

## **ESTUDIO DE COBERTURA FORESTAL DE COSTA RICA EMPLEANDO IMÁGENES LANSAT 1986/87 Y 1996/97**

***Julio César Calvo, Vicente Watson y Rafael Bolaños***

Equipo del CCT

***Carlos Quesada, Arturo Sánchez y Pablo González***

Equipo del CIEDES

***Manuel Ramírez***

Conservación Internacional

### **ANTECEDENTES**

El Fondo Nacional de Financiamiento Forestal (FONAFIFO), contrató al Centro Científico Tropical (CCT) a mediados de 1997 para que, conjuntamente con el Centro de Investigaciones en Desarrollo Sostenible de la UCR (CIEDES) y el apoyo de Conservación Internacional (CI), se efectuara un estudio sobre el cambio de la cobertura forestal de Costa Rica para el periodo comprendido entre 1986/87 y 1996/97.

La contratación estipulaba que tal estudio se realizaría empleando:

- a) Tecnología para el análisis satelital utilizando imágenes "Landsat TM", que garantizaran resultados confiables y que pudieran estar disponibles a corto plazo.
- b) Metodologías de levantamiento y control de calidad replicables de modo que los resultados fueran comparables si se repitiera el estudio en el futuro.
- c) Comprobación de campo independiente, que garantice la imparcialidad en la medición del error.
- d) Respaldo de un organismo internacional reconocido, dando fe de la rigurosidad científica y ética del estudio.

El estudio se efectuó cumpliendo con los anteriores requisitos y se organizó maximizando las fortalezas de las organizaciones participantes: así, el CIEDES fue el responsable de ejecutar la interpretación automatizada de las imágenes satelitales y desarrollar las metodologías de análisis correspondientes; el CCT, de manera independiente, pero coordinada con CIEDES, realizó la comprobación de campo y, además, se invitó a CI para que sirviera como el organismo internacional de supervisión.

## **OBJETIVOS Y ALCANCE DEL ESTUDIO**

El estudio tiene como objetivos principales estimar la extensión y distribución de la cobertura forestal actual de Costa Rica y contrastar los cambios ocurridos en dicha cobertura, por deforestación o recuperación forestal, en los últimos 10 años.

El alcance de este estudio se adaptó para que los resultados obtenidos sirvieran de apoyo a tres intereses específicos de FONAFIFO, a saber:

- a) Ponderar los efectos de aplicación de las políticas forestales y de conservación, iniciados desde la creación del Ministerio vinculado con la definición de políticas y toma de decisiones en el campo ambiental, a partir de 1986.
- b) Estimar las tasas de deforestación y de recuperación de la cobertura forestal del país, y mostrar su distribución espacial, de manera que la información generada sirva de apoyo en la definición de políticas de financiamiento y de incentivos para la reforestación y conservación de ecosistemas forestales.
- c) Generar y hacer disponible la información anterior, con el fin de que otras instituciones del sector y organizaciones civiles afines, la aprovechen para fijar sus acciones y políticas en pro del desarrollo forestal y la conservación.

En resumen, el alcance de este estudio pretende generar información que permita, entre otras cosas, valorar y analizar el grado y magnitud de la fragmentación de la cobertura forestal de Costa Rica, y cuantificar las tasas de deforestación y recuperación de dicha cobertura. Esta información será de gran utilidad para estudios posteriores asociados con la conservación de la diversidad biológica, y analizar la situación de la prestación de diversos servicios ambientales en su relación con el estado de la cobertura forestal actual.

Por los objetivos y alcances del estudio, el término cobertura forestal utilizado en este estudio es amplio e incluye ecosistemas forestales como: bosque primario, bosque primario intervenido, bosque secundario, ecosistemas pantanosos (cativales y yoliyales), y plantaciones forestales, cuya cobertura de copa sea detectada como tal por el sensor remoto. Es importante aclarar que en este estudio se define como deforestación al cambio de cobertura de una unidad territorial forestal por otro que no sea cobertura forestal (pasto, cultivos anuales, cultivos perennes, urbanismo).

## **ASPECTOS METODOLÓGICOS**

Para este estudio se adquirieron 7 imágenes LandSat T.M. cuyas trayectoria (Path) y Filas (Row) y nombres respectivos asignados fueron: P16 R52 - Rivas, P16 R53 - Guanacaste, P15 R53 - San José, P14 P53 - Limón, P15 R 54 - Quepos y P14 R54 -. Se adquirieron dos imágenes de satélite de San José a efectos de eliminar la alta nubosidad de algunos sectores, ya que como criterio de selección se estableció que las imágenes no debían tener más de 20% de cobertura de nubes. Estas imágenes son de finales de 1996 y principios de 1997. Para efectos de comparación y de observación de las tendencias de cambio de cobertura forestal en 10 años, se emplearon imágenes de 1986/87, adquiridas previamente por el CIEDES y aportadas como apoyo a este estudio.

En la clasificación automatizada de las imágenes de las clases de cobertura forestal y otros usos no forestales se utilizaron los procedimientos estándares establecidos por el proyecto NASA Landsat Pathfinder. Luego se siguió un análisis matricial de cambio en la cobertura forestal entre 1986/87 y 1996/97, a excepción del área contenida en la imagen de Guanacaste por motivos que se explicarán posteriormente. El nivel de resolución de la clasificación estuvo determinado por la escala de los productos fotográficos (1:250,000) utilizados en los procesos de control de calidad, por lo que las áreas clasificadas en las imágenes de los dos periodos utilizados son mayores a 3 hectáreas.

En el caso de la imagen de 1986, de Guanacaste, tomada en el mes de marzo, fue técnicamente imposible detectar la cobertura forestal debido a los efectos de la época seca, situación contraria con la imagen de mayo de 1997, en la cual fue posible detectar, mediante los procedimientos estándares, ciertas áreas de cobertura forestal debido a la existencia de follaje por inicio de la estación lluviosa. Otra parte la cobertura forestal caducifólea de dicha imagen requirió de una clasificación supervisada mediante un análisis espectral especial, debido a que por condiciones climáticas, la cobertura de copa no estaba en condiciones de ser detectada por el sensor. El trabajo de campo y un sobrevuelo en el área mencionada permitió apoyar el análisis de clasificación computarizada.

Por las condiciones de copa de la vegetación forestal caducifólea en la época en que se tomó la imagen de 1986, no fue posible detectar adecuadamente la cobertura forestal en dicha imagen, por lo que el análisis comparativo de cambio de cobertura de esta imagen entre los dos periodos considerados no se pudo efectuar.

## RESULTADOS

El análisis de interpretación de las imágenes de 1996/97, indican que Costa Rica posee una cobertura total forestal aproximada de un 40.3 % del territorio. Se hace énfasis en que un 8.7% del territorio no pudo ser interpretado debido a cobertura de nubes y sombras en las imágenes de satélite, por lo que, de solventarse esta situación, el porcentaje de cobertura forestal aumentaría. Este porcentaje de cobertura forestal incluye bosques primarios, secundarios, manglares, yolillales y plantaciones forestales.

Durante el período de 10 años y omitiendo el área de la imagen de Guanacaste, se detectó que para 1997 ocurrió una deforestación aproximada de un 10 % de la cobertura forestal presente en 1986/87. Además se detectó una recuperación de la cobertura forestal (plantaciones y bosque secundario) de un 7.8 % de la cobertura forestal de 1986/87. La deforestación en las zonas de manglar fue poca y se estima en unas 500 ha para el período, que representa aproximadamente un 1% del área total del manglar. Estas pérdidas se focalizan principalmente en la zona de Sierpe.

Con respecto a la imagen de Guanacaste es importante indicar que se detectaron unas 327.000 ha de cobertura forestal lo que representa una 6.4% del territorio nacional. Este monto incluye unas 126.000 ha de cobertura forestal caducifolia detectada mediante análisis especiales, mucha de la cual es producto de la sucesión secundaria. Algunos de estos bosques tienen edades entre 10 y 15 años, aunque hay bosques secundarios mayores de 20 años principalmente en el Parque de Santa Rosa y en la Península de Nicoya.

La deforestación promedio anual para el área comparable del período 86/87 - 96/97 fue de 164.485 hectáreas, o sea una 16.400 ha/año y la tasa de recuperación se estimó en 126.772 hectáreas, aproximadamente unas 12.000 ha/año. Es válido suponer, por las tendencias de los últimos años, que la tasa de deforestación actual sea menor que la obtenida para el promedio de diez años.

Se debe señalar que el nivel de precisión para la clasificación efectuada resultó muy satisfactoria con un con una precisión promedio del 88% para niveles de confianza del 95%. Esta precisión resulta del promedio del error de omisión y de comisión. La interpretación de la precisión global nos indica que un 88% de los 456 puntos de control de campo fueron clasificados en forma correcta.

El error anterior se debe considerar como un error crítico, esto debido a que la mayoría de los puntos de control de campo fueron ubicados en áreas altamente fragmentadas,

a la vez que pocos puntos fueron recolectados en las grandes bloques de bosque. Lo anterior indica que en realidad la precisión puede ser aún mayor que el 88% ya que no se están considerando en el estudio aquellas unidades que por su tamaño y características espectrales son lo suficientemente obvias para ser clasificadas como áreas de No-Bosque, contribuyendo por lo tanto al error de comisión. Por lo tanto esta precisión es representativa de un límite inferior, de tal manera que la precisión global del mapa podría considerarse mayor a un 88%.

## CONCLUSIONES

Las interpretaciones de las causas de la deforestación y la recuperación merecen un análisis interdisciplinario. Las implicaciones en política forestal y de conservación de este estudio son obvias dentro del alcance del estudio ya descrito.

Sin embargo, es importante mencionar que otros aspectos que potencialmente se podrían vincular a este estudio como son: la situación del estado actual de las diferentes categorías de áreas protegidas, la estimación de la extensión y distribución de cobertura forestal fuera de dichas áreas, y la ubicación espacial de los proyectos vinculados a los diferentes tipos de incentivos forestales financiados por FONAFIFO con relación a 1) las áreas de amortiguamiento de los Parques Nacionales y otras áreas protegidas, 2) los frentes de deforestación y recuperación, y 3) los corredores biológicos propuestos y potenciales aún no identificados.

La función del CCT y CIEDES ha sido generar la mejor calidad de información. Por tanto las interpretaciones de los resultados y la valoración de las implicaciones políticas son responsabilidad de las instancias públicas y civiles del sector.

**Agradecimientos:** Los consultores reconocen el apoyo e interés del Ing. Marco Vinicio Araya e Ing. Guillermo Arias Director Ejecutivo y Presidente de FONAFIFO, respectivamente. Agradecemos al personal del SIG del SINAC y personal de Apoyo de FONAFIFO en la preparación y facilitación de las bases de datos de áreas incentivadas, Áreas de Conservación y de Protección.

**Cuadro No. 1**  
*Cobertura Forestal 1996/1997*

<b>Tipo de Cobertura</b>	<b>Area (ha)</b>	<b>% Area de CR</b>
Forestal	1.690,102	33.09
Forestal, Península de Nicoya y partes Norte y Oeste de Guanacaste	327,010	6.40
Manglares	40,844	0.80
<b>Total</b>	<b>2,557,370</b>	<b>40.3</b>

**Cuadro No. 2**  
*Pérdida y Recuperación de la Cobertura Forestal*  
*Area Comparable periodo 1996/1997*

<b>Parámetro</b>	<b>Area (ha)</b>	<b>% Area de CR</b>
Area con cobertura forestal comparable 1986/87	1.619,351	31.71
Pérdida a 1997	164,485	3.22
Recuperación a 1997	126,772	2.48

**PALABRAS CLAVES:** *cobertura forestal, análisis satelital*