoviensis* y *Q. oleoides*, ya que pueden ser empleados como recursos dendroenergéticos sostenibles, por su amplia distribución en la región, con la adopción de estufas mejoradas en comunidades rurales.
- Es recomendable diseñar y aplicar planes para la capacitación de comunidades cercanas a áreas protegidas sobre cambio climático. También, se debe aumentar la cantidad o extensión de las áreas protegidas en la región del Yeguaré, para permitir la paulatina adaptación de las especies de flora al cambio climático.

6. LITERATURA CITADA

Adams, J., Greulach, V. 1986. Plantas: introducción a la botánica moderna. 2 ed. Trad. Riba y Esparza. MX, Limusa. 679 p.

Ackerly, D., Branciforte, R., Cornwell, W., Hamilton, H., Kraft, N., Loarie, S., Weiss, S. 2010. The geography of climate change: implications for conservation biogeography. *Biodiversity*, 16(3):476–487.

Barbour, M., Keeler, T., Schoenherr, A. 2007. Terrestrial vegetation of California. 3 ed. US, University of California Press. 701 p.

Bruijnzeel, L., Hamilton, L., Scatena, F. 2010. Tropical montane cloud forests: science for conservation and management. US, Cambridge University Press. 691 p.

Campos, M. s.f. Cambio climático en Centroamérica (en línea). Consultado el 26 de sep. 2011. Disponible en: <http://www.aguayclima.com/pdf/CambioClimaticoenCentroamerica.pdf>. 17 p.

CATIE (Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza). 2003. Árboles de Centroamérica: un manual para extensionistas. C R, CATIE. 1,079 p.

Cavender, J., Deacon, N., González, A., Koehler, K., Pahlich, A. 2011. Phylogeography and climatic niche evolution in live oaks (*Quercus* series *Virentes*) from the tropics to the temperate zone. *Biogeography*, 38(5):962–981.

Chagollán, F., Ávila, A., Campo, J., Cervantes, C., López, I., Reyes, S. 2006. Educación ambiental. MX, Umbral. 81 p.

Chazal, J., Rounsevell, M. 2008. Land-use and climate change within assessments of biodiversity change: A review. *Global Environment Change*, 19(2):306–315.

Chevalier, J., SAS 1.0. 2010. Análisis social (Colaboración/Conflicto, Legitimidad, Intereses, Poder) (en línea). Consultado el 20 may. 2011. Disponible en: http://www.sas2.net/documents/tools/techniques/social_analysis_clip_es.pdf. 21 p.

Cramer, W., Bondeau, A., Lucht, W., Schaphoff, S., Smith, B., Sitch, S. 2004. Tropical forests and the global carbon cycle: impacts of atmospheric carbon dioxide, climate change and rate of deforestation. *Philosophical Transactions: Biological Sciences*, 259:331–343.

Crooks, D. 1948. Plants for special uses. *Economic Botany*, 2(1):58–72.

Davies, P. 2010. Climate change implications for river restoration in global biodiversity hotspots. *Restoration Ecology*, 18(3):261–218.

Davis, M., Etterson, J., Shaw, R. 2005. Evolutionary responses to changing climate. *Ecology*, 86(7):1,704–1,714.

Devisscher, T. 2004. Diseño y caracterización de un corredor biológico entre los bosques nublados de Uyuca y El Volcán. Ingeniero en desarrollo socioeconómico y ambiente con grado de licenciatura. Francisco Morazán, Honduras. Escuela Agrícola Panamericana Zamorano. 102 p.

Ducousso, A., Michaud, H., Lumaret, R. 1993. Reproduction and gene flow in the genus *Quercus* L. *Annal of Forests Science*, 50(1):91–106.

Falck, M. 2006. Un país que construye territorios entre cuatro corrientes. HN, Escuela Agrícola Panamericana Zamorano. 36 p.

FAO (Food and Agriculture Organization).1983. Métodos simples para fabricar carbón vegetal (en línea). Consultado el 20 may. 2011. Disponible en: <http://www.fao.org/docrep/x5328s/X5328S02.htm>.

FAO (Food and Agriculture Organization). 2003. Estado de la diversidad biológica de los árboles y bosques de Honduras. Italia. Consultado el 20 may. 2011. Disponible en: <http://www.fao.org/docrep/007/j0607s/j0607s03.htm>.

García, J. 1998. Caracterización dendrológica y ecológica del género *Quercus* L. en el bosque de la Montaña Uyuca, Zamorano, Honduras. Tesis para optar a Ingeniero agrónomo en el grado de licenciatura. Francisco Morazán, Honduras. Escuela Agrícola Panamericana Zamorano. 82 p.

GIECC (Grupo Intergubernamental de Expertos sobre Cambio Climático) 2008. Cambio climático 2007. CH, GIECC. 104 p.

Gómez, L., Arriaga, L. 2007. Modeling the effect of climate change on the distribution of oak and pine species of Mexico. *Society for Conservation Biology*, 21(6):1,545–1,555.

Gosling, N., Arnell, N., Bernie, D., Caesar, J., Good, P., Linden, P., Lowe, J., O'Hanley, J., Smith, S., Warren, R. 2011. A review of recent developments in climate change science. Part II: the global-scale impacts of climate change. *Progress in Physical Geography*, 35(4):443–464.

Guariguata, M., Cornelius, P., Forner, C., Locatelli, B., Sánchez, G. 2007. Mitigation needs adaptation: Tropical forestry and climate change. *Mitigation and Adaptation Strategies for Global Change*, 13:793–808.

Heltberg, R., Channing, T., Udaya, N. 2000. Fuelwood consumption and forest degradation: a household model for domestic energy substitution in rural India. *Land Economics*, 76(2):213–232.

Ibáñez, I., Clark, J., Dietze, M. 2008. Evaluating the sources of potential migrant species: implications under climate change. *Ecological Applications*, 18(7):1,664–1,678.

INE (Instituto Nacional de Ecología). 2007. Posibles efectos del cambio climático en algunos componentes de la biodiversidad de México (en línea). México. Consultado el 26 may. 2011. Disponible en: <http://www2.ine.gob.mx/publicaciones/libros/437/arriaga.html>.

Iverson, L., Prasad, A. 2001. Potential changes in tree species richness and forest community types following climate change. *Ecosystems*, 4(3):186–199.

Johnston, M., SRC (Saskatchewan Research Council). 2010. Tree species vulnerability and adaptation to climate change: final technical report. CA, SRC. 133 p.

Kappelle, M. 1996. Los bosques de roble (*Quercus*) de la cordillera de Talamanca, Costa Rica. CR, INBIO. 319 p.

Kappelle, M., Brown, A. 2001. Bosques nublados del neotrópico. CR, INBIO. 704 p.

Kappelle, M., Uffelen, J. 2006. Ecology and conservation of neotropical montane oak forests. *Ecological Studies*, 185(2):39–54.

Kramer, F. 2003. Educación ambiental para el desarrollo sostenible. ES, La catarata. 236 p.

Lamotte, M. 1974. Estadística biológica: principios fundamentales. 4 ed. ES, Toray-Masson. 163 p.

Lee, D., Schelhas, J., Thacher, T. 1997. Farmer participation in reforestation incentive programs in Costa Rica. *Agroforestry Systems*, 35:269–289.

León, J., Vélez, G., Yepes, A. 2009. Estructura y composición florística de tres robledales en la región norte de la cordillera central de Colombia. *Biología Tropical*, 57(4):1,165–1,182.

Mahli, Y., Brown, S., Meir, P. 2002. Forests, carbon and global climate. *Philosophical Transactions: Mathematical, Physical and Engineering Sciences*, 360:1567–1591.

Manson, R., Gallina, S., Hernández, V., Mehlreter, K. 2008. Agroecosistemas cafetaleros de Veracruz: biodiversidad, manejo y conservación. MX, Instituto Nacional de Ecología INE. 330 p.

Mansourian, S., Belokurov, A., Stephenson, L. 2009. The role of forest protected areas in adaptation to climate change. *Unasylva*, 60(231):63–69.

March, I., Cabral, H., Echeverría, Y. 2010. Una metodología para diseñar estrategias y planes de acción, orientados a la adaptación al cambio climático, para la conservación de la biodiversidad, ecosistemas y servicios ecosistémicos. US, NatureServe. p.1–9.

Martin, T. 2001. Abiotic versus biotic influences on habitat selection of coexisting species: climate change impacts? *Ecology*, 82(1):175–188.

Mckellar, R., Abbott, I., Gioia, P., Le Maitre, D., Midgley, G., Yates, C. 2010. The need to develop a coherent research approach for climate change vulnerability impact assessment and adaptation in high-biodiversity terrestrial ecosystems. *Austral Ecology*, 35 (4):371–373.

Miller, J. 1984. Technology for the tropics. *Science News*, 125(13):196.

NatureServe. 2008. Afrontando el cambio climático: una estrategia organizacional de NatureServe (en línea). Estados Unidos. Consultado el 8 may. 2011. Disponible en: http://www.natureserve.org/lacSite/sobreNosotros/documents/ClimChange-Strategy_07-08_Esp.pdf. 10 p.

NatureServe. 2009. Prediciendo cambio en un futuro: un índice de vulnerabilidad al cambio climático (en línea). Estados Unidos. Consultado el 20 may. 2011. Disponible en: http://www.natureserve.org/lacSite/sobreNosotros/documents/ClimChangeVulnIndex_facsheet_04-09_Esp.pdf. 1 p.

NatureServe. 2010. Global conservation status definitions (en línea). Estados Unidos. Consultado el 20 may. 2011. Disponible en: <http://www.natureserve.org/explorer/granks.html>.

NatureServe. 2011. Guidelines for using the NatureServe climate change vulnerability index (en línea). Estados Unidos. Consultado el 26 may. 2011. Disponible en: http://www.natureserve.org/prodServices/climatechange/pdfs/Guidelines_NatureServeClimateChangeVulnerabilityIndex_r2.1_Apr2011.pdf. 58 p.

NatureServe. 2011. Versión 2.1 of the NatureServe climate change vulnerability index (en línea). Estados Unidos. Consultado el 26 may. 2011. Disponible en: <http://www.natureserve.org/prodServices/climatechange/ccvi.jsp>.

Nixon, K. 2006. Global and neotropical distribution and diversity of oak (genus *Quercus*) and oak forests. *Ecological Studies*, 185:3–12.

Núñez, M., Alvarado, L. 1995. Honduras: informe nacional para la conferencia técnica internacional de la FAO sobre los recursos fitogenéticos. Tegucigalpa, HN, FAO. 96 p.

- Oldfield, A., Eastwood, A. 2007. The Red List of Oaks. UK, IUCN. 35 p.
- Olson, D., Dinerstein, E. 2002. The Global 200: Priority Ecoregions for Global Conservation. Estados Unidos. *Annals of the Missouri Botanical Garden*, 89(2):199–224.
- Oosterhoorn, M., Kappelle, M. 1999, M. Vegetation structure and composition along an interior-edge-exterior gradient in a Costa Rican montane cloud forest. *Forest, Ecology and Management*, 126(3):291–307.
- Orozco, L., Brumér, C. 2002. Inventarios forestales para bosques latifoliados en América Central. CR, CATIE. 264 p.
- Ortega, C., López, J., Peñalba, M., Van Devender, T. 2008. Retrospectiva del bosque de pino y encino de la sierra madre occidental, Sonora, noroeste de México, hace 100 años. *Acta Botánica Mexicana*, 83:69–92.
- Ortiz, L. 2005. Determinación de zonas favorables y desfavorables en la mancomunidad del Yeguaré: un enfoque territorial. Ingeniero en Desarrollo Socioeconómico y Ambiente con grado de licenciatura. Francisco Morazán, Honduras. Escuela Agrícola Panamericana Zamorano. 66 p.
- Pimentel, D., Dazhong, W., Eigenbrode, S., Emerson, D., Karisak, M., Lang, H. 1986. Deforestation: interdependency of fuelwood and agriculture. *Oikos*, 46(3):404–412.
- Pither, J. 2003. Climate tolerance and interspecific variation in geographic range size. *Biological Science*, 270(1,514):475–481.
- Portillo, H. 2007. Recopilación de la Información Sobre la Biodiversidad de Honduras. Informe Final de Consultoría. HN, INBIO-DiBio. 234 p.
- Primack, R., Rozzi, R., Feinsinger, P., Dirzo, R., Massardo, F. 2009. Fundamentos de conservación biológica: Perspectivas latinoamericanas. MX, FCE. Vol. 1. 797 p.
- Ramírez, A. 2006. Ecología: métodos de muestreo y análisis de poblaciones y comunidades. CO, Pontificia Universidad Javeriana. 273 p.
- Ritchie, J. 1986. Climate change and vegetation response. *Vegetatio*, 67(2):65–74.
- Sanders, A., Ramírez, A., Morazán, L. 2006. Cadenas agrícolas en Honduras. Escuela Agrícola Panamericana Zamorano, Honduras. 135 p.
- Sarkar, S., Fuller, T., Londoño, M., Sánchez, V. 2009. Systematic conservation assessment for the Mesoamerica, Choco, and tropical Andes biodiversity hotspots: a preliminary analysis. *Biodiversity and Conservation*, 18(7):1,793–1,828.

Scholze, M., Arnell, N., Knorr, W., Prentice, C. 2006. A climate-change risk analysis for world ecosystems. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 103(35):13,116–13,120.

Séppala, R. 2009. Adaptation of forests and people to climate change. Ed. AT, FI. International Union of Forest Research Organizations (IUFRO). Vol. 22. 224 p.

SNET (Servicio Nacional de Estudios Territoriales). s.f. Cómo afectan los huracanes en Centroamérica y El Salvador (en línea). El Salvador. Consultado el 8 oct. 2011. Disponible en: <http://www.snet.gob.sv/ver/seccion+educativa/meteorologia/huracanes/como+afectan/>.

Soulé, M., Orians, G. 2001. Conservation biology: research priorities for the next decade. US, Island Press. 293 p.

TNC (The Nature Conservancy). 2007. Climatewizard (en línea). Consultado el 6 de oct. 2011. Disponible en: <http://www.climatewizard.org/index.html>.

Turner, W., Bradley, B., Estes, D., Hole, D., Oppenheimer, M., Wilcove, D. 2010. Climate change: helping nature survive the human response. *Society for Conservation Biology*, 3(5):304–312.

Van Der Meer, P., Jorritsma, I., Kramer, K. 2002. Assessing climate change effects on long-term forest development: adjusting growth, phenology, and seed production in a gap model. *Forest, Ecology and Management*, 162(1):39–52.

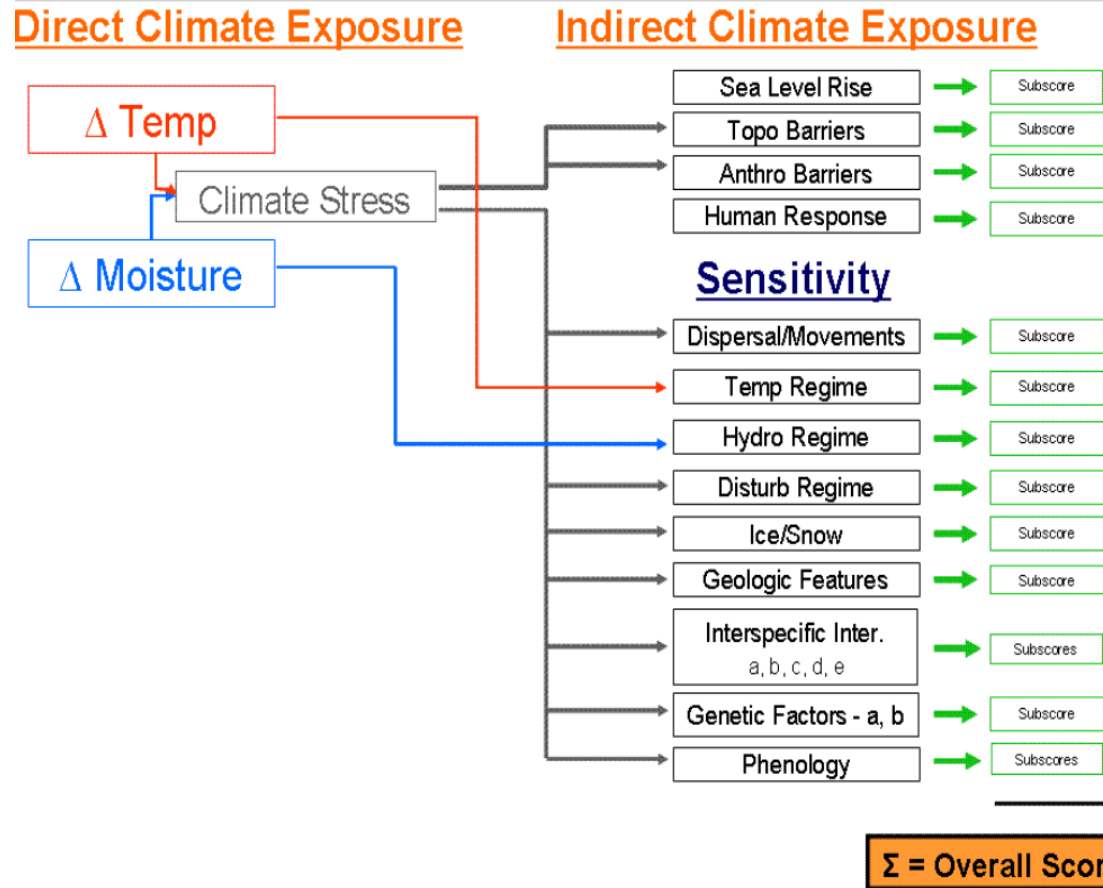
Villers, L., Trejo, I. 1998. Impacto del cambio climático en los bosques y áreas naturales protegidas de México. *MX, Interciencia*, 23(1):10–19.

Waring, H., Schlesinger, W. 1985. Forest ecosystems: concepts and management. US, Academic Press. 340 p.

Williams, R. 1985. Potential roles for bioenergy in an energy-efficient world. *Ambio*, 14 (4):201–220.

7. ANEXOS

Anexo 1. Componentes del Índice de Vulnerabilidad al Cambio Climático.



Fuente: NatureServe (2011).

Anexo 2. Desarrollo del Índice de Vulnerabilidad al Cambio Climático de NatureServe.

Section B: Indirect Exposure to Climate Change (Evaluate for specific geographical area under consideration)

Mark an "X" in all boxes that apply.

Effect on Vulnerability						
Greatly increase	Increase	Somewhat increase	Neutral	Somewhat decrease	Decrease	Unknown
			X			
		X				
	X					
		X				

Factors that influence vulnerability (* at least three required)

- 1) Exposure to sea level rise
- 2) Distribution relative to barriers
 - a) Natural barriers
 - b) Anthropogenic barriers
- 3) Predicted impact of land use changes resulting from human responses to climate change

The NatureServe Climate Change Vulnerability Index

Release 2.1 7 April 2011; Bruce Young, Elizabeth Byers, Kelly Gravuer, Kim Hall, Geoff Hammerson, Alan Redder
 With input from: Jay Cordeiro, Kristin Szabo
 Funding for Release 2.0 generously provided by the Duke Energy Corporation.



* = Required field

Geographic Area Assessed: Campus de Zamorano *

Assessor: Oliver Komar

Species Scientific Name: Quercus spp. *

English Name: Oak

Major Taxonomic Group: Vascular Plant *

Relation of Species' Range to Assessment Area: Entire range *

G-Rank: G4
S-Rank: G4

Check if species is an obligate of caves or groundwater aquatic systems: (Must be marked with an "X" for accurate scoring of these species.)

Assessment Notes (to document special methods and data sources)
 Metodología por IVI; transectos altitudinales, recopilación de información.

Section A: Exposure to Local Climate Change (Calculate for species' range within assessment area)

Temperature *

Severity	Scope (percent of range)
>5.5° F (3.1° C) warmer	
5.1-5.5° F (2.8-3.1° C) warmer	
4.5-5.0° F (2.5-2.7° C) warmer	
3.9-4.4° F (2.2-2.4° C) warmer	
< 3.9° F (2.2° C) warmer	100
Total:	100 (Must sum to 100)

Hamon AET:PET Moisture Metric *

Severity	Scope (percent of range)
< -0.119	
-0.097 - -0.119	
-0.074 - -0.096	
-0.051 - -0.073	
-0.028 - -0.050	100
> -0.028	
Total:	100 (Must sum to 100)

Section C: Sensitivity

Mark an "X" in all boxes that apply.

Effect on Vulnerability						
Greatly increase	Increase	Somewhat increase	Neutral	Somewhat decrease	Decrease	Unknown
		x				
		x				
	x					
				x		
			x			
	x					
			x			
				x		
			x			
	x					
			x			
			x			
		x				
						x
						x
			x			

1) Dispersal and movements

2) Predicted sensitivity to temperature and moisture changes

a) Predicted sensitivity to changes in temperature

i) historical thermal niche

ii) physiological thermal niche

b) Predicted sensitivity to changes in precipitation, hydrology, or moisture regime

i) historical hydrological niche

ii) physiological hydrological niche

c) Dependence on a specific disturbance regime likely to be impacted by climate change

d) Dependence on ice, ice-edge, or snow-cover habitats

3) Restriction to uncommon geological features or derivatives

4) Reliance on interspecific interactions

a) Dependence on other species to generate habitat

b) Dietary versatility (animals only)

c) Pollinator versatility (plants only)

d) Dependence on other species for propagule dispersal

e) Forms part of an interspecific interaction not covered by 4a-d

5) Genetic factors

a) Measured genetic variation

b) Occurrence of bottlenecks in recent evolutionary history (use only if 5a is "unknown")

6) Phenological response to changing seasonal temperature and precipitation dynamics

Section D: Documented or Modeled Response to Climate Change (Optional; May apply across the range of a species)

Mark an "X" in all boxes that apply.

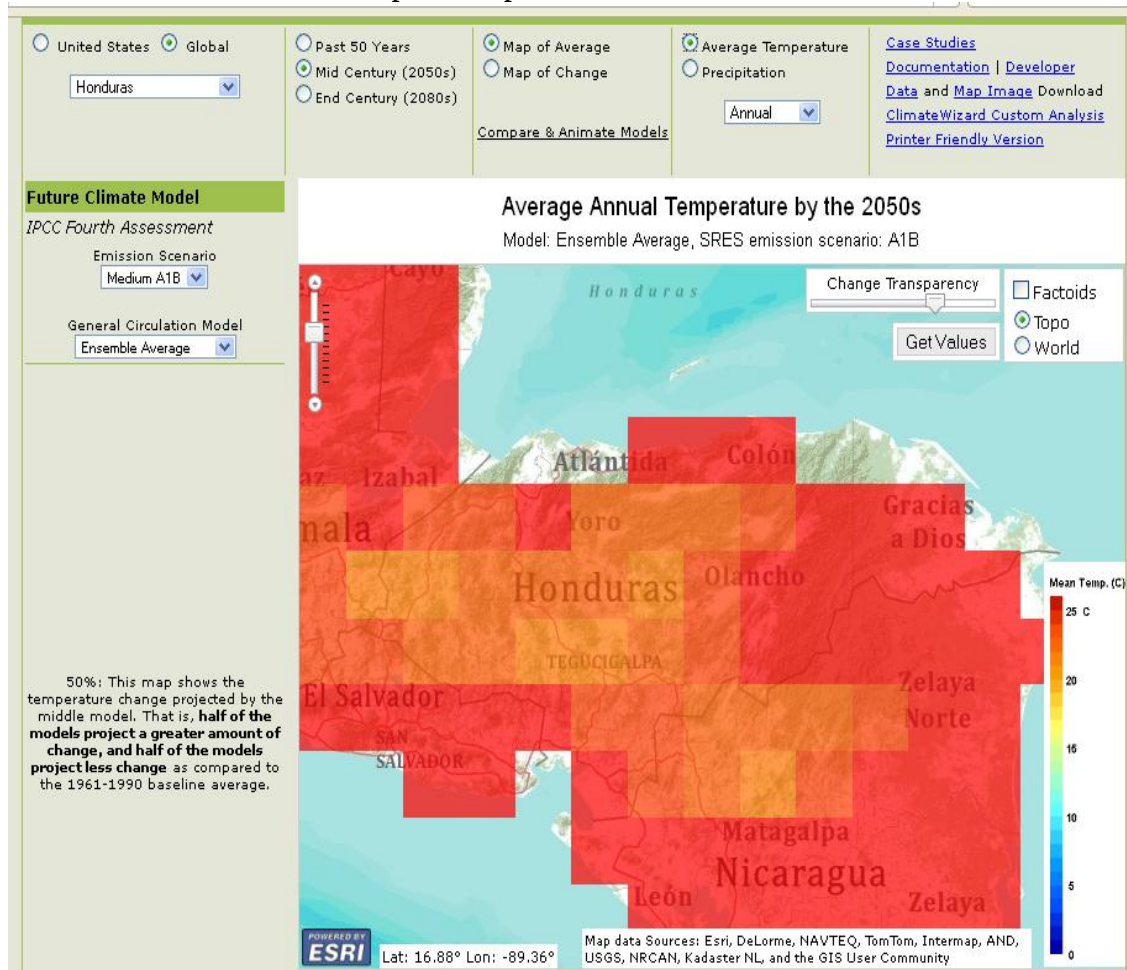
Effect on Vulnerability						
Greatly increase	Increase	Somewhat increase	Neutral	Somewhat decrease	Decrease	Unknown
		X				
		X				
						X
		X				

(Optional)

- 1) Documented response to recent climate change
- 2) Modeled future (2050) change in population or range size
- 3) Overlap of modeled future (2050) range with current range
- 4) Occurrence of protected areas in modeled future (2050) distribution

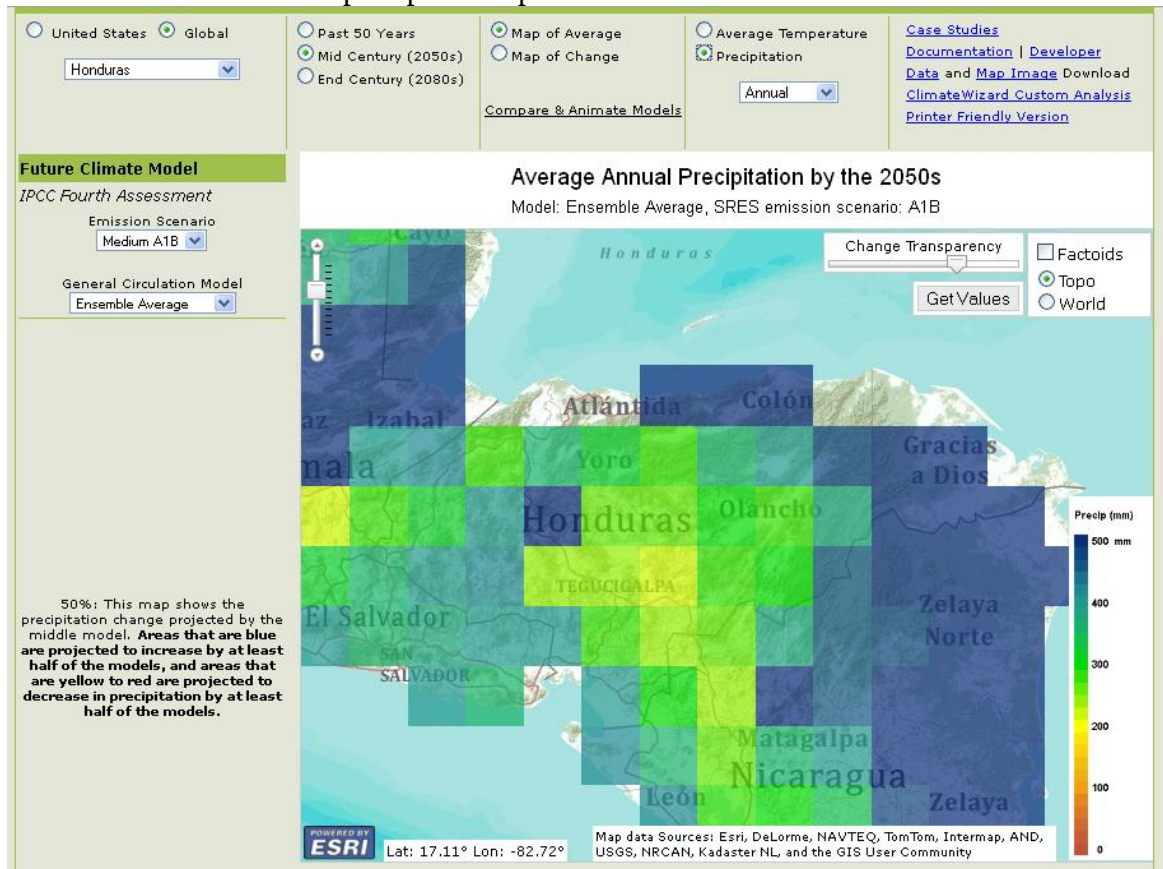
Fuente: Adaptado de NatureServe 2011.

Anexo 3. Pronóstico de la temperatura para Honduras.



Fuente: TNC 2007.

Anexo 4. Pronóstico de la precipitación para Honduras.



Fuente: TNC 2007.

Anexo 5. Encuesta realizada a 61 pobladores de Morocelí, Oropolí y San Antonio de Oriente.

1. ¿Conoce usted alguna especie de <i>Quercus</i> (roble-encino) que se encuentre en la región del Yeguaré?	Cantidad
Si	61
No	0
Talvez	0
Total	61

2. Si la respuesta es positiva ¿Sabe de algunos usos de roble-encino?	Cantidad
Si	61
No	0
Talvez	0
Total	61

3. Si la respuesta anterior es favorable. ¿Ha utilizado alguna vez alguna especie de <i>Quercus</i> ?	Cantidad
Si	61
No	0
Talvez	0
Total	61

4. Si la respuesta es afirmativa. ¿Para qué ha utilizado la/las especies de <i>Quercus</i> ?	Cantidad
Leña	25
Madera y leña	16
Medicina y leña	7
Otros (construcción, curtiembre y protección)	6
Leña, madera y medicina	7
Total	61

5. ¿Cree usted que los bosques o sitios donde se encuentra roble-encino están siendo dañados?	Cantidad
Si	28
No	28
Talvez	5
Total	61

Razón	Cantidad
Deforestación para leña	22
Falta conciencia ambiental	1
No se tala Quercus	4
Sólo uso de leña seca	12
Uso de otra leña	6
Sin respuesta	16
Total	61

6. ¿Quién/qué cree usted que afecta más a los bosques, donde se encuentra roble-encino, en la región del Yeguaré?	Cantidad
Ser humano	57
Ser humano y contaminación	3
Otro (plagas)	1
Total	61

7. ¿Cree usted que es importante conservar las especies de roble-encino en la región del Yeguaré?	Cantidad
Si	60
No	0
Talvez	1
Total	61

Razón	Cantidad
Conservar agua, clima, suelo y flora	43
Prevención de desastres	2
Sin respuesta	16
Total	61

8. ¿Cree usted que se puede hacer uso de los recursos de roble-encino sin causar daños irreparables a la naturaleza?	Cantidad
Si	59
No	2
Talvez	0
Total	61

9. ¿Cuáles usos considera usted, que se le puedan dar a los recursos de roble-encino?	Cantidad
Leña	13
Leña y madera	18
Leña y medicina	8
Leña, madera y medicina	21
Madera y medicina	1
Total	61