

**Evaluación del cambio de cobertura boscosa
en seis áreas protegidas de Honduras en el
periodo 1990-2010**

Ralf Batrivil Auguste

**Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano
Honduras**

Noviembre, 2015

ZAMORANO
CARRERA DE INGENIERÍA EN AMBIENTE Y DESARROLLO

Evaluación del cambio de cobertura boscosa en seis áreas protegidas de Honduras en el periodo 1990-2010

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

Presentado por

Ralf Batrivil Auguste

Zamorano, Honduras

Noviembre, 2015

Evaluación del cambio de cobertura boscosa en seis áreas protegidas de Honduras en el periodo 1990-2010

Presentado por:

Ralf Batravil Auguste

Aprobado:

Eric van den Berghe, Ph.D.
Asesor Principal

Laura Suazo, Ph.D.
Directora
Departamento de Ingeniería en
Ambiente y Desarrollo

Alexandra Manueles, M.Sc.
Asesora

Raúl Zelaya, Ph.D.
Decano Académico

Evaluación del cambio de cobertura boscosa en seis áreas protegidas de Honduras en el periodo 1990-2010.

Ralf Batrivil Auguste

Resumen. Las áreas protegidas son sistemas establecidos para preservar y manejar de forma sostenible los recursos naturales. Se consideran también como estrategias para disminuir con la pérdida de bosques o la tasa de deforestación. Se estudió el cambio de coberturas en tres Parques Nacionales y tres Reservas Biológicas durante el período 1990-2010. La evaluación multitemporal se realizó a base de imágenes Landsat correspondiendo a los años del estudio 1990, 2000 y 2010. Se evaluó el cambio de cobertura considerando dos clases: cobertura boscosa y cobertura no boscosa. Se utilizó la metodología de clasificación supervisada y no supervisada mediante el programa ArcGIS® 9.3. El cambio de cobertura se evaluó con herramientas inmersas en el programa. La mayoría de las seis áreas protegidas presentó una disminución en su cobertura boscosa

Palabras clave: Áreas protegidas, clasificación supervisada, landsat, tasa de deforestación, teledetección.

Abstract. Protected areas are established systems to preserve and sustainably manage natural resources. They are also considered as strategies to reduce the loss of forest or rate of deforestation. This study evaluated multitemporal forest cover change in different protected areas of Honduras. Just changing coverages studied at 3 national parks and biological reserves 3 during the period 1990-2010. The multitemporal evaluation was conducted based on Landsat images corresponding to the years of the study: 1990, 2000 y 2010. The change in coverage was valued considering two class: Forest cover and not forest cover. The supervised and unsupervised classification methodology was used by ArcGIS® 9.3 program. The change in coverage was assessed with tools embedded in the program. Most of the protected areas revealed a reduction in their forest cover.

Key words: Deforestation rate, Landsat, protected areas, remote sensing, supervised classification.

CONTENIDO

Portadilla	i
Página de firmas	ii
Resumen	iii
Contenido	iv
Índice de cuadros, figuras y anexos	v
1. INTRODUCCIÓN.....	1
2. MATERIALES Y MÉTODOS.....	3
3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	8
4. CONCLUSIONES.....	14
5. RECOMENDACIONES.....	15
6. LITERATURA CITADA	16
7. ANEXOS	19

ÍNDICE DE CUADROS, FIGURAS Y ANEXOS

Figuras	Página
1. Distribución y Ubicación de los Parques Nacionales y las Reservas Biológicas, Honduras, 2015.....	3
2. Flujograma del proceso de análisis y de clasificación de las imágenes Landsat 1990, 2000, 2010. Honduras, 2015.....	7
3. Cambio de cobertura en los años 1990, 2000 y 2010 del Parque Nacional Cerro Meámbar, Honduras.	8
4. Cambio de cobertura boscosa y cobertura no boscosa en los años 1990, 2000 y 2010 en el Parque Nacional Montaña Celaque, Honduras.	9
5. Cambio de cobertura boscosa y cobertura no boscosa en los años 1990, 2000 y 2010 en el Parque nacional Pico Bonito, Honduras.	10
6. Cambio de cobertura boscosa y cobertura no boscosa en los años 1990, 2000 y 2010 en la Reserva Biológica Yerba Buena, Honduras.	11
7. Cambio de cobertura boscosa y cobertura no boscosa en los años 1990, 2000 y 2010 en la Reserva Biológica El Pital, Honduras.....	12
8. Cambio de cobertura boscosa y cobertura no boscosa en los años 1990, 2000 y 2010 en la Reserva Biológica Misoco, Honduras.	13

Anexos	Página
1. Área total en hectáreas (ha) de los Parques Nacionales y Reservas Biológicas, Honduras, 2015.....	19
2. Los datos obtenidos en hectárea (ha) en los Parques Nacionales y Reservas Biológicas después del procesamiento de las imágenes en el programa ArcGIS, Honduras, 2015.....	19
3. Borde de imagen Landsat y ejemplo de área de interés, PANACAM, Honduras, 2015.	20
4. Cambio de la cobertura boscosa en los años 1990, 2000 y 2010 en el Parque Nacional Meámbar, Honduras.	21
5. Cambio de la cobertura boscosa en el Parque Nacional Montaña Celaque en los años 1990, 2000 y 2010. Honduras.....	22
6. Cambio de la cobertura boscosa en los años 1990, 2000 y 2010 en el Parque Nacional Pico Bonito, Honduras.....	23
7. Cambio de la cobertura boscosa en los años 1990, 2000 y 2010 en la Reserva Biológica Yerba Buena, Honduras.	24
8. Cambio de la cobertura boscosa en los años 1990, 2000 y 2010 en la Reserva Biológica El Pital, Honduras.	25

9. Cambio de la cobertura boscosa en los años 1990, 2000 y 2010 en la Reserva Biológica Misoco, Honduras..... 26

1. INTRODUCCIÓN

La deforestación es uno de los grandes cambios que se observa en el desarrollo de los países tropicales. La población y la economía, al ritmo del desarrollo, van creciendo siempre creando una fuerte y alta demanda de recursos e intensificaron del uso de la tierra (Geist, H.J. *et al* 2002). Los bosques, en este proceso, son transformados en fuente de ingresos. Una gran parte de estas áreas son transformadas en grandes extensiones de agricultura, empresas industriales o simplemente en asentamientos humanos. Provocando un fuerte impacto en la naturaleza, principalmente en los bosques (Defries *et al* 1999).

A principio de los años 90, Honduras, contaba con 9,862,900 ha que son tierras con vocación forestal, las cuales representaban el 88% del territorio nacional (Brown 1997). Un territorio teniendo tierras con vocación forestal en sus condiciones óptimas posee el potencial para proveer, servicios ecosistémicos a sectores vulnerables a cambio climático (Cabal 2010). Pero, para este periodo, la tasa de deforestación ya había alcanzado 80-100,000 ha/años (PAGS 1998). Para el periodo de 1991-2006, la tasa de deforestación está atribuida, sin tomar otro tipo de bosques, a 38,000 ha/año en bosque de pinos y 20,000 ha/año en bosques latifoliados, lo que representa una tasa anual de deforestación de 1.2% (Escobar 2006). En 2010, se estimó que la cobertura boscosa bajó a 6,598,289 ha, la cual representa el 59% del territorio nacional.

Actualmente, la cobertura de forestal posee una cobertura forestal de 5,398,137 ha, lo que representa el 48% del territorio de Honduras. Están repartidas de la siguiente manera ha de cobertura forestal, repartidas de la siguiente: 57.5% de bosque latifoliado, 36.3% de bosque conífera, 5.3% de bosque mixto y 1.0% de bosque de mangle (ICF 2013). La reducción del recurso boscoso se debe a la expansión de la frontera agrícola, de la extensión de la ganadería y el aprovechamiento de los bosques para el uso doméstico, artesanal e industrial de manera no sostenible (COHDEFOR 2001). Se considera también que la reducción del recurso boscoso como una consecuencia de la extracción de maderas (PAGS 1998).

Para reducir la pérdida de la cobertura boscosa, durante la Cumbre de la tierra, plantearon veintisiete principios que establecieron las bases para llegar al desarrollo sostenible. Estos veintisiete principios se resumen en marcos que fijan los derechos y obligaciones de cada individuo y de todo un grupo en el medio ambiente y con respecto al desarrollo (ONU 2000). Además definieron un conjunto de quince (15) principios para los recursos forestales. Estos rigen la política nacional e internacional para la protección, la administración y el uso sostenible de los recursos forestales mundiales (ONU 2000).

En Honduras, como solución al cuidado de la cobertura boscosa, La ley del Ambiente, crea en 1992, el Sistema Nacional de Áreas protegidas, con el objetivo de asegurar la protección

del medio ambiente. Con la creación de este sistema, Honduras logró contar con noventa áreas protegidas con una superficie total de 3.9 millones hectáreas. Esta superficie representa el 30% de todo el territorio nacional (ICF 2014).

Se aprobó La Política forestal de Áreas Protegidas y Vida Silvestre, en el año 2001 con una proyección hasta el año 2025, teniendo como objetivos facilitar el proceso de planificación y ejecución, administración, gestión y evaluación del sector forestal. Esta política se justifica considerando los antecedentes de degradación de los ecosistemas naturales antes y después del Huracán Mitch (SERNA y COHDEFOR 2001).

Considerando el historial adverso de la degradación de la cobertura boscosa, la alta tasa de deforestación general en Honduras se planteó las siguientes preguntas: ¿qué pasó con la cobertura boscosa de las áreas que están bajo protección y conservación? y ¿Cómo ha afectado este historial de deforestación en la cobertura boscosa de las áreas protegidas? ¿En qué parte de las zonas de las áreas protegidas se ha dado este cambio?

En base a estas preguntas, el objetivo principal del estudio se dirigió a evaluar el cambio en la cobertura boscosa en 6 áreas protegidas en Honduras en un periodo de 20 años, 1990-2010. Los objetivos específicos fueron:

- identificar los cambios de cobertura boscosa en 3 Parques Nacionales y 3 Reservas Biológicas.
- determinar la cantidad de la cobertura boscosa y no boscosa en los años 1990, 2000 y 2010 en las 6 áreas protegidas.

2. MATERIALES Y MÉTODOS

El estudio se realizó en seis áreas protegidas del territorio nacional de Honduras. Se estudió tres Parques Nacionales y tres Reservas Biológicas. Respectivamente son el Parque Nacional Azul Meámbar, el Parque Nacional Montaña Celaque, el Parque Nacional Pico Bonito. Las Reservas Biológicas son: Yerba Buena, Misoco y la reserva Biológica El Pital.

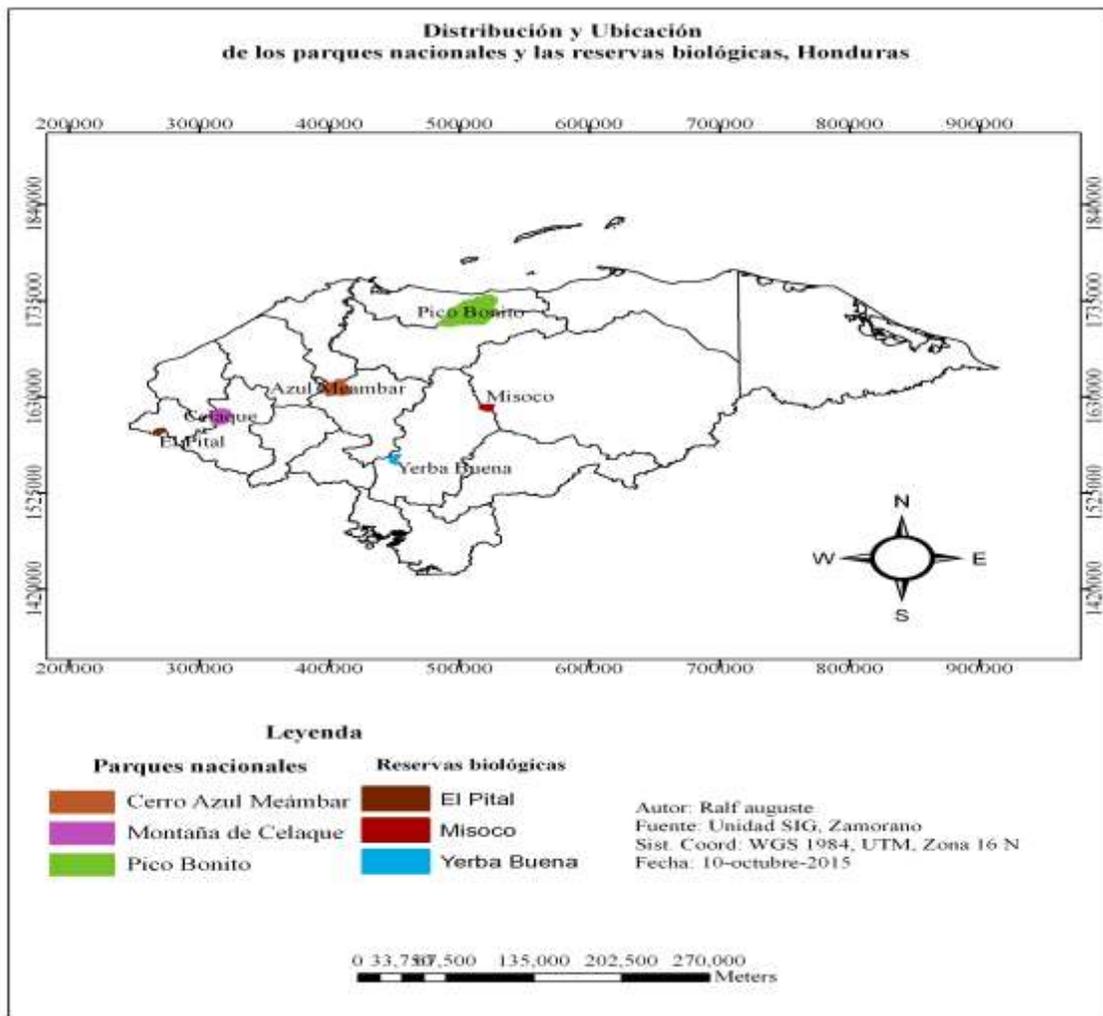


Figura 1. Distribución y Ubicación de los Parques Nacionales y las Reservas Biológicas, Honduras, 2015

Se seleccionaron estas áreas protegidas bajo estos criterios:

- Años de haber sido declarado
- Diferencia en el tipo de protección, de manejo y uso (Parques Nacionales, Reservas Biológicas)
- Historial de manejo considerado (1990-2010)
- Diferencia en las extensiones (Anexo 1).

Parque Nacional Azul Meámbar. El Parque Nacional Azul Meámbar se encuentra entre los municipios de Siguatepeque, Meámbar, y Taulabé del departamento de Comayagua y Santa Cruz del departamento de Cortés. Tiene un área total de 31,269.27 ha. Su cobertura es compuesta generalmente de bosque nublado que proporciona agua a la represa General de Francisco Morazán. Los organismos responsables en la protección y conservación de los bosques son el Proyecto Aldea Global (PAG) en primer lugar e ICF en segundo lugar. (Portillo *et al.* 2013, ICF 2012).

Parque Nacional Pico Bonito. El Parque Nacional Pico Bonito posee una extensión de 107,107.45 ha, de las cuales 53,083.14 ha son la extensión de la zona núcleo y 53,024.31 ha de la zona de amortiguamiento. Está ubicado entre los municipios de la Ceiba. El Porvenir, San Francisco y La Masica en el departamento de Atlántida; Olanchito en el departamento de Yoro. El Bosque nublado es el dominante en esta extensión con cascadas de 25 m de altura y una cobertura vegetal en la zona núcleo casi virgen debido a las fuertes pendientes que no motivan a la población. Los organismos responsables en la protección y conservación de los bosques son la Fundación Pico Bonito (FUNAPIB) en primer lugar e ICF en segundo lugar (CEDTURH 2008).

Parque Nacional Montaña de Celaque. El parque Nacional Montaña de Celaque tiene un área total de 26,267.18 ha. Está ubicada entre los municipios de Gracias, Las Flores, y San Manuel Colohete en el departamento de Lempira; Belén Gualcho en el departamento de Ocotepeque; San Pedro de Copán y Corquín en el departamento de Copán (ICF 2012).

Reserva Biológica Yerba Buena. La Reserva Biológica Yerba Buena posee un área total de 3,522.38 ha. Está localizado entre los municipios del Distrito Central y Lepaterique en el departamento de Francisco Morazán. Posee un bosque nublado con alta productividad de agua. Las instituciones ICF y PBAAID tienen mayor presencia en la reserva (ICF, 2011)

Reserva Biológica El Pital. La Reserva Biológica El Pital se extiende en un área total de 2,677.35 ha. Está ubicado entre los municipios de Ocotepeque, La Labor, San Marcos Y San Francisco del Valle en el departamento de Ocotepeque. Está dominado por el bosque nublado. ICF la maneja (ICF 2011).

Reserva Biológica Misoco. La Reserva Biológica Misoco tiene un área total de 4,572.34 ha. Está ubicado entre el municipio de Guaymaca en el departamento de Francisco Morazán y los municipios de Guayape y Concondia en el departamento de Olanchito. Su bosque nublado está dotado con un centro de información. Las instituciones que tienen presencia en la reserva son ICF y PPPR (Proyectos Productivos y Productividad Rural) (ICF, 2009).

Se utilizó una metodología basada en el análisis de imágenes registradas por satélites que están orbitando alrededor de la tierra (Brown *et al*, 2000, Nagendra *et al*, 2004). Esta misma metodología fue considerada en otros estudios para analizar cambio en la cobertura boscosa, los cambios de usos en diferentes áreas (Martínez G, 2002, Stephen *et al* 2010, Rodríguez, 2012, Caparó y Castillo 2013).

Obtención de las imágenes. Se obtuvieron las imágenes satelitales Landsat TM et Landsat ETM de los años 1990, 2000 y 2010 (Anexo 3). Las escenas fueron tomadas en el intervalo de los meses: marzo-agosto, representando los meses con menos interferencia nublosa en Honduras. Las imágenes satelitales están compuestas de 7 o 8 bandas cuyas bandas tienen cada una diferentes longitudes de onda. El uso de una banda en una combinación puede tener efectos como la malinterpretación de la vegetación, razón por la cual se realizó una combinación adecuada de bandas.

Combinación de bandas. Se utilizó la combinación de la banda 5, la banda 4 y la banda 3 en el orden que se presentan. Esta combinación (5, 4, 3) es útil para estudios de cobertura, de manejo de cobertura forestal durante los años 1990-2010. Los suelos, en esta combinación, se ven morados, la vegetación en verde pálido y los bosques de coníferas en verde oscuro (Vega Guzmán 2008) (United States Geological Survey (USGS) National Aeronautics and Space Administration (NASA) 2014).

Para la clasificación de la cobertura boscosa y no boscosa en los años 1990, 2000 y 2010 en las áreas estudiadas, se realizó dos tipos de clasificación : i) una clasificación supervisada en las áreas que poseen una superficie mayor a 5,000 ha, ii) una clasificación no supervisada en las áreas que tienen una superficie menor a 5,000 ha (Figura 2).

Clasificación supervisada. En este tipo de clasificación, primero se identificaron y se definieron puntos de referencia. Estos puntos de referencia fueron considerados como muestras en todo el área considerada. Se creó un archivo de polígono conteniendo una columna especificando las dos clases del estudio. Con la herramienta *Create signatures*, se creó una firma espectral. Se utilizó la herramienta *Maximum Likelihood classification* para crear un ráster con las clases utilizando la imagen Landsat y base de datos contenidas en la firma espectral. El resultado fue un vector que se utilizó para la interpretación, la evaluación de la cobertura boscosa y la digitalización de los mapas. Este tipo de clasificación fue utilizada por Stephen *et al* (2012) para evaluar la deforestación y fragmentación en el estado Sarak de Malasia en los años 1990 y 2009.

Clasificación no supervisada. En la clasificación no supervisada, no se identificó tampoco se definió las ROI's como en la clasificación supervisada al inicio. Con la herramienta *Isocluster* del programa arcGIS, se dividió los diferentes pixeles de la imagen en clase. El resultado fue un ráster con las clases distribuidas aleatoriamente en el área del estudio. Se convirtió el ráster en un archivo de vector. Se detectó la cantidad de los errores que se generan siempre al convertir un ráster en un archivo de polígonos. Para eso, se hizo una limpieza con la herramienta *Eliminate* en el archivo de polígonos. Se generó un nuevo vector que fue considerado para la interpretación, la evaluación de la cobertura boscosa y la digitalización de los mapas.

Horning, N. (2004) indica que la clasificación supervisada y la no supervisada producen resultados confiables. La diferencia entre ambas clasificaciones solo se nota en el proceso de clasificación. En la clasificación supervisada, las clases de cobertura fueron atribuidas identificando los píxeles de los puntos de referencia. Mientras que, en la no supervisada, las clases fueron atribuidas aleatoriamente por el programa.

Interpretación y digitalización de imágenes. Al final, las áreas de coberturas correspondientes a los años del estudio 1990, 2000 y 2010. Se detectó los cambios que se han dado en la cobertura boscosa de las 6 áreas protegidas. Después de interpretar las clasificaciones de las imágenes, se realizó otros procesos de generalización de mapas mediante herramientas insertadas en el programa ArcGIS 9.3. Se digitalizó la cobertura boscosa y la cobertura no boscosa en las 6 áreas protegidas (Anexo 4, Anexo 5, Anexo 6, Anexo 7, Anexo 8, Anexo 9).

Generación de datos y validación. Para los años 1990, 2000, 2010, se registraron en hectárea la superficie de cobertura boscosa de cobertura boscosa y la cobertura no boscosa en las diferentes áreas protegidas. (Anexo 2). Se identificaron las zonas donde se dieron el cambio en la cobertura boscosa. Los datos obtenidos fueron resultados de la interpretación de las imágenes satelitales. No hubo visita de campo en las áreas protegidas, lo que limitó a hacer una validación de los resultados obtenidos de la interpretación de las imágenes satelitales.

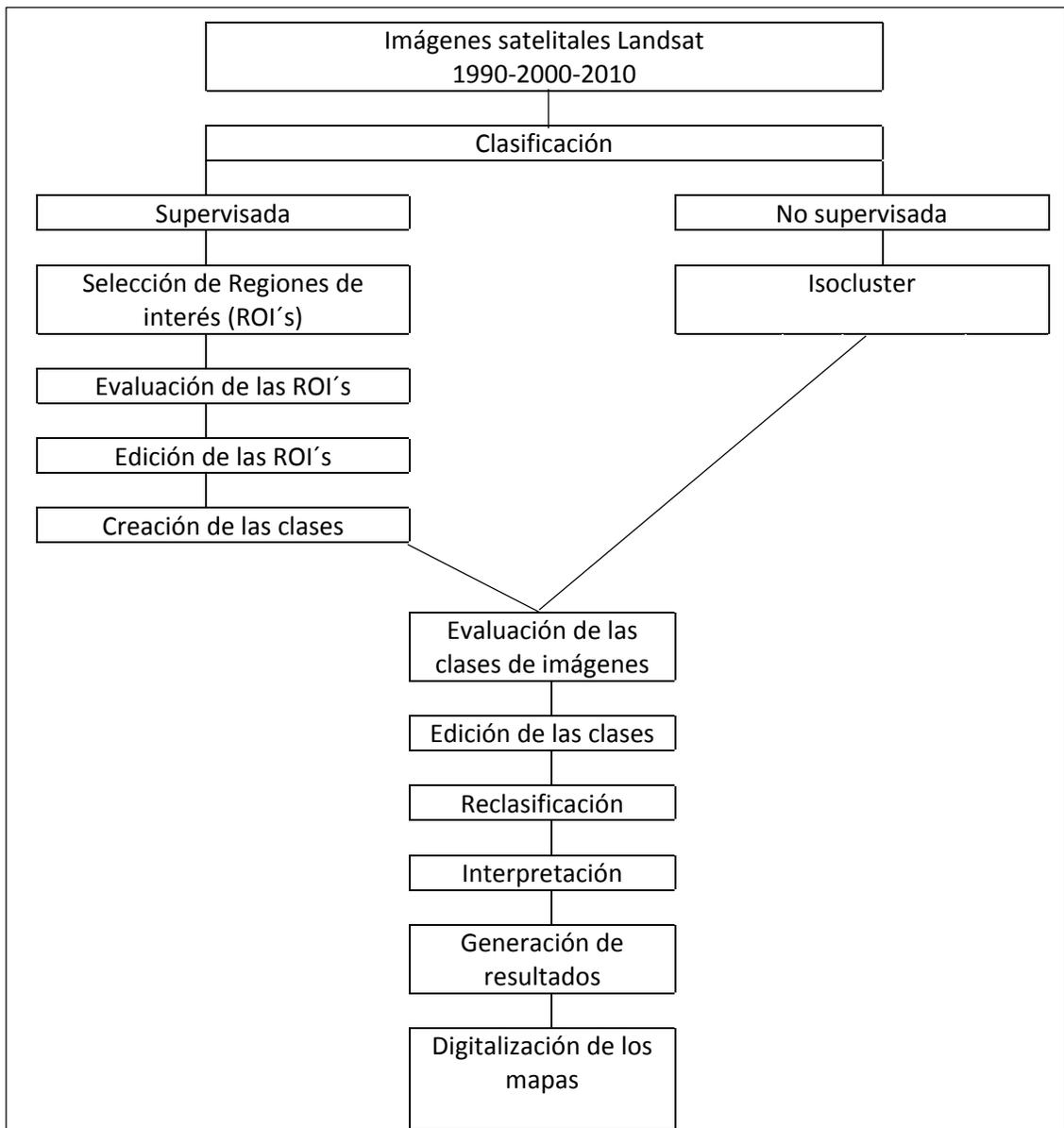


Figura 2. Flujograma del proceso de clasificación y generación a partir de las imágenes Landsat 1990, 2000, 2010. Honduras, 2015.

3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En el Parque Nacional Cerro Azul Meámbar, la cobertura boscosa disminuyó en el año 2000. Pero en el año 2010, la cobertura boscosa fue de 20429.71 ha, lo que reflejó que en este año hubo una recuperación considerable aun mayor a la cobertura boscosa de 1990 que fue de 19,967 ha. Para el periodo 1990-2000, hubo una disminución en la cobertura boscosa. Mientras que en el periodo 2000-2010, hubo una recuperación. Cambió de 19,942.54 ha en el año 2000 a 20,429.71 ha en el año 2010 (Figura 3).

Se observó que, en los mapas realizados (Anexo4), el cambio de cobertura se dio mayormente en los bordes del parque en el año 1990. En el año 2000, la parte central sufrió una leve fragmentación en su cobertura boscosa. Pero en el año 2010, mientras que se estuvo recuperando la cobertura boscosa en la parte central, se observó que siguió la presión de cobertura no boscosa en los bordes del parque. En conclusión, la zona de amortiguamiento fue la zona más afectada por el cambio de cobertura boscosa que se observó en este parque (Anexo 4).

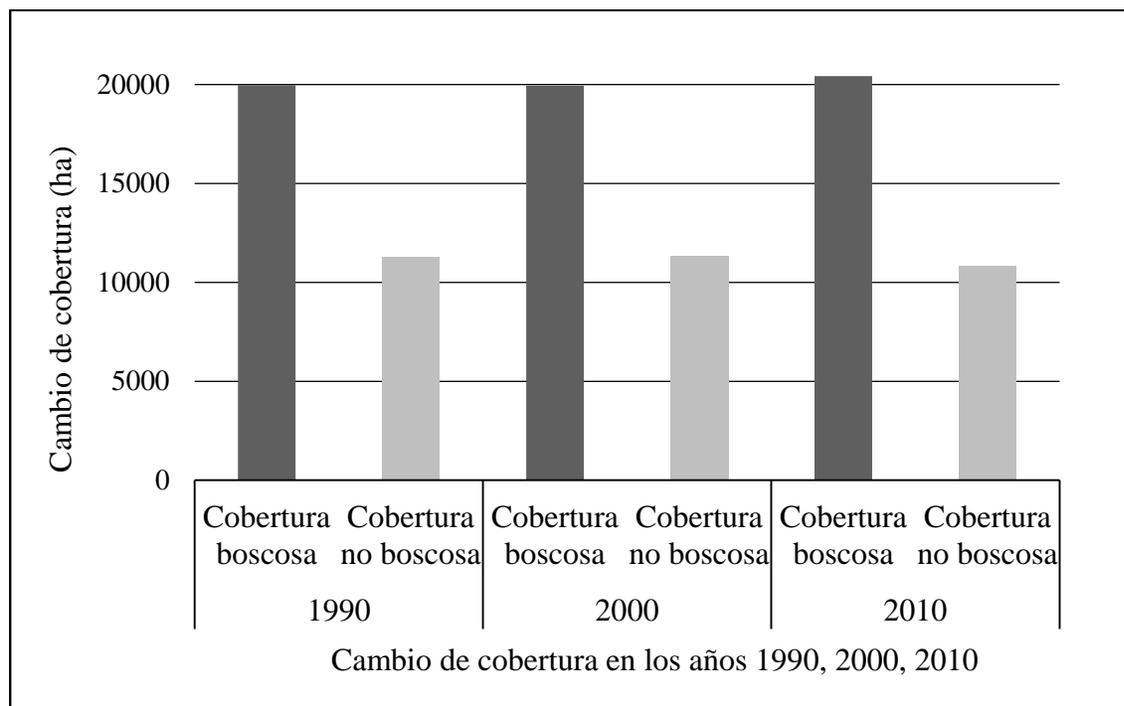


Figura 3. Cambio de cobertura en los años 1990, 2000 y 2010 del Parque Nacional Cerro Meámbar, Honduras.

En el Parque Nacional Montaña Celaque, se observó que para los años 1990, 2000, 2010, la cobertura boscosa se recuperó considerablemente. En el año 1990, la cobertura boscosa fue de 17,856.05 ha y en el año 2000 de 19,263.89 ha. Finalmente en el año 2010, la cobertura boscosa pasó a 20,835.61 ha. Esta tendencia de recuperación de la cobertura boscosa puede estar relacionado con programas de reforestación o regeneración natural de los bosques a lo largo de estos 20 años (Figura 4).

En el Parque Nacional Montaña Celaque, se observó que, en el año 1990, la cobertura no boscosa se extendió más en los bordes del Parque; y unas pequeñas fragmentación en la parte central del área. En el año 2000, hubo una recuperación en los bordes del parque, sin embargo la cobertura no boscosa avanzó de manera parcial en la parte central del parque. En el 2010, se recuperó prácticamente la cobertura boscosa en parte central y parcialmente en los bordes. El cambio de cobertura se notó en los bordes del parque pero se notó también unos pequeños parches de cobertura no boscosa en la zona del núcleo (Anexo 5).

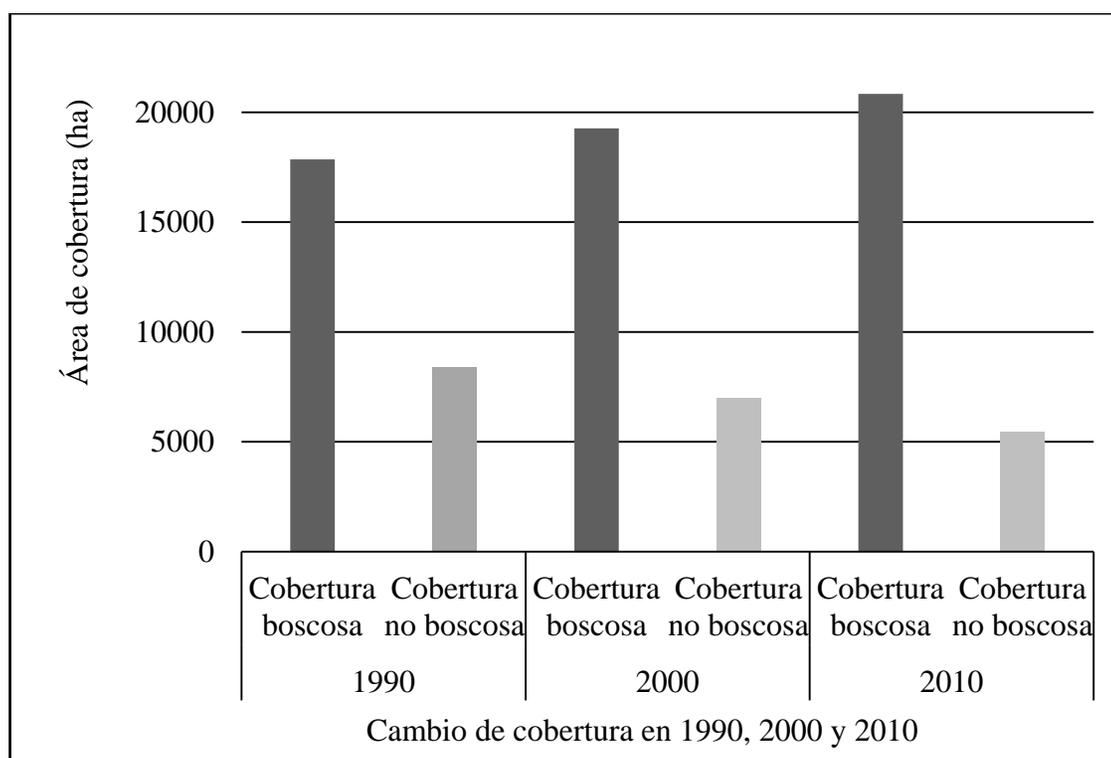


Figura 4. Cambio de cobertura boscosa y cobertura no boscosa en los años 1990, 2000 y 2010 en el Parque Nacional Montaña Celaque, Honduras.

En el Parque Nacional Pico Bonito, se notó una reducción de la cobertura boscosa en el año 2000. Pero en el año 2010, la cobertura boscosa se recuperó considerablemente. Pasó de 80,949.07 ha en el año 2000 a 83,800.23 ha en el año 2010. Sin embargo, durante el periodo de 1990-2010, el Parque Nacional Pico Bonito no volvió a tener la misma cobertura boscosa que tuvo en el año 1990 que fue de 89,120.36 ha (Figura 5).

En el Parque Nacional Pico Bonito, se observó que en el año 1990, la presión se estuvo dando en los bordes del Parque. En el año 2000, la cobertura no boscosa avanzó con unos pequeños parches en la parte central del parque. Pero en el año 2010, se redujo el avance de la cobertura no boscosa en la parte central del parque. De manera general para el período de 1990-2010, la zona más afectada en el parque nacional Pico Bonito fue, prácticamente, el borde del parque, dicha zona de amortiguamiento (Anexo 6).

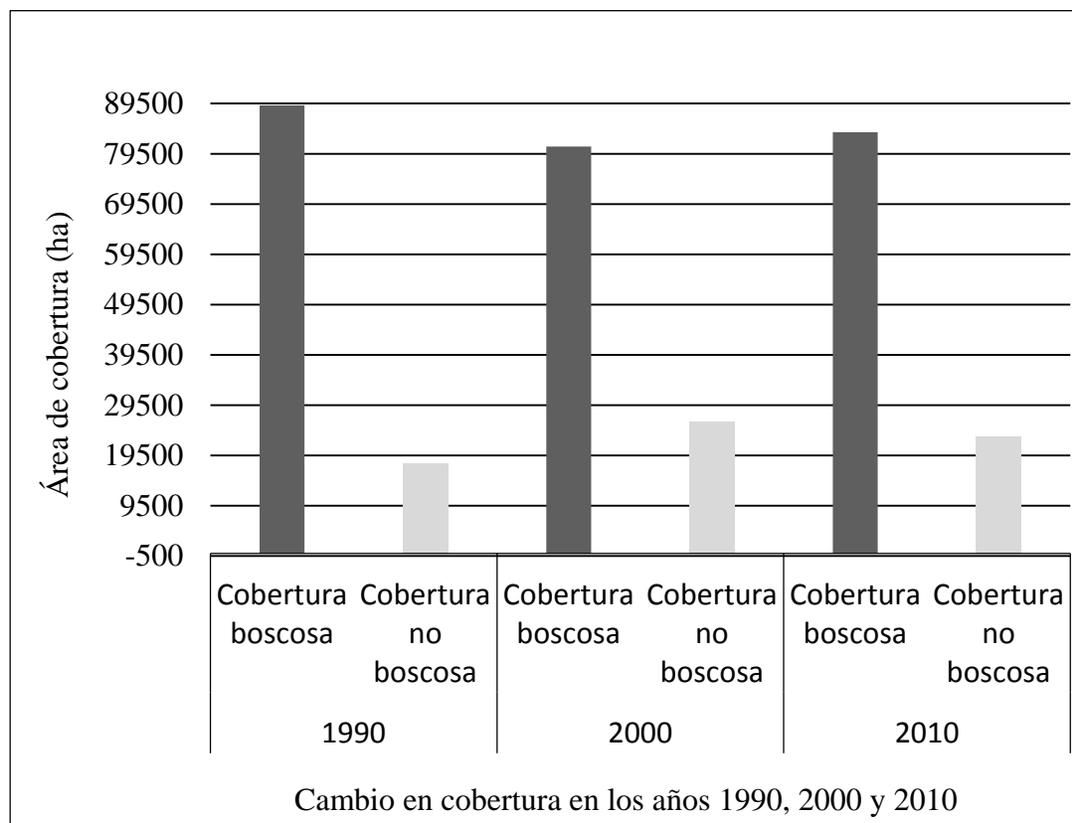


Figura 5. Cambio de cobertura boscosa y cobertura no boscosa en los años 1990, 2000 y 2010 en el Parque nacional Pico Bonito, Honduras.

En la Reserva Biológica Yerba Buena, se observó prácticamente un decremento en la cobertura boscosa durante el período del estudio 1990-2010. En el año 1990, la cobertura boscosa fue de 2,991.55 ha. En el año 2000, la cobertura boscosa disminuyó a 2,919.29 ha, Y se observó que la misma tendencia de pérdida de cobertura boscosa siguió hasta el año 2010 donde la cobertura bajó a 2,511.67 ha (Figura 6).

En la Reserva Biológica Yerba Buena, el cambio de cobertura no siguió un patrón bien definido, debido que el cambio de cobertura boscosa se notó en todo el área de la reserva. La zona dicha de amortiguamiento al igual que la parte central de la reserva presentó fragmentos de cobertura no boscosa. En el año 2010, se evidenció mucho más la cobertura no boscosa en el borde de la reserva. La cobertura aumentó prácticamente mucho más que en cualquier zona de la reserva. Por ende, se pudo decir que el borde de la reserva Biológica

Yerba Buena estuvo durante el año 2010 bajo muchas presiones de cambio de cobertura boscosa (Anexo 7). Se relacionó a avances de las actividades agrícolas o de asentamientos humanos en las áreas cercanas de la Reserva Biológica.

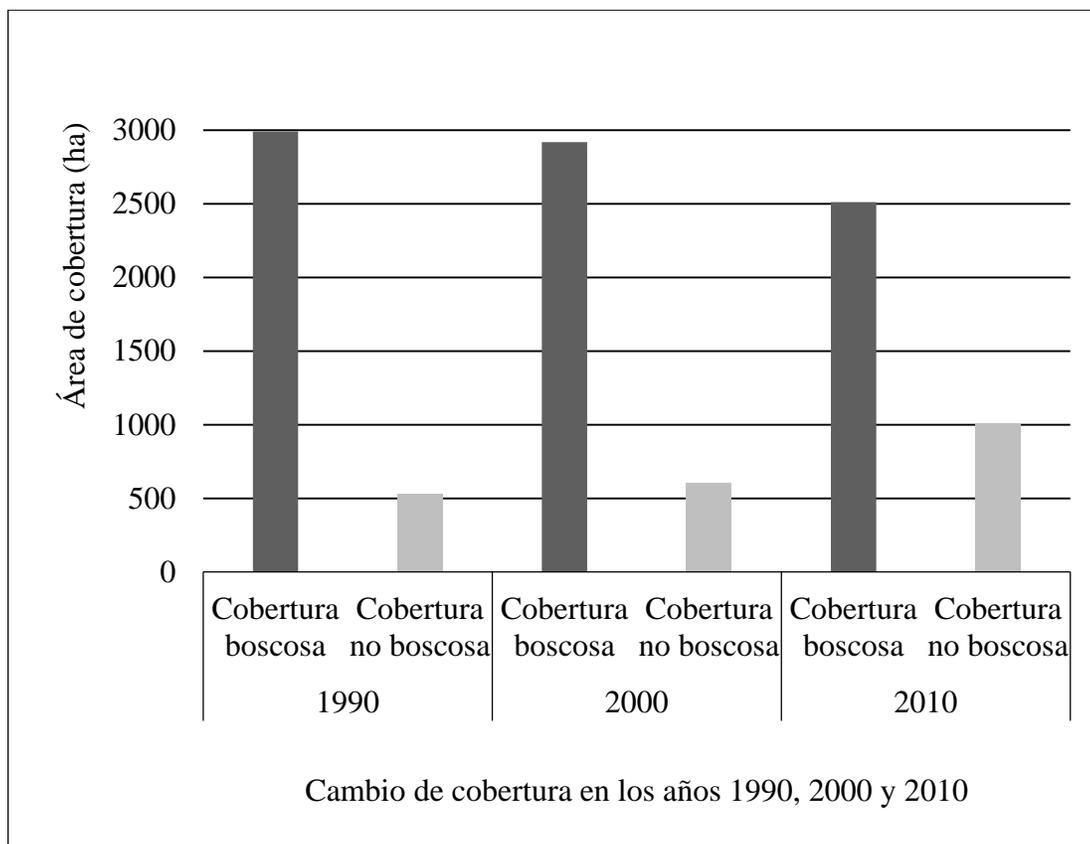


Figura 6. Cambio de cobertura boscosa y cobertura no boscosa en los años 1990, 2000 y 2010 en la Reserva Biológica Yerba Buena, Honduras.

En la Reserva Biológica El Pital, se observó que para el periodo 1990-2000, la cobertura boscosa presentó una disminución mínima en su cobertura boscosa. Pasó de 2,092.21 ha en el año 1990 a 2,073.29 ha en el año 2000. Sin embargo para el periodo 2000-2010, la cobertura boscosa se redujo considerablemente en el año 2010. En el año 2010, la cobertura boscosa bajó a 604.06 ha. En este mismo año, se registró la mayor cobertura no boscosa de 691.02 ha para esta reserva (Figura 7).

Según los mapas obtenidos del proceso de digitalización del cambio de cobertura boscosa, se observó que la Reserva Biológica El Pital presentó fragmentaciones de cobertura no boscosa en toda su extensión. En el año 1990, la cobertura boscosa se centró más en un solo lado de la reserva. En el año 2000, la cobertura no boscosa avanzó en la parte baja de la reserva. En el año 2010, en toda la reserva, se observó parches de cobertura no boscosa pero aún más en los bordes de la reserva.

Durante el periodo del estudio, se observó como la cobertura boscosa avanzó en la parte baja de la reserva, provocando un cambio de cobertura mayor en los bordes de la reserva. Por ende, los bordes presentaron más cobertura no boscosa en el todo el periodo 1990-2010 (Anexo8).

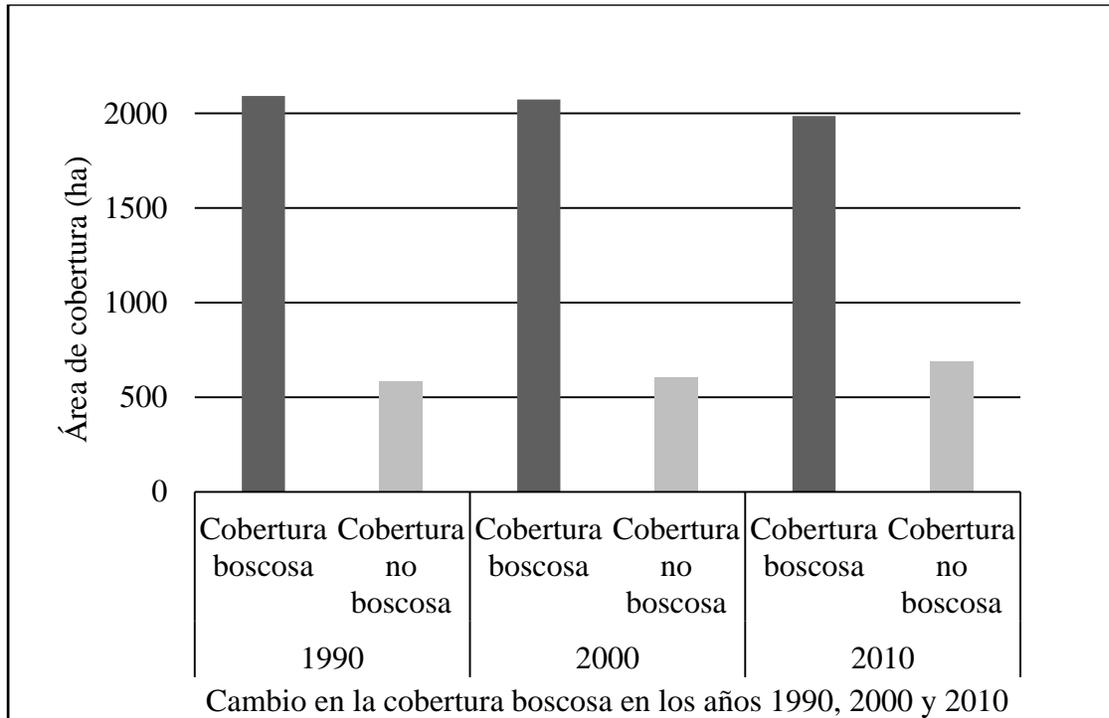


Figura 7. Cambio de cobertura boscosa y cobertura no boscosa en los años 1990, 2000 y 2010 en la Reserva Biológica El Pital, Honduras.

En la Reserva Biológica Misoco, se observó que la cobertura boscosa en el periodo 1990-2000, la cobertura boscosa disminuyó prácticamente. En el año 1990 fue de 3,834.15 ha; en el año 2000, bajó a 3,583.62 ha. Pero en el periodo 2000-2010, la cobertura boscosa se recuperó parcialmente. En el año 2010, la cobertura boscosa aumentó a 3,676.28 ha (Figura 8). Sin embargo para el período total del estudio 1990-2010, la cobertura boscosa no volvió a recuperar su estado del año 1990 (Figura 8).

En los mapas, se observó que en el año 1990, los parches de cobertura boscosa se distribuyeron en una zona específica de la reserva biológica Misoco, aunque se notó unos pequeños fragmentos de cobertura no boscosa en el área. En el año 2000, se presentaron unos fragmentos en zonas donde no hubo alteración en la cobertura boscosa. En este mismo, la cobertura boscosa se expandió considerablemente en (Anexo 9).

Se observaron estos fragmentos de cobertura no boscosa en otro borde de la delimitación de la reserva. En el año 2010, se logró recuperar parcialmente un área donde cobertura no boscosa. Sin embargo, la Reserva Biológica, en el período 1990-2010, presentó una pérdida de su cobertura boscosa ya que no volvió a poseer la extensión de cobertura boscosa del

año 2010. Mayormente el cambio de cobertura boscosa se dio en los bordes de la reserva. Se notó que a través de los años, la cobertura no boscosa se dirigió hacia al centro de la reserva (Anexo 9).

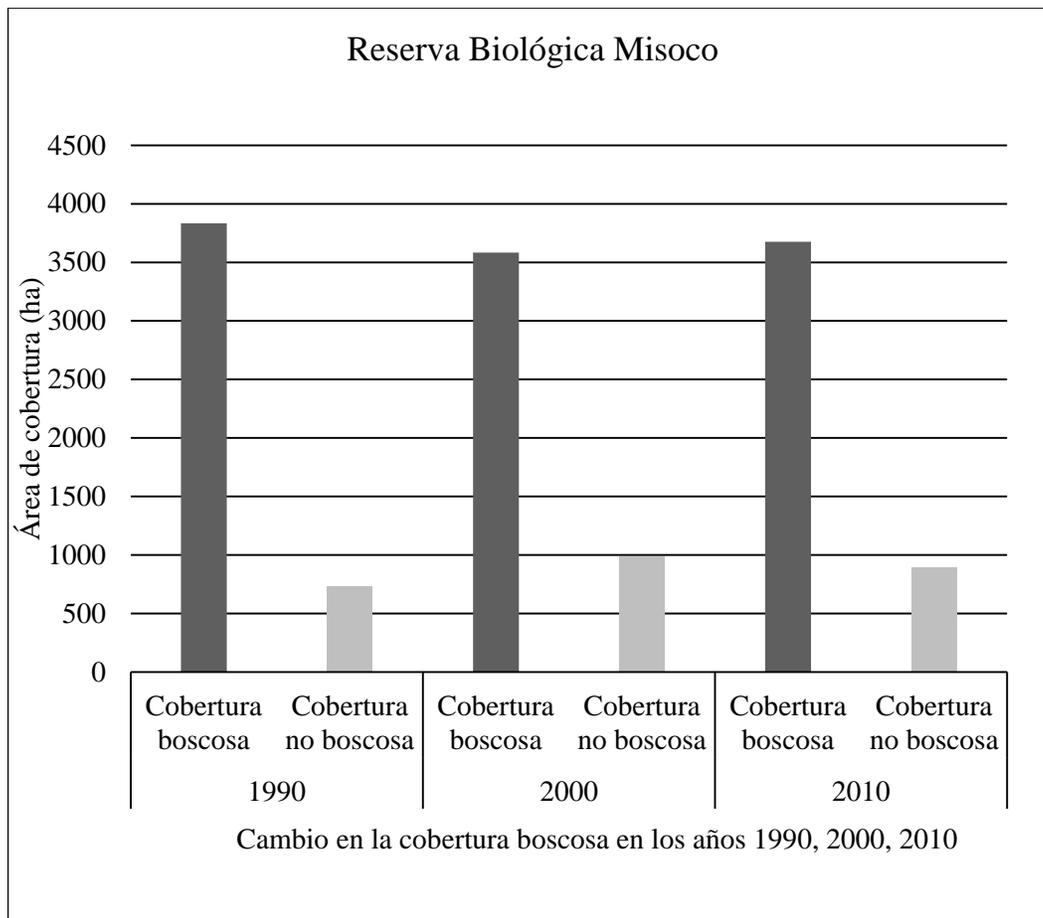


Figura 8. Cambio de cobertura boscosa y cobertura no boscosa en los años 1990, 2000 y 2010 en la Reserva Biológica Misoco, Honduras.

4. CONCLUSIONES

- Cuatro de las seis áreas protegidas, presentan en general un decremento en la cobertura boscosa durante el periodo 1990-2010. El parque nacional Pico Bonito, la reserva biológica Yerba Buena, la reserva El Pital y la reserva biológica Misoco presentan cambio significativo en su cobertura boscosa.
- El Parque Nacional Meámbar y el Parque Nacional Celaque presentan recuperación de su cobertura boscosa durante el periodo del estudio 1990-2010. Esto puede estar relacionado con programas de reforestación y esfuerzos en la protección y conservación de los recursos boscosos.
- En las áreas protegidas, el cambio de cobertura se da mayormente en los bordes de estas áreas, en dichas zonas de amortiguamiento. Lo que se relaciona principalmente con la presión y las actividades de las comunidades cercanas a las áreas protegidas.
- Los sistemas de protección en las áreas protegidas no han sido totalmente efectivos considerando el historial decreciente del cambio en la cobertura boscosa durante el tiempo del estudio 1990-2010.
- Es posible que las zonas donde se aprecian recuperación de cobertura boscosa, puedan ser zonas donde hay sistemas agroforestales con café debido que en la clasificación del cambio de cobertura boscosa, hubo dificultad en diferencias entre cobertura de bosques y cultivos de café-
- Los datos utilizados para la evaluación de la cobertura boscosa son los resultados de la interpretación de las imágenes satelitales. La validación en campo de los resultados obtenidos no se dio por factores limitantes como el tiempo del estudio y pocos fondos.

5. RECOMENDACIONES

- Realizar otros estudios multitemporales en las áreas protegidas con una metodología que incluye los factores sociales, económicos, demográficos y políticos que tienen principalmente grandes influencias en las áreas protegidas.
- Educar a la población sobre la importancia de la protección de las áreas protegidas e incluir a la población en la gestión de estos recursos.
- Aplicar con rigor el sistema de protección en las áreas protegidas para así mantener la cobertura boscosa a través del tiempo.
- Cumplir con los objetivos de los planes de manejo de las áreas protegidas, al mismo tiempo aumentar los esfuerzos de protección en las zonas de amortiguamiento, siendo las zonas más afectadas.
- Mejorar el sistema de protección y de conservación y crear programas de reforestación conjunto a regeneración natural de especies nativas en las áreas protegidas.
- La clasificación de las imágenes satelitales en cobertura boscosa y cobertura no boscosa provee información para servir de línea base para estudios futuros con la validación en campo de los resultados obtenidos en la interpretación de las imágenes satelitales.

6. LITERATURA CITADA

- Brown, R. 1997. Conservación y manejo sustentable de los bosques latifoliados en la costa norte de Honduras. Tegucigalpa, Honduras.
- Brown, D.G., Pijanowski, B.C., Duth, J.D.2000. Modelling the relationships between land use and land cover on private lands in the Upper Midwest, United States of America (USA). *Journal of Environmental Management*. 59(4):1-17.
- Cabal, S.A. 2010. Bosques, deforestación y monitoreo de carbono: Una valoración del potencial de REDD+ en Mesoamérica CABAL, S.A. ed., PRISMA. 89p.
- Caparó, A., Castillo, O. 2013. Análisis multitemporal del cambio de cobertura y uso de la tierra en la MAPANCE, Honduras en el período 2000-2010. Tesis Ingenieros en Ambiente y Desarrollo. El Zamorano, Honduras, Escuela Agrícola Panamericana. 32 p.
- Carlos H, Escobar, S. 2006. Diagnóstico del sistema de verificación de la legalidad en el sector forestal de Honduras y del comercio transfronterizo de productos forestales con Nicaragua, Guatemala y El Salvador. Documento elaborado para CATIE (Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza.Tegucigalpa. 16p.
- CEDTURH (Centro de documentación Turística de Honduras). 2008. Áreas protegidas de Honduras (en línea). Consultado el 27 de octubre de 2015. Disponible en: <http://cedturh.-iht.hn/docs/Areas-Protegidas.pdf>
- COHDEFOR (Cooperación Hondureña de Desarrollo Forestal). 2001. El sector forestal de Honduras. Tegucigalpa, Honduras.
- Defries, R. S., Townshend, J. R. 1999. Global land cover characterization from satellite data: from research to operational implementation?. *Global Ecology and Biogeography* 8(5) :367-379.
- Estrada, J. S. 2006. Medio Ambiente, recursos y riesgos naturales: análisis mediante tecnología SIG y Teledetección: Análisis de imágenes Thematic Mapper para detectar la repuesta espectral de invernaderos (2):61-74.
- FEHCAFOR (Federación Hondureña de Cooperativas Agroforestales), REMBLAH (Red para el manejo del Bosque Latifoliado) y NICAAMBIENTAL. 2003. La producción forestal no controlada en Honduras y Nicaragua: los impactos sobre la gobernabilidad y

pobreza. Un diagnóstico con múltiples actores para la identificación de opciones políticas y acciones. Centro América: Apoyados por ODI, FAO, Global Witness, ACDI, DFID.

Geist, H.J., Lambin, E.F. 2002. Proximate causes and underlying driving forces of tropical deforestation. *BioScience* 52:143-150

Horning, N.2004. Land cover classification methods, Version 1. American Museum of Natural History CBC (Center for Biodiversity and Conservation). 21 p. Consultado 04 de noviembre de 2015. Disponible en: <http://biodiversityinformatics.amnh.org>.

ICF (Institución Nacional de Conservación Y Desarrollo de Forestal. 2012, Áreas Protegidas y Vida Silvestre). Plan de manejo del Parque Nacional Montaña de Celaque en el periodo 2012-2024. Departamento de Áreas Protegidas, Región Forestal de Occidente. 172p.

ICF (Institución Nacional de Conservación Y Desarrollo de Forestal, Áreas Protegidas y Vida Silvestre). 2013 . Anuario estadístico forestal. Comayagua, Honduras. Centro de Información y Patrimonio Forestal.

Lambin, E.F. 1994. Modelling deforestation processes: a review. *Tropical Ecosystem Environment Observations by Satellites. TREE Series B., Research Report: (1).*

Martínez, R. A. 2002. Análisis multitemporal de la cobertura vegetal de la Reserva Biológica de Yuscarán, El Paraíso, Honduras. Tesis Ing. en Desarrollo Socioeconómico y Ambiente. El Zamorano, Honduras, Escuela Agrícola Panamericana. 62 p.

Nagendra, H, Munroe, D.K., Southworth, J. 2004. From pattern to process: landscape fragmentation and the analysis of the land use/land cover change. *Agriculture, Ecosystems and Environment*. 101 (3): 111-115

ONU (Organización de las Naciones Unidas). 2000. Informe de la conferencia de las naciones unidas sobre el medio ambiente (en línea). Consultado 13 de junio de 2015. Disponible en: <http://www.un.org/documents/ga/conf151/spanish/aconf151261annex1s.htm>

PAGS (Proyecto de apoyo a la gestión sostenible de los recursos naturales de Honduras). 1998. Memoria Taller Técnico: La contribución de los bosques latifoliados al desarrollo sostenible de Honduras. Tegucigalpa, M.D.C. 281 p.

Portillo, H, Secaira, E. y Lara, K. 2013. Plan de Conservación del Parque Nacional Cerro Azul Méambar: Basado en el análisis de Amenazas, de Situación y del Impacto del Cambio Climático. ICF (Instituto de Conservación y de Desarrollo Forestal, Áreas Protegidas y Vida Silvestre) , PAG (Proyecto Aldea Global). y USAID ProParque. 52p.

Rodríguez, O. P. 2012. Análisis multitemporal de la cobertura vegetal del municipio del distrito central, años 1987 y 2006. Tesis Mag. Sci., Universidad Nacional Autónoma de Honduras. Tegucigalpa, Honduras.

SERNA (Secretaría de Recursos Naturales y del Ambiente) y COHDEFOR (Cooperación Hondureña de Desarrollo Forestal). 2001. Política forestal para Áreas Protegidas y Vida Silvestre. Tegucigalpa, Honduras . 27.p.

SERNA (Secretaría de Recursos Naturales y del Ambiente) y PRODESAMH (Proyecto de Desarrollo Ambiental de Honduras). 1997. Perfil ambiental de Honduras, años 1990-1997. Tegucigalpa, Honduras. 222 p.

Stephen, P.T, Goh, M.H., Khoo, L.M., Kamlisa, U.K., Phua, M.H. 2010. The use of multitemporal remote sensing for detecting spatial and temporal changes of forests in Sarawak. Proceedings of the Mrss 6th International Remote Sensing and GIS conferewnce and Exhibition Putra World Trade Centre. Kuala Lumpur, Malaysia. 9p

Stephen, P.T, Goh, M.H., Khoo, L.M., Kamlisa, U.K., Phua, M.H. 2012. Monitoring of deoforestation and fragmentation in Sarawak, Malaysia between 1990 and 2009 using Landsat and SPOT Images. Journal of Forest Science 28(3):152-157

UN (United Nations). 1992. Report of the united nations conference on environnement and development. Consultado 13 de Junio de 2015. Disponible en:
<http://www.un.org/documents/ga/conf151/aconf15126-3annex3.htm>

(United Satates Geological Survey (USGS) National Aeronautics and Space Administracion (NASA)). Vegtaction Analysis.(543) 1990-2010. Consultado 4 de noviembre 2015. Disponible en:
<https://www.arcgis.com/home/item.html?id=f19f1f733da24b63a9f46cdabbf0648c>

Vega G.A., López, G.J., Manzo, D.L.L. 2008. Análisis espectral y visual de vegetación y uso del suelo con imágenes Landsat ETM+ con apoyo de fotografías áreas digitales en el Corredor Biológico Chichinautzin, Morelo, México. Investigaciones geográficas (67):59-75.

7. ANEXOS

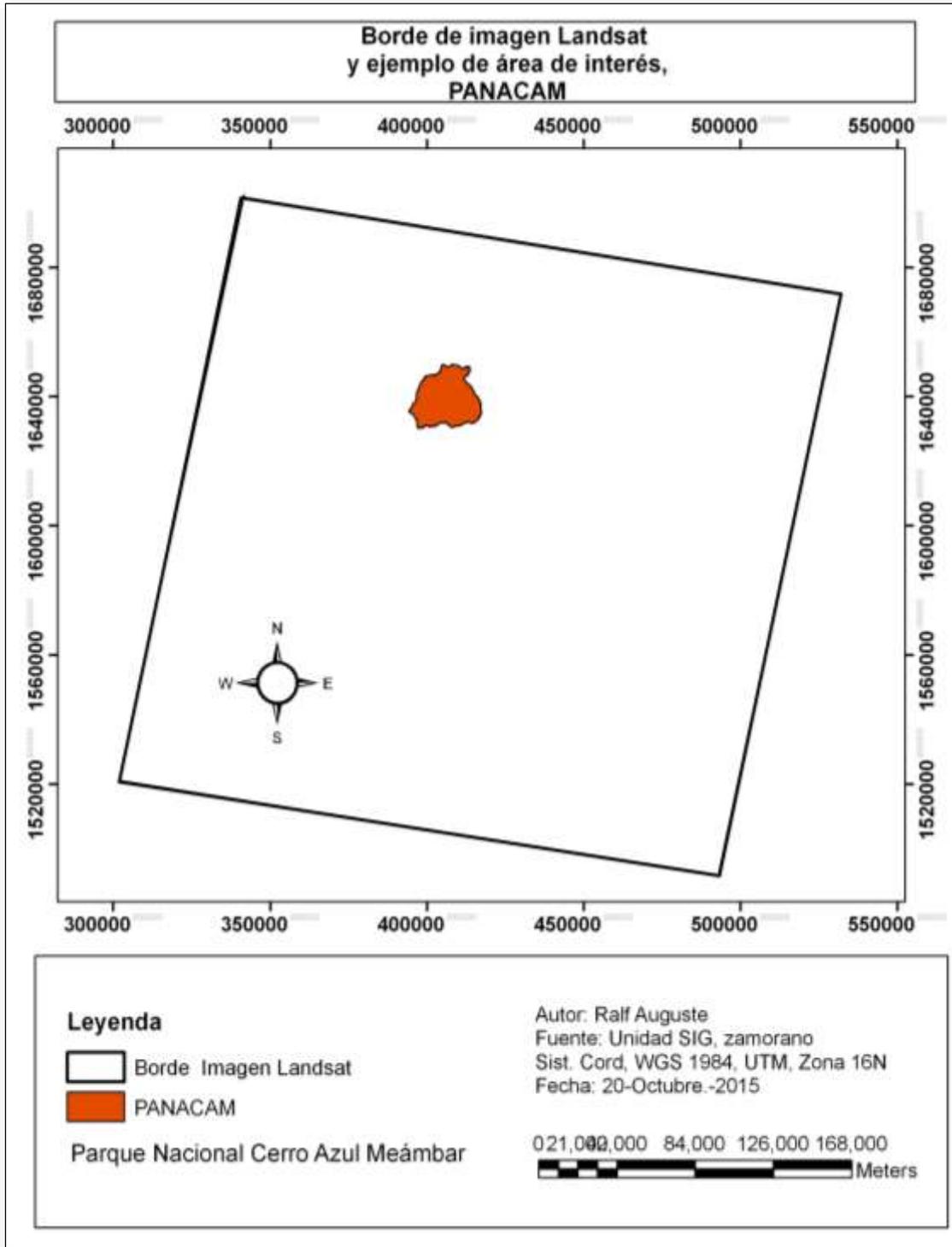
Anexo 1. Área total en hectáreas (ha) de los Parque Nacionales y Reservas Biológicas, Honduras, 2015.

Nombre	Área total (ha)
Parque Nacional Cerro Meámbar	31,269.27
Parque Nacional Pico Bonito	107,107.48
Parque Nacional Montaña Celaque	26,267.18
Reserva Biológica Yerba Buena	3,522.38
Reserva Biológica El Pital	2,677.35
Reserva Biológica Misoco	4,572.34

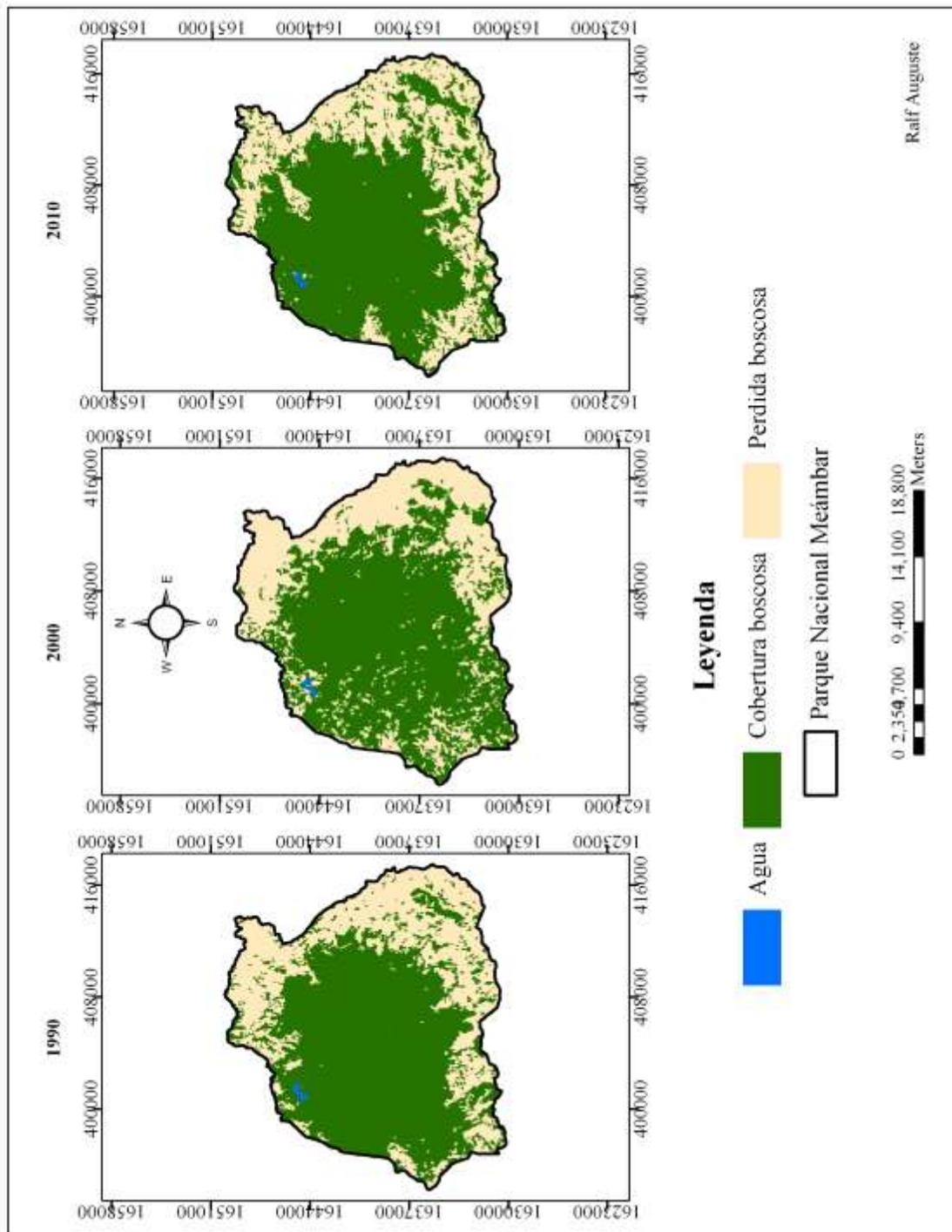
Anexo 2. Los datos obtenidos en hectárea (ha) en los Parques Nacionales y Reservas Biológicas después del procesamiento de las imágenes en el programa ArcGIS, Honduras, 2015

Nombre	Años					
	1990		2000		2010	
	CB	CNB	CB	CNB	CB	CNB
Parque CM	19967.54	11301.73	19942.25	11327.02	20429.71	10839.56
Parque PB	89120.36	17987.09	80949.07	26158.38	83800.23	23307.22
Parque Cel	17856.05	8411.13	19263.89	70003.29	20835.61	5431.57
Reserva YB	2991.55	530.83	2919.29	603.09	2511.67	1010.71
Reserva EP	2092.21	585.14	2073.29	604.06	1986.33	691.02
Reserva M	3834.15	738.19	3583.62	988.72	36676.28	896.06
Parque CM	Parque Nacional Cerro Meámbar			CB	Cobertura boscosa	
Parque PB	Parque Nacional Pico Bonito			CNB	Cobertura no boscosa	
Parque Cel	Parque Nacional Montaña Celaque					
Reserva YB	Reserva Biológica Yerba Buena					
Reserva EP	Reserva Biológica El Pital					
Reserva M	Reserva Biológica Misoco					

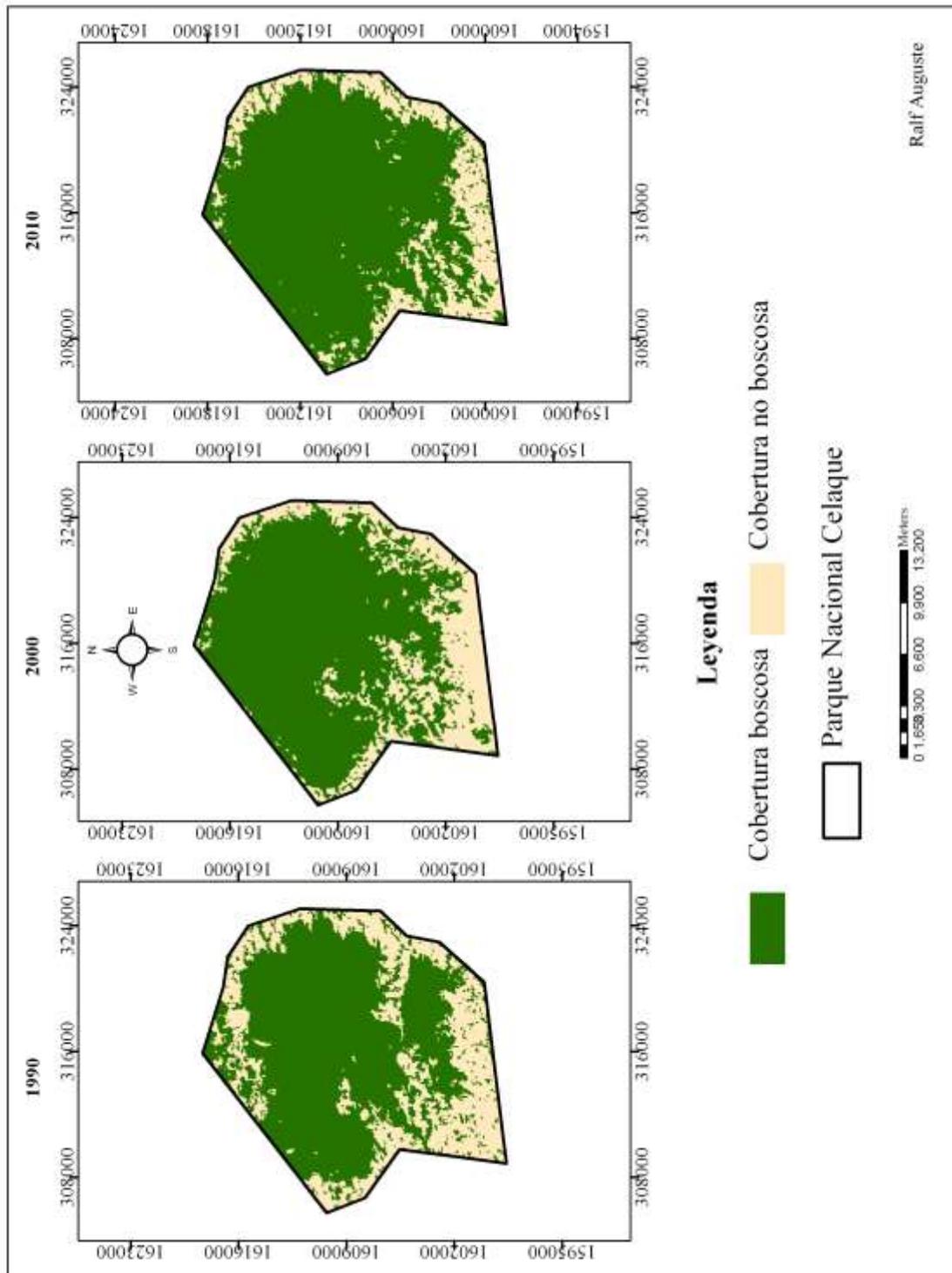
Anexo 3. Borde de imagen Landsat y ejemplo de área de interés, PANACAM, Honduras, 2015.



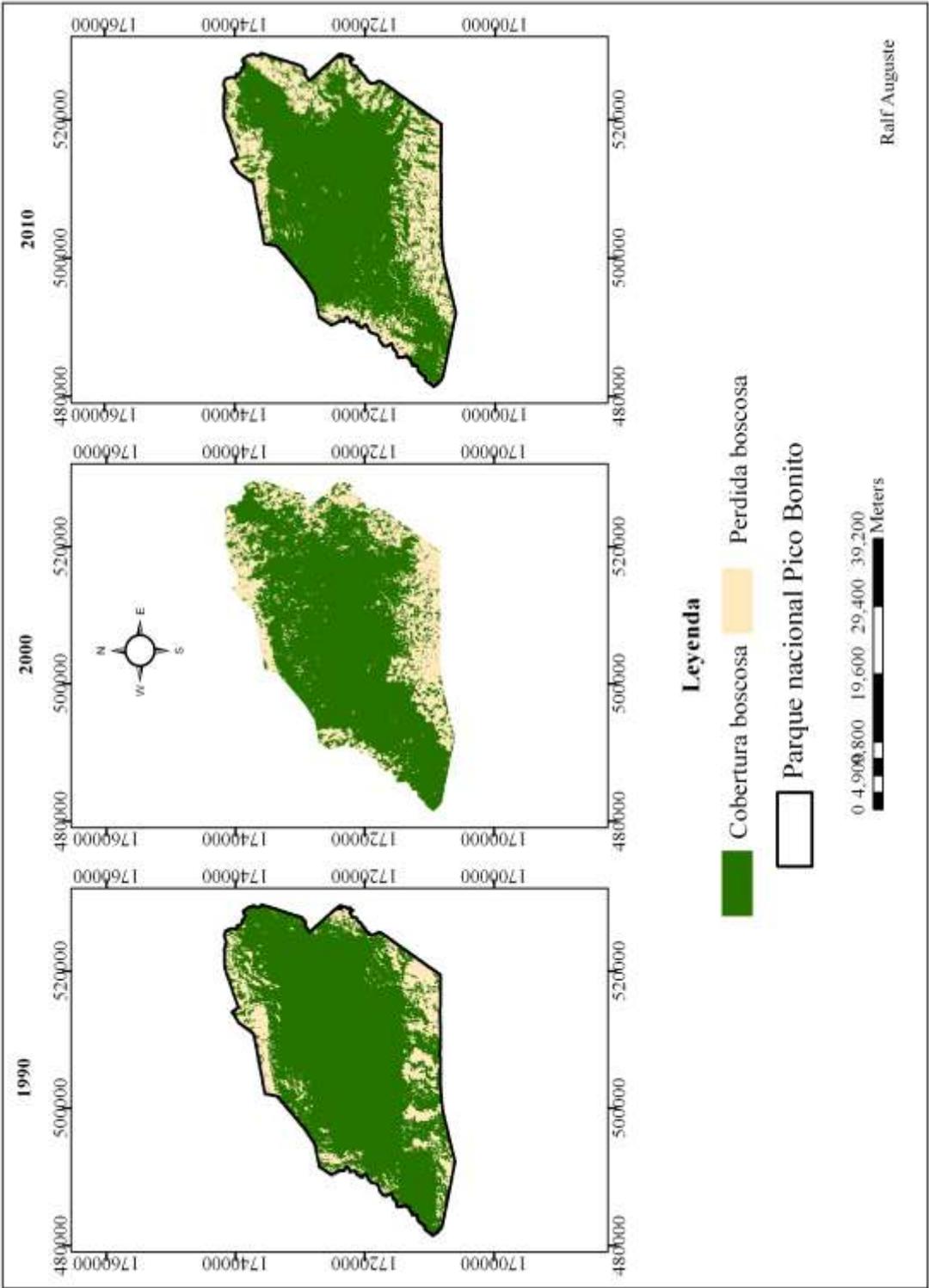
Anexo 4. Cambio de la cobertura boscosa en los años 1990, 2000 y 2010 en el Parque Nacional Meámbar, Honduras.



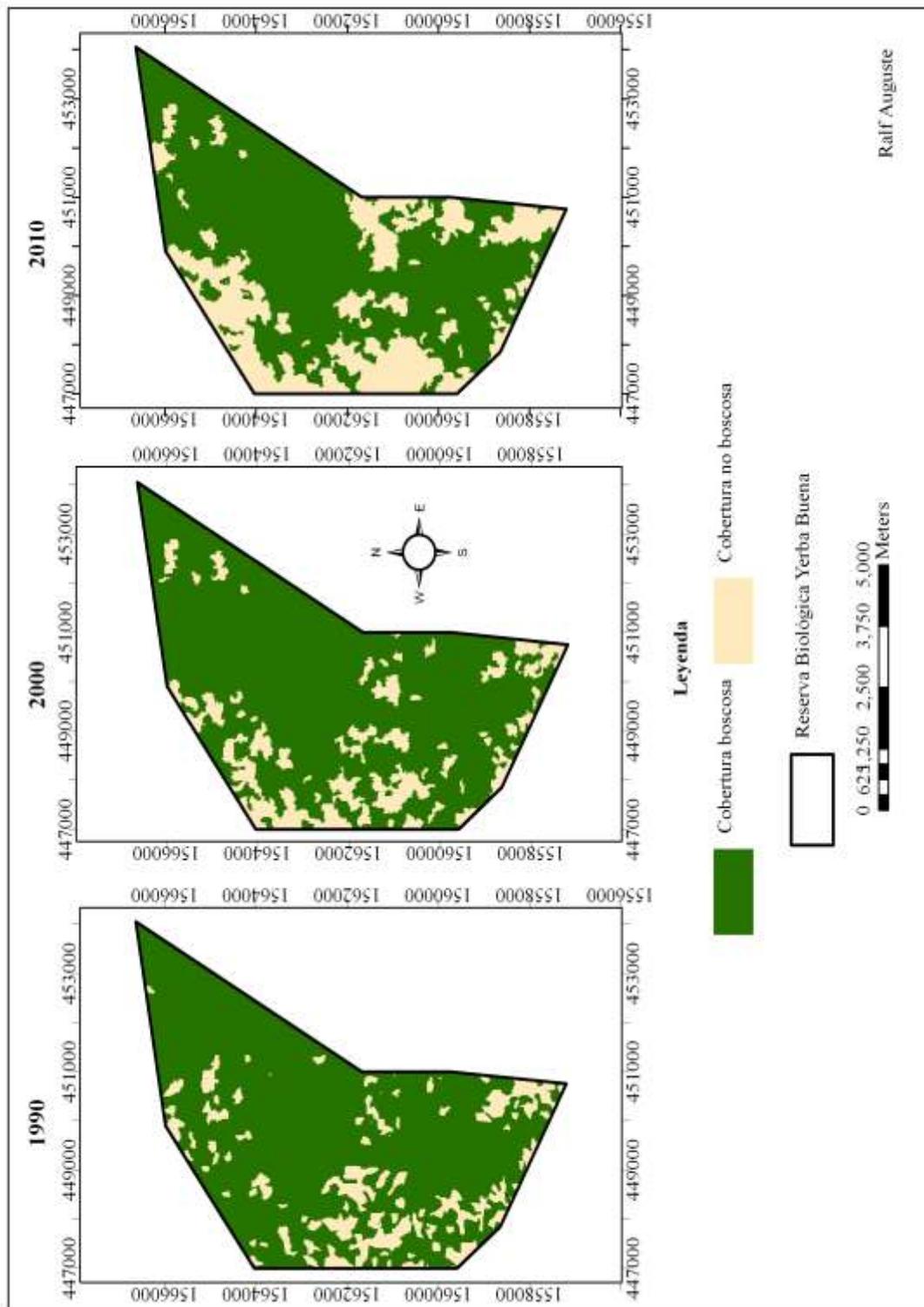
Anexo 5. Cambio de la cobertura boscosa en el Parque Nacional Montaña Celaque en los años 1990, 2000 y 2010. Honduras.



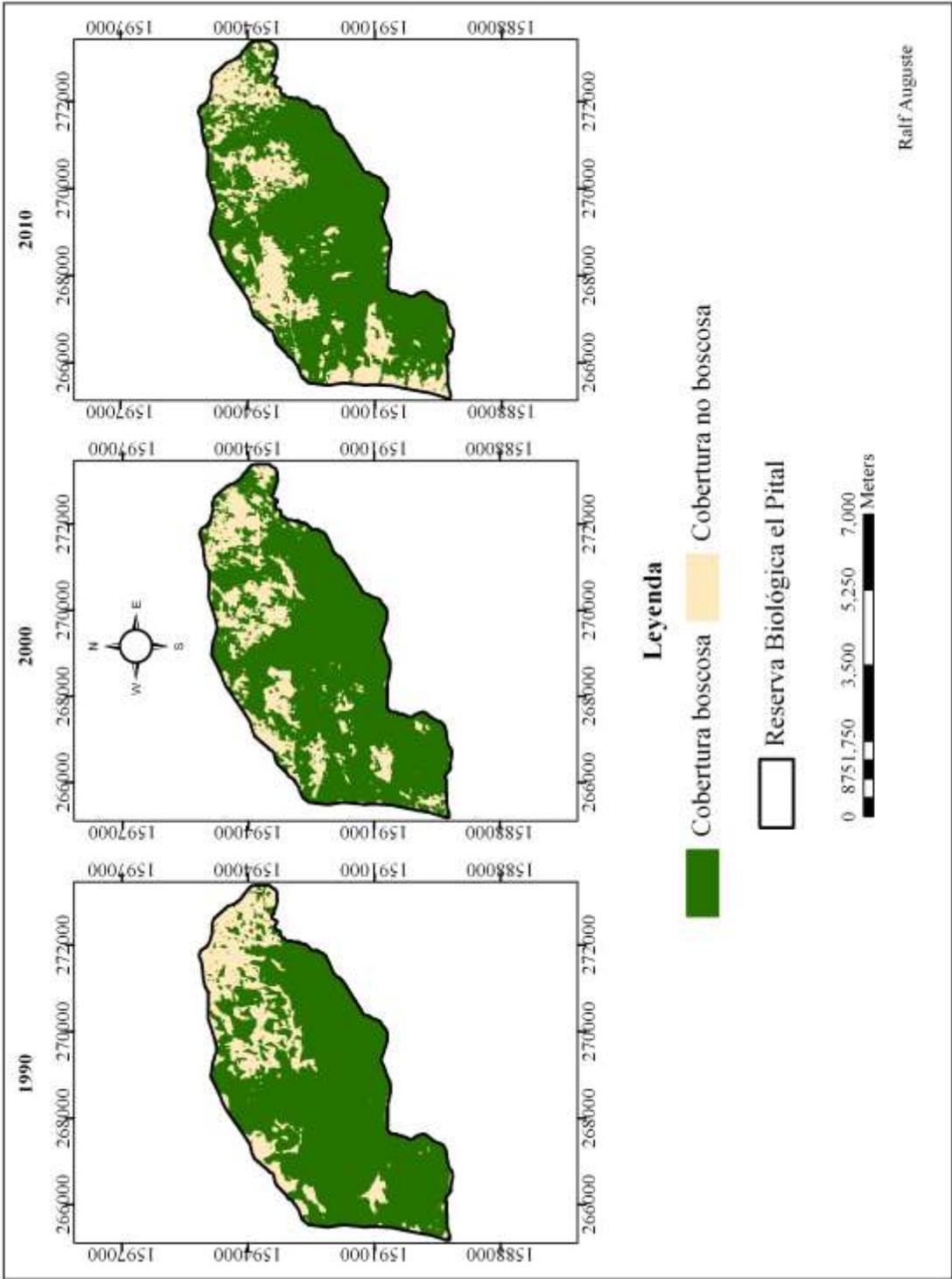
Anexo 6. Cambio de la cobertura boscosa en los años 1990, 2000 y 2010 en el Parque Nacional Pico Bonito, Honduras.



Anexo 7. Cambio de la cobertura boscosa en los años 1990, 2000 y 2010 en la Reserva Biológica Yerba Buena, Honduras.



Anexo 8. Cambio de la cobertura boscosa en los años 1990, 2000 y 2010 en la Reserva Biológica El Pital, Honduras.



Anexo 9. Cambio de la cobertura boscosa en los años 1990, 2000 y 2010 en la Reserva Biológica Misoco, Honduras.

