

16. Bosque y Población en la Península de Osa¹

Luis Rosero Bixby²
Tirso Maldonado Ulloa
Róger Bonilla Carrión

Resumen

¿En qué grado el rápido crecimiento de la población amenaza la conservación del bosque en la Península de Osa -uno de los últimos bosques lluviosos tropicales de la vertiente Pacífica de América Central? Este artículo relaciona datos geocodificados de censos de población con información de uso de la tierra proveniente de imágenes de satélite y fotografías aéreas. Se analizan tres procesos: deforestación, reforestación y fragmentación en el período 1980-1995, y se identifican relaciones con potenciales de población derivados del censo de 1984 en las que se controlan efectos de terceras variables como caminos, lluvias, distancia al borde de bosque, grado de protección. Entre 1980 y 1995 se taló el 16% del bosque, se fraccionó un 3% adicional y se reforestó el 32% del área en pastos o cultivos. Se identificaron fuertes y significativas asociaciones entre potencial de población en 1984 y los procesos de deforestación, reforestación y fragmentación. La probabilidad de deforestación es nula en áreas despobladas y llega a 54% en bosques con 75 o más hogares potenciales. La regresión múltiple muestra elasticidades del número de hogares de 0,63 en los chances de deforestación, de -0,37% en los de reforestación y de 1% en los de fragmentación. Se valora el riesgo de deforestación en 1995-2010 e identifican las zonas geográficas con riesgo de perder el bosque por presión poblacional. Estas áreas incluyen la

¹ Reconocimientos: Estudio efectuado en el Centro Centroamericano de Población de la Universidad de Costa Rica, con subvención de la Fundación Rockefeller (“grant” PS 9617).

² Centro Centroamericano de Población, Universidad de Costa Rica, San José 2060, Costa Rica. E-mail: Lrosero@populi.eest.ucr.ac.cr

mayoría de bosques que no son parte del Parque Nacional Corcovado (especialmente la cuenca del río Rincón) y representan casi la mitad del bosque actual de la península.

1. Introducción

La Península de Osa es un mosaico de usos de la tierra y bosques naturales producto de decisiones tomadas por diferentes individuos o grupos. El impacto de las actividades humanas es aparente en aspectos tan tangibles del ambiente humano como los caminos y los campos de cultivo, que forman parte del contexto espacial dentro del cual se toman las decisiones. No solo ellas reflejan las decisiones pasadas: ellas también son una influencia importante en las decisiones futuras (Chapman, 1979).

El estudio propone identificar la influencia de la demografía en los procesos de deforestación, reforestación y fragmentación de los bosques de Osa en años recientes, sobre la base de micro-datos espaciales. Análisis de población y deforestación en Costa Rica han sido realizados previamente por Rosero-Bixby & Palloni (1998) y Harrison (1991). Kaimowitz & Angelsen (1998) han revisado los estudios socio-económicos de deforestación tropical realizados durante la presente década en Africa, Asia y América Latina.

Para establecer la relación población-tierra el estudio desarrolló un sistema de información geográfica (SIG), con datos georeferenciados del censo de población de 1984 e información cartográfica actualizada para el fallido censo de 1996, así como mapas digitales de cobertura de bosques alrededor de 1980 y 1995-1996, y de aspectos físicos como carreteras, pendientes y zonas de vida (Holdridge). El análisis utiliza regresión logística multivariada para modelar el impacto neto del crecimiento y distribución de la población sobre las probabilidades de cambio en el uso del suelo en el período 1980-1995. Las unidades de análisis en el estudio son celdas o parcelas de 250 m de lado o 6,25 ha. La Península de Osa consta de cerca de 30.000 de estas celdas. El estudio tiene como objetivo documentar el impacto del crecimiento demográfico sobre los procesos de deforestación en la Península en la década de 1980 e inicios de la de 1990. Pretende también valorar el riesgo de deforestación en la próxima década, que se origina en la presión demográfica sobre la tierra. Los resultados de la investigación se espera, en última instancia, sirvan de base para la formulación de políticas y para la adopción de medidas en aquellas áreas en donde aún hay oportunidades para hacerlo.

Características físicas de la Península de Osa

La Península de Osa se ubica en la parte sur de la costa Pacífica de Costa Rica (mapa 1); con una altitud máxima de 782 m, se caracteriza por su topografía abrupta y quebrada. Existen planicies con humedales en la parte Norte y Oeste, y otras utilizadas con actividad agropecuaria en la parte oriental. Es una región muy lluviosa con precipitación anual entre 4.000 y más de 6.500 mm (Arias, 1996). El período seco es moderado y corto. La estación lluviosa es muy severa, con precipitaciones torrenciales e inundaciones periódicas de las tierras bajas. Las copiosas lluvias dan origen a una extensa red de ríos y quebradas. Los suelos se encuentran saturados durante gran parte del año. Predominan los ultisoles, conocidos por su alta acidez, drenaje pobre, y baja fertilidad. Cerca del 70% de las tierras tienen capacidad de uso forestal (Maldonado, 1997). La extensión del área bajo estudio (distritos de Osa y Sierpe) es de 171.000 hectáreas.

La zonas de vida (Holdridge) predominante (50% de la península) es el bosque muy húmedo-Tropical; en esta zona se encuentran gran parte de las áreas protegidas. Le sigue en extensión el bosque muy húmedo-Premontano transición a Basal, que cubre el 20% de la península. Estos bosques son las últimas formaciones muy húmedas que aún existen en el lado Pacífico de América Central (Hartshorn, 1984). Estudios recientes muestran la complejidad de estos bosques, que presentan afinidades florísticas tanto con bosques de Mesoamérica como de Sudamérica (Soto, 1992). Thömsen (1997), concluyó que los bosques maduros en Aguabuena (cuenca del Río Rincón) ocupan el tercer lugar en riqueza de especies en comparación con 89 sitios Neotropicales analizados.

Aproximadamente un tercio de las especies de árboles en Costa Rica se han registrado en la región, incluyendo la mitad de las especies de árboles amenazadas en el país. Se estima entre 4.000-5.000 las especies de plantas vasculares en la península (Herrera-MacBryde et al, 1997). La variedad de fauna es increíblemente rica: se han registrado unas 375 especies de aves (18 de las cuales son endémicas), 124 especies de mamíferos (más de 50 son murciélagos), 40 especies de peces de agua dulce, y aproximadamente 8.000 especies de insectos (Mansour, 1995); 71 especies de reptiles y 46 especies de anfibios (Soto, 1992). Las especies registradas en la región representan entre el 50% y el 30% de todas las especies conocidas en el país. El inventario de especies es apenas una pequeña muestra de la complejidad de estos ecosistemas. Por sus características y aislamiento con respecto de otras áreas con bosques, estos ecosistemas tienen alta fragilidad de conservación, y su flora y fauna constituye una reserva de mucha importancia a nivel mundial.

Población de la península

El gráfico 1, muestra los cambios de la cobertura de bosques y la población entre 1940-1995. En el período, la península pasó de estar cubierta por bosques en un 81% a 55%, es decir una reducción del bosque en 40.000 has. La población en el mismo período pasó de 2 mil a 11 mil habitantes. Los incrementos más rápidos de población se produjeron entre 1950 y 1963, período en el que la población se duplica; y entre 1973 y 1984, en el que se incrementa en 55%.

La poblamiento de la península ocurrió de la siguiente manera. En la década de 1930 se descubrió oro de placer y se establecieron plantaciones bananeras experimentales de la United Fruit Co. Entre 1947-1960 se incrementó la migración a la zona ayudada por la construcción de la Carretera Interamericana. La tala de bosques se extendió para criar ganado, cerdos y otros productos para la venta. En 1957, la compañía maderera estadounidense Osa Productos Forestales (OPF) compró 42.000 ha. Los conflictos de tierras entre OPF, campesinos y migrantes recientes generaron una colonización no dirigida y cambio de uso de la tierra. Los conflictos de tierras provocaron la intervención del Estado. El gobierno opta por establecer áreas protegidas. En 1975 se establece el Parque Nacional Corcovado, en 1978 la reserva forestal Golfo Dulce y en 1981 la reserva indígena Guaymí. Este escenario de ordenamiento territorial forma el marco geográfico para este análisis, en el cual las áreas protegidas juegan un importante papel (Barquero, 1988; Borowi, 1996; Cuello et al., 1998; Lewis, 1982; Wallace, 1992; Wells & Brandon, 1992).

El último censo de población (1984) efectuado en Costa Rica mostró un rápido crecimiento demográfico de 4,0% anual en la península, resultado de una inmigración considerable y una alta natalidad (Gráfico 1). De los casi 9.000 habitantes empadronados en ese censo, solo el 40% eran nacidos en la región. Los inmigrantes en los cinco años anteriores al censo eran más de 1.800 para una tasa bruta anual de inmigración de 46 por mil. La tasa bruta de natalidad en la misma época fue, por su parte, de 34 por mil habitantes. La natalidad de la península, al igual que en otras zonas rurales de Costa Rica, comenzó a disminuir a finales de la década de 1960 (Rosero-Bixby, 1991). Hacia 1995 la tasa bruta de natalidad es de 21 por mil, es decir menos de la mitad que a fines de los años 60. Esta disminución, sin embargo, comenzó a tener un impacto en el ritmo de crecimiento de la población adulta, y en la demanda por tierras adicionales de cultivo, recién a principios de la década de 1990.

Según el censo antes citado, en 1984 toda la población de la península era considerada rural. El poblado más importante era Puerto Jiménez con 1.300 habitantes (2.000 habitantes en 1995). El 72% de la fuerza de trabajo se ocupaba de labores agrícolas, la tasa de analfabetismo de 19%

era mayor que el promedio nacional. La población era mayoritariamente joven (55% menores de 20 años) y, al igual que en otras zonas de frontera, había más hombres que mujeres (índice de masculinidad de 117). Este es el escenario socio-demográfico a inicios del período estudiado.

2. Datos y Métodos

El área de estudio comprende los distritos Osa y Sierpe, con 171.330 hectáreas o el 3,4% del territorio de Costa Rica. El estudio desarrolló una plataforma GIS, con cuatro conjuntos de mapas digitales (raster y vector), algunos ya elaborados por diversas entidades: (1) elementos físicos incluyendo caminos, ríos, zonas de vida, lluvia y pendiente; (2) elementos institucionales, incluyendo áreas protegidas y asentamientos campesinos; (3) uso de la tierra en dos momentos (1980 y 1995 aproximadamente), incluyendo cobertura de bosque, y los cambios en el período: deforestación, fragmentación y reforestación; y (4) los hogares de la península, con su localización geográfica, en 1984 y 1995 y las características de los ocupantes de los hogares en 1984 según el censo respectivo. Toda la información fue convertida a mapas de tipo raster con resolución de celdas de 250 m de lado, los que fueron almacenados y manipulados principalmente con el programa de cómputo Idrisi para Windows versión 2.0 (Clark University, 1997).

Los patrones de paisaje incluyendo precipitación, suelos, pendiente, zonas de vida, caminos, ríos, bosques se obtuvieron de diferentes fuentes y organizaciones, entre ellas el Ministerio de Agricultura y Ganadería, Centro Científico Tropical, la Universidad de Clemson, el Ministerio de Obras Públicas y el Fondo Nacional de Financiamiento Forestal. Algunos mapas, como el de carreteras fueron actualizados para incluir cambios recientes. La mayor parte de esta información provino de mapas en escala 1:200.000. El estudio consideró inicialmente utilizar el Mapa digital de Hábitats de Costa Rica, Escala 1:500.000, producido por la Universidad de Clemson y la Universidad Nacional. Sin embargo, al analizar la deforestación ocurrida entre 1980-1992, usando este mapa, se pudo determinar que la misma se produjo en forma de bloque continuo, en el sector oriental de la península. Esto difirió notablemente con el análisis que presentó el análisis 1980-1995 y 1980-1996/97 que muestra un patrón discontinuo, fragmentado y distribuido de manera muy irregular. Por ello no se utilizó este mapa en el análisis.

El mapa de asentamientos campesinos se digitalizó con base en mapas impresos en escala 1:50.000 proporcionados por el Instituto de Desarrollo Agrario (IDA). El de áreas protegidas se obtuvo por la digitalización del mapa de uso de la tierra 1995, elaborado por Maldonado (1997).

El objeto de estudio o variable dependiente fue el cambio en el uso del suelo entre 1980 y 1995 aproximadamente. La información primaria para medir este cambio fue el mapa de uso del suelo de 1984 (MAG, 1987) y un mapa detallado de uso de la tierra de 1995 (Maldonado, 1997). El mapa de 1984, Escala 1:200.000, fue elaborado por el Instituto Geográfico Nacional (IGN) con base en la interpretación de imágenes de satélite LANDSAT 2 y 3 de 1979, con comprobación de campo y actualización fotoplanimétrica hecha con fotografías aéreas pancromáticas adquiridas entre 1980 y 1983. En general, el 80% de Costa Rica quedó cubierto con datos Landsat de 1979, y el resto con datos de 1976 y 1978. En zonas en que la cobertura de nubes impidió el uso de la imagen Landsat se utilizaron fotografías aéreas obtenidas entre 1980 y 1983. Para este estudio se considera que el mapa representa la situación de 1980. La leyenda del mapa indica en las categorías de bosque: bosque seco, bosque húmedo, bosque muy húmedo, bosque pluvial, manglar y charral (crecimiento secundario). En general, bosque se considera aquellas masas arbóreas grandes, en la cual hay continuidad de copas. Pueden haber pequeños claros, pero no lo suficientemente grandes como para clasificarlos en otra categoría de uso como pastos.

El Mapa de Uso de la Tierra de la Península de Osa a 1995, Escala 1:50.000, fue elaborado por Tirso Maldonado y Luis Paniagua, Fundación Neotrópica, con base en fotografías aéreas (1:40.000) de marzo de 1995, del Instituto Nacional de Biodiversidad de Costa Rica-Hansa Luftbild (Alemania), reproducidas en blanco y negro por el Instituto Geográfico Nacional. Se definió el bosque como zonas continuas de árboles, en las que las copas de los árboles cubren el suelo, y el área es mayor a 8 hectáreas. En este mapa no se fotointerpretó la cobertura de bosques dentro del Parque Nacional Corcovado, pero se hizo fotolectura. Con ello se pudo comprobar que con excepción de sectores de lagunas y algunas playas, la cobertura dentro del Parque es de bosques. El mapa reconoce bosques (sin calificar su estado o cualidades), manglares, agricultura, pastos, pastos con árboles y plantaciones forestales (melina). Para este estudio se digitalizó una copia impresa de este mapa en escala 1:100.000.

Para propósitos de validación del mapa anterior se utilizó el mapa digital de cobertura de bosques 1996-1997, elaborado por el Centro de Investigación y Desarrollo Sostenible (CIEDES) para el Fondo Nacional de Financiamiento Forestal (FONAFIFO). Este mapa considera como bosques las áreas con árboles con altura mayor de seis metros, criterio aplicado principalmente a las zonas de bosque caducifolio. La densidad de la vegetación arbórea y arbustiva es suficientemente alta, de tal manera que no permite el crecimiento del pasto. La leyenda del mapa solo clasifica bosques, y no hace distinción si se trata de plantaciones, bosques naturales maduros o secundarios. Este mapa no se pudo usar como fuente primaria debido a que no tiene información para el 19% de la superficie en

estudio, pues aparece cubierta de nubes. La cobertura de bosques de este mapa y el de Maldonado en las zonas no cubiertas por nubes tienen una alta correspondencia entre sí; con solamente 14% de celdas discrepantes y un coeficiente de correlación de 0.88 entre ambos mapas.

Los cambios de uso del suelo se determinaron por la comparación del mapa digital de 1995 (o el de 1996) con el de 1980. Se identificaron tres cambios de estado para cada celda de 250 m de lado: (1) deforestación, (2) reforestación (incluye plantaciones principalmente de melina) y (3) fragmentación cuando la isla de bosque alcanza un tamaño menor a 56 ha (9 celdas). Para cada uno de estos estados se determinaron probabilidades de ocurrencia, como el cociente entre el número de celdas que cambiaron de estado y el número posible de celdas sujetas a ese cambio de estado.

Los denominadores de las probabilidades fueron, en consecuencia:

- Deforestación: Celdas con bosque en 1980 (17.862)
- Reforestación: Celdas con cultivos o pastos en 1980 (5.226)
- Fragmentación: Celdas con bosque no fragmentado (14.679).

Mediante análisis espacial se generaron también mapas digitales de acceso o cercanía, que indican la distancia desde la celda índice a:

- Carretera (nacional o cantonal) más cercana
- Curso de agua más cercano
- Borde del bosque más cercano

Los Mapas de Población se generaron luego de geocodificar las viviendas de los mapas actualizados en el terreno por los empadronadores del censo de 1984. Con un número único de identificación de la vivienda que aparece en la bitácora del empadronador se enlazó esta información geográfica con la de las boletas del censo. De esta manera se dispuso de la ubicación precisa de cada persona (con sus características) en la península. Para 1995 también se geocodificaron las viviendas de los mapas que habían sido actualizados para un censo que no se efectuó en 1996. Nótese, por tanto, que para 1995 se conoce solo la localización de las viviendas pero no se tiene información de las personas o de las características de los hogares. Los mapas impresos, las bitácoras del censo de 1984 y los datos originales de este censo fueron proporcionados por el Instituto de Estadística y Censos. Esta información se usó únicamente para fines estadísticos, respetándose en todo momento la confidencialidad del dato censal.

Un problema para relacionar la población con la tala del bosque es que usualmente las personas no viven en el bosque que van a deforestar. Para relacionar parcelas de bosques con la población se usó el concepto de potencial de población (Rosero-Bixby & Palloni, 1998). El potencial de población de una celda o parcela de tierra es la suma de la población en las cercanías, ponderada por el inverso de la distancia. En el presente

estudio se consideró para el cálculo a la población dentro de un radio de 5 Km de cada celda. La cercanía entre la celda y cada hogar se midió como la distancia euclidiana (en línea recta) a partir del centro de la celda. La ponderación de cada hogar fue el inverso de esta distancia en kilómetros más uno; i.e. un hogar en el centro de la celda recibe una ponderación de 1, un hogar a 1 Km recibe una ponderación de 1/2, etc...

Se prepararon varias capas GIS de potencial de población con determinadas características según la información de las boletas del censo de 1984 y una para 1995. A continuación se indican las capas GIS de información poblacional usadas en el análisis (todas son potenciales de población):

- Total hogares, 1984
- Total hogares, 1995
- Hogares que cocinan con leña, 1984
- Hogares pobres (necesidades básicas insatisfechas), 1984
- Total trabajadores en agricultura, 1984
- Asalariados agrícolas, 1984
- Campesinos con tierras, 1984
- Campesinos sin tierra, 1984
- Población migrante (nacida en otro distrito), 1984
- Fecundidad neta: hijos vivos por mujer de 40-49 años de edad, 1984

Para determinar la asociación neta entre las variables demográficas y los cambios en la cobertura del bosque, se estimaron sendos modelos de regresión logística a las probabilidades de deforestación, reforestación y fragmentación de una celda. Estos modelos de regresión multivariable estiman los efectos netos o ajustados luego de controlar el efecto de terceras variables geofísicas e institucionales incluidas en la regresión. Los parámetros de la regresión se estimaron por máximo-verosimilitud con el paquete de cómputo Stata (Statacorp, 1997). No se efectuaron ajustes por autocorrelación espacial. En el presente análisis, que en último término busca identificar zonas en riesgo de deforestación por la presión demográfica, no es claro que la autocorrelación espacial sea un factor exógeno que deba ser controlado, pues, como lo señalan Kaimowitz & Angelsen (1998: 41), la autocorrelación espacial puede en realidad ayudar a identificar mejor las zonas en riesgo de deforestación.

Los indicadores de número de habitantes (o de hogares) y de distancias en kilómetros se incluyeron en la regresión como el logaritmo natural del indicador, de modo que el coeficiente de regresión mide la elasticidad, o sea el cambio porcentual en los chances (“odds”) de deforestación por 1% de cambio en la variable explicatoria.

Las unidades de análisis en las tablas y regresiones son las celdas de 250 m que conforman los mapas tipo raster del sistema de información geográfica desarrollado como parte de este estudio.

3. Resultados

Cobertura de bosque

Entre 1980 y 1995 se taló el 16% de las casi 18.000 celdas de bosque (112.000 Ha) de la península, en tanto que 32% de las 5.000 celdas en pastos y cultivos se reforestaron (esto incluye plantaciones de melina) y 3% de las 14.000 celdas de bosque no-fragmentado se fragmentaron (cuadro 1).

La deforestación afectó a 17.600 hectáreas de bosques naturales. El cambio de bosques a pastos o cultivos principalmente se produjo en la parte media y baja de la cuenca del Río Rincón al norte; y en las partes medias y altas de las cuencas Platanares, Nuevo, Río Tigre ubicadas en la parte sur de la península.

Unas 10.400 ha., recuperaron cobertura forestal natural o con plantaciones. En los últimos años se han plantado unas 2.800 has., de melina (*Gmelina arborea*), una especie de rápido crecimiento que se usa para la producción de madera y materia prima para papel. La fragmentación ha sido baja, equivalentes a 2.340 hectáreas. La mayor fragmentación se produjo en zonas de la cuenca del Río Rincón, sectores de la cuenca media y baja del Río Chocuaco y tierras bajas cercanas al manglar de Sierpe.

Relaciones univariadas

Son raros los seres humanos contemporáneos que viven en el bosque. Una simple inspección visual de cualquier mapa de bosques y población muestra con claridad esta asociación inversa. El mapa 1 de la Península de Osa no es la excepción. Son contados los hogares censados en 1984 que están en áreas cubiertas por bosque en 1980. Este es un primer nivel un tanto simplista en que se establece una clara asociación inversa entre población y tierras cubiertas de bosques.

A un nivel más elaborado, el cuadro 1 muestra la asociación entre potencial de población en un momento inicial y cambios en la cobertura de bosque en el período aproximadamente subsiguiente de 15 años. La tasa de deforestación en este periodo aumenta fuertemente con la presión poblacional (medida por el número potencial de hogares). La probabilidad de tala es nula para los bosques sin población en 5 Km a la redonda y

llega a ser de 54% en las pocas celdas de bosque con 75 y más potencial de hogares. A la inversa, la probabilidad de reforestación disminuye abruptamente desde 100% en lugares despoblados a 21% en lugares con 75 y más viviendas potenciales. El efecto de poblamiento sobre las probabilidades de fragmentación es similar al descrito para la deforestación aunque menos pronunciado.

Estas asociaciones entre presión poblacional y cambio en la cobertura del bosque podrían deberse en parte a otros factores que están asociados tanto a densidad demográfica como a existencia del bosque, tales como caminos, pendientes, precipitación, accesibilidad o si es una área protegida o no. El cuadro 2 muestra la variación de las probabilidades de deforestación, reforestación y fragmentación según estas otras variables, las cuales se resumen a continuación.

La deforestación presentó una probabilidad de 22.2% en tierras ubicadas a menos de un kilómetro del borde del bosque disminuyendo a 0.2% en zonas ubicadas a más de cinco kilómetros. La cercanía a caminos muestra una tendencia parecida, un 30.3% del bosque ubicado a menos de 1 Km de caminos fue talado, 18.2% en distancias entre 2-4 Km y 9.1% entre 5-9 km. La dinámica de deforestación ha sido muy diferente de acuerdo con el grado de protección de las tierras. El 38.4 del bosque no protegido, y el 19.6% de los bosques de la reserva forestal fueron talados, en tanto que el Parque Nacional Corcovado ha evitado en un 100% la tala. Los asentamientos del IDA muestran una alta deforestación de sus tierras, alcanzando al 82.5%. De manera general las tierras menos húmedas presentaron una mayor proporción de deforestación con un 26.6%. Esto también se refleja en la deforestación en las zonas de vida.

La reforestación se produjo principalmente a menos de 1 Km del borde de bosques. En cuanto a cercanía a caminos se presenta una relación inversa, mayor recuperación a mayor distancia; es decir 24.8% en zonas ubicadas a menos de 1 Km de caminos, más relacionadas con las plantaciones forestales (melina), 34.6% y 38.8% en zonas entre 2-4 Km y 5-9 Km respectivamente; y de 100% a mayores distancias. Esto es lógico de suponer en zonas que por sus condiciones de humedad son poco favorables a usos de la tierra que no sean forestales. El abandono de esas tierras ha facilitado su recuperación de cobertura arbórea, ayudado por la cercanía de fuentes semilleras del bosque natural remanente. Una parte importante de esta recuperación se produjo dentro del parque nacional Corcovado, seguido con un 44.8% dentro de la reserva forestal y 23.6% en tierras no protegidas (plantaciones forestales). Solo un 8.1% de las tierras en asentamientos presentaron reforestación.

En cuanto a fragmentación, esta fue más notoria en zonas ubicadas a menos de 1 Km del borde del bosque; en bosques a menos de 4 Km de

distancia de caminos; en áreas con bosques no protegidos 14.3%, frente a 2.2% dentro de la reserva forestal; en asentamientos del IDA fue de 9.5%, y del 10% en zonas de bosques ubicados en tierras menos húmedas (con < 4000 mm). La zona de vida “bosque muy húmedo-Premontano transición Basal” presentó mayor grado de fragmentación con 8.8%, frente a 2.6% del bosque húmedo Tropical y 1.6% del bosque muy húmedo-Tropical.

Resultados multivariantes

Los efectos demográficos netos se estimaron con dos grupos de modelos de regresión logística. El primero, que denominaremos modelo reducido, incluye únicamente una variable de presión poblacional: el total de viviendas en 1984. Los parámetros de este modelo se usan luego en la estimación del riesgo futuro de deforestación resultante de la presión demográfica en 1995. El segundo grupo de modelos refina el análisis mediante la identificación de los aspectos específicos de la demografía que influyen en la conservación del bosque.

El cuadro 3 muestra los resultados del modelo reducido. La elasticidad población-deforestación resultó de 0,62, es decir que un aumento del 1% en la presión demográfica (medida por el potencial de viviendas) resulta en un incremento de 0,62% en los chances (“odds”) de deforestación. Este efecto es considerable, en especial si se toma en cuenta que es neto de otras influencias como accesibilidad y protección de la zona. El efecto en la fragmentación es incluso más fuerte: elasticidad de 1,1. Por su parte, el chance de que una celda en pastos o cultivos se reforeste, disminuye en 0,37% ante un aumento del 1% en la densidad demográfica.

Aunque el interés de este manuscrito radica en el efecto de la población, vale la pena pasar una rápida revista a los efectos de las otras variables. Entre ellos destaca el fuerte efecto protector del bosque ejercido por el Parque Nacional de Corcovado. Las celdas de bosque dentro del parque tienen un chance relativo de deforestación de tan solo 0,013 (exponencial de -4,33) comparado al de celdas fuera del parque. La correlación entre el parque y la conservación del bosque es tan alta que produce efectos de multicolinealidad en algunas regresiones por lo que las celdas del parque fueron excluidas de los modelos de reforestación y fragmentación.

La vecindad o cercanía con el borde del bosque es otro factor con fuerte efecto en los tres fenómenos estudiados. Los chances de deforestación y de reforestación disminuyen en 0,55% por cada 1% de aumento en la distancia con el borde del bosque. Esta elasticidad es incluso mayor (-1,55) en los chances de fragmentación, un indicador de que las áreas a las orillas del bosque son especialmente vulnerables a la fragmentación.

También merece destacarse el fuerte efecto deforestador de los asentamientos adjudicados por el IDA (que podrían en cierto modo considerarse como otra variable de presión poblacional). En estos asentamientos, el chance de deforestación es 51% (exponencial de 0,413 menos 1) mayores que en otras áreas; los chances de reforestar son 71% menores y los de fragmentación son tres veces los de otras zonas.

El enlace de la información geocodificada de las viviendas con las boletas del censo de población, permite identificar características específicas de la población que tienen un impacto en la conservación del bosque. El cuadro 4 muestra los resultados de los modelos de regresión para estas características.

La cantidad de asalariados agrícolas tiene efectos significativos y consistentes en los tres modelos (esta es la única característica que se comporta de manera consistente). La elasticidad de esta variable en la deforestación no es muy grande (0,15) pero sí lo es en la fragmentación (1,05). Vale decir que bosques en la vecindad de empresas agrícolas que contratan asalariados están en alto riesgo de fragmentarse. Pero lo están más aún los bosques cercanos a campesinos con tierras, con una elasticidad de fragmentación de 2,8. La presión de los campesinos con tierras es también el factor demográfico más importante en la deforestación (elasticidad de 0,48), pero no es un obstáculo, sino todo lo contrario, para la reforestación o el desarrollo de plantaciones forestales, aunque este último efecto es no significativo.

Los campesinos sin tierras es un grupo de gran interés, pues la literatura suele ligarlos a los procesos de tala de bosques (ejemplo: Myers, 1991). Los resultados del modelo de regresión muestran que, en efecto, este grupo poblacional tiene un impacto considerable en la deforestación, pero no en la reforestación ni en la fragmentación. Aumentos del 1% en los campesinos sin tierra incrementan en 0,38% el chance de deforestación.

La cantidad de hogares que cocinan con leña, la pobreza y la inmigración no presentan asociaciones significativas con la deforestación, aunque sí presentan algunos efectos significativos en la reforestación y la fragmentación. Algunos de estos efectos son perversos, como el de que la abundancia de cocinas con leña reducen el chance de fragmentación.

En cuanto a la fecundidad, conviene recordar que el indicador usado es si el promedio de hijos vivos de las mujeres de 40-49 años de edad ya muestra signos de haber comenzado a disminuir (es menos de 6 hijos), lo que a su vez es un reflejo de los niveles de fecundidad una o dos décadas atrás. La dicotomía usada en la regresión compara las áreas pioneras en la transición de la fecundidad con el resto de áreas incluyendo tanto las de alta fecundidad como las despobladas (en las que no se podía calcular un

indicador de fecundidad). Las áreas en que primero ocurrió la transición de la fecundidad presentan 30% (exponencial de -0,36) menos chance neto de deforestación que las áreas restantes. Este es un efecto considerable en especial tomando en cuenta que el grupo referente incluye áreas despobladas con baja probabilidad de deforestación. No se presentan efectos significativos de la fecundidad sobre la reforestación o la fragmentación.

Como parte del análisis se investigaron también la existencia de efectos de interacción estadística entre la presión demográfica y los factores no demográficos. Es decir se buscó identificar factores que modifican los efectos demográficos. No se identificaron interacciones significativas que fuesen consistentes entre los distintos modelos o que tuviesen sentido lógico. Los resultados de estos análisis no se presentan.

Valoración del riesgo futuro de deforestación

Como se anotó en la sección de métodos, nuestras estimaciones con modelos de regresión no están corregidas por autocorrelación espacial, lo que las hace más apropiadas para fines predictivos que analíticos. En esta tesitura, los parámetros estimados con el modelo reducido de deforestación (cuadro 3) se usaron para valorar el riesgo futuro de tala en diferentes zonas de la península. Estos riesgos se determinaron aplicando los parámetros de la regresión a los valores actualizados de las variables explicatorias de cada celda. En realidad, las únicas dos variables que se actualizaron con valores a 1995 (en lugar de los valores a 1984, que sirvieron para estimar la regresión) fueron: la cantidad potencial de viviendas y la distancia al borde del bosque. Vale decir que la presente valoración del riesgo futuro refleja, por tanto, el incremento en la presión demográfica y la mayor vulnerabilidad de ciertas áreas al acercárseles la frontera del borde del bosque debido a la deforestación reciente. El mapa 2 muestra las áreas boscosas actualmente cubiertas de bosque clasificadas en tres categorías de riesgo futuro de deforestación:

1) Zonas con menos de 20% de probabilidad de deforestación predicha, es decir, las áreas en las que es muy improbable que se tale el bosque en la próxima década. Estas áreas, que representan 55.000 Ha o el 53% del bosque actual, comprenden la totalidad del Parque Nacional Corcovado, más unas islas de bosque hacia el Norte y hacia la punta Sudoeste de la península. Tan solo el 28% de este bosque hipotético está fuera del Parque. De acuerdo con el valor predictivo del modelo³, es de esperarse que el 94% de esta zona tendrá bosque al final del periodo.

³ El valor predictivo del modelo se estableció con indicadores usados en epidemiología (se usan, por ejemplo, para determinar la bondad de un test de laboratorio en la identificación de una enfermedad) mediante la comparación de la predicción si una celda se deforesta o no

2) Zonas con probabilidades predichas de deforestación el 40% o más (color rojo en el mapa 2). Estas áreas con muy alto riesgo de ser deforestadas en la próxima década, abarcan 14.000 Ha o el 14% del bosque actual. Se ubican principalmente hacia el Este y noreste de la península, sobre todo en las cercanías de la carretera entre Rincón y Puerto Jiménez. Es de esperar que más de la mitad de estas tierras efectivamente se deforesten.

3) Zonas con probabilidades predichas de deforestación de entre 20 y 40%; es decir, con riesgo intermedio de deforestación. Estas zonas que comprenden casi 34.000 Ha o la tercera parte del bosque actual, se ubican principalmente en la parte norte de la península (cuenca del Río Rincón) y en los linderos del Parque Nacional Corcovado, constituyendo así una zona de amortiguamiento que ayuda a preservar el Parque. Si estas tierras fuesen efectivamente deforestadas, el bosque del Parque Nacional estaría en altísimo riesgo de deforestación en un periodo subsiguiente, pues habría desaparecido esta zona de amortiguamiento a la presión demográfica, que en la actualidad dificulta el acceso al Parque. De acuerdo con el valor predictivo del modelo, puede proyectarse que más de la cuarta parte de estas zonas efectivamente se talarán en la próxima década.

4. Discusión

Entre 1980 y 1995 se taló el 16% del bosque de Osa, y se fraccionó un 3% adicional. Los datos muestran fuertes y significativas asociaciones entre potencial de población en 1984 y los procesos de deforestación, reforestación y fragmentación. Por ejemplo, la probabilidad de deforestación es nula en áreas despobladas y llega a 54% en bosques con

con lo realmente ocurrido en 1980-1995. Estos indicadores son la especificidad y sensibilidad del test o, en este caso, del modelo (Last, 1983). La especificidad mide la ausencia de falsos negativos (en este caso, la proporción de áreas no deforestadas identificadas como tales). la especificidad mide la habilidad del modelo para identificar la enfermedad, en esta caso la deforestación. Con el modelo reducido se estimó primero la probabilidad predicha de deforestación de cada celda. Luego, con un punto de corte o regla de decisión se predice si hay o no deforestación. Si se toma como 40% el punto de corte o regla de decisión, el modelo tiene una especificidad muy alta (94%) pero una sensibilidad mediocre para detectar las áreas taladas (32%). Si el criterio se reduce a una probabilidad de 20%, la sensibilidad mejora (73%) pero la especificidad (ausencia de falsos negativos) se deteriora a 72%. Otro indicador útil es el “valor predictivo positivo” (VPP); es decir, de las celdas que el modelo predice se deforestaron, la proporción que efectivamente se talaron. El VPP es de 52% para el punto de corte en 40% y de 33% para el punto de corte en 20%. Hay también un “valor predictivo negativo” (VPN) que es de 94% para el punto de corte de 20%.

75 o más hogares potenciales. Este tipo de asociaciones persiste en el análisis de regresión múltiple: la elasticidad del número de viviendas en los chances de deforestación es de 0,63, (por cada 1% de aumento en el número de viviendas el chance de deforestación se incrementa en 0,63%). La elasticidad sobre los chances de reforestación es de $-0,37\%$ y, en los de fragmentación, de 1%. Estos son efectos netos de otras influencias.

Considerando aspectos demográficos más específicos, la presión demográfica ejercida por el número de campesinos con o sin tierra tiene sustancialmente más influencia en la deforestación que la presencia de asalariados agrícolas, pero estos aparecen como un factor importante de la fragmentación del bosque. Una fecundidad reducida en la población también muestra un efecto protector del bosque. En lo que respecta a la reforestación, los chances de que esta ocurra disminuyen sustancialmente con la presencia de asalariados agrícolas (y presumiblemente empresas agrícolas).

El factor no demográfico más importante en reducir los chances de deforestación es, con mucho, el Parque Nacional Corcovado. La dificultad de acceso al bosque también es un factor disuasivo importante. Por su parte, los asentamientos campesinos del IDA presentan un fuerte efecto deforestador y fragmentador, así como un efecto inhibidor de la reforestación.

¿Hasta qué punto las estimaciones de estos efectos son confiables, válidas y extrapolables? Un problema común a estudios de este tipo es el de la causalidad reversa. Por ejemplo, una fuerte asociación entre aumento de la población y tala del bosque podría resultar de que: primero se corta el bosque por razones puramente económicas y sin que realmente exista presión demográfica y en una segunda fase contingentes de población son atraídos a trabajar las tierras recientemente habilitadas. En esta situación hipotética el orden causal va de deforestación –la causa– a crecimiento poblacional –el efecto. Para disminuir la posibilidad de causalidad reversa, en el presente estudio se enfatizó el orden temporal de los factores: se tomó la presión poblacional al inicio del periodo (principio de los 1980s) y se observó el cambio en el uso del suelo en el periodo subsiguiente. Dada esta secuencia temporal es más difícil que la dirección causal sea en reversa. Deliberadamente se evitó la situación del ejemplo anterior y no se consideraron las fuertes asociaciones existentes en los datos entre aumento del potencial de población y cambios contemporáneos en la cobertura del bosque.

Otro elemento que puede restar validez a las relaciones estimadas es la incertidumbre o inexactitud en la medición de la cobertura de bosque. La experiencia indica que si bien estas mediciones se basan en instrumentos precisos como imágenes de satélite o fotografía aérea, hay una variación

alta en las interpretaciones que las personas hacen de esas imágenes para generar los mapas de uso del suelo. Incertidumbre adicional resulta de la falta de comparabilidad en las definiciones, métodos distintos en la manipulación de la imagen e, incluso, por el uso de diferentes proyecciones para representar en dos dimensiones imágenes curvas de la esfera terrestre. Para valorar la posibilidad de este tipo de problemas, se determinó la sensibilidad de los resultados de las regresiones logísticas al uso de un mapa alternativo de cobertura de bosque alrededor de 1995: el mapa producido de FONAFIFO. Se comprobó que los resultados del modelo reducido de deforestación eran muy estables, es decir los resultados casi no variaron cuando se usó el nuevo mapa. En contraste, se encontró gran inestabilidad en los efectos estimados con los modelos de reforestación y fragmentación, así como en los coeficientes de las variables demográficas específicas (modelo ampliado). Es posible que parte de esta volatilidad se deba simplemente a que el segundo mapa no tiene información sobre el 20% de la península debido a nubosidad. Pero también es probable que la inestabilidad se origine en la limitada confiabilidad de las mediciones en los mapas de uso de suelo. En particular, pareciera que los conceptos de reforestación y fragmentación son los más problemáticos de medir. No es tan descabellado pensar que hay errores en muchas de las áreas que aparecen como reforestadas. Algunas de ellas podrían estar parcialmente cubiertas de bosque, es decir en una zona gris en la que ligeros cambios en la definición o interpretación pueden hacer que se clasifiquen o no como bosque. De hecho en este estudio para el mapa de 1995 se incluyó como bosque aquellas áreas calificadas como charrales (regeneración arbórea) en el mapa original, lo que pudo influir en los conceptos antes expuestos. De la discusión anterior es, sin embargo, importante rescatar que el modelo reducido de deforestación es robusto y confiable.

La incertidumbre con los datos poblacionales es menos severa que con los de uso del suelo. La revisión de los mapas y bitácoras del censo de 1984 no da motivos para pensar que sectores de la península hayan quedado sin empadronar. Tampoco hay bases lógicas para que se empadronen hogares donde en realidad no los hay. El problema con la variable población más bien radica en la forma como fue operacionalizada para establecer el vínculo con la tierra; i.e., usando el concepto de potencial de población. Esto significa que en el presente estudio se valora únicamente el impacto del aumento de la población que habita en las inmediaciones del bosque. No se valora el efecto indirecto de, por ejemplo, un aumento en la demanda de madera producido por el aumento de la población en la capital. Tampoco se valora el efecto del aumento poblacional en una región distante, la que podría ser el lugar de origen de población inmigrante que deforesta el bosque de interés. Por otra parte, en el cálculo del potencial de población hay varios elementos de arbitrariedad; entre ellos, el ponderar la población por el inverso de la distancia (podría usarse otra función) o el medir las distancias en línea recta. Una de las alternativas al potencial de

población es vincular la población con la tierra sobre la base de los derechos de propiedad, pero esto requeriría mapas catastrales inexistentes en la zona. En suma, el uso de potencial de población es una solución de compromiso que únicamente captura el impacto de la población que habita en las inmediaciones del bosque.

A pesar de las limitaciones anotadas, las estimaciones de este estudio, especialmente las del modelo reducido de deforestación, son útiles para valorar el riesgo futuro de tala en diferentes zonas de la península y guiar acciones de política. Como se anotó en la sección de métodos, las estimaciones no están corregidas por autocorrelación espacial, lo que las hace más apropiadas para fines predictivos que analíticos. En este sentido, se han identificado áreas que están en alto riesgo de deforestación y que representan el 14% del bosque actual. La presión demográfica en estas áreas es tal, que probablemente será muy difícil evitar su tala. En el otro extremo, se ha identificado que más de la mitad del bosque de la península no está en riesgo inminente de tala en el corto o mediano plazo. Esta categoría está dominada por el Parque Nacional Corcovado, entidad que el modelo asume continuará ejerciendo una protección eficaz del bosque. Pero incluso este bastión se vería amenazado en un periodo subsiguiente si zonas identificadas como con riesgo intermedio de deforestación, que representan la tercera parte del bosque actual, son deforestadas. Estas zonas se ubican en los linderos del parque y constituyen una zona de amortiguamiento. Cabe también preguntarse ¿cuál es el umbral de deforestación en las cuencas medias y altas de esta región, antes que comiencen a manifestarse impactos ambientales sobre las poblaciones que presionan estas áreas, tales como deslizamientos de tierras, inundaciones, pérdida y contaminación de fuentes de agua y otras?

Este estudio aporta evidencia estadística de que el factor demográfico ha jugado un rol importante en la dinámica del uso del suelo en la península. El impacto de la vecindad de asentamientos humanos en la deforestación se distingue con claridad en los datos. Documentar esta relación puede ser para muchos un ejercicio trivial por lo obvio. Debe recordarse, sin embargo, que no pocos autores consideran que los procesos de tala o recuperación del bosque en Costa Rica tienen poco que ver con la demografía: que habrían ocurrido de todas maneras cualquiera hubiese sido la dinámica demográfica del país pues responden principalmente a factores económicos e institucionales.

Además de documentar la relación de la población con el bosque, este estudio ha aportado información sobre la localización y magnitud de los asentamientos humanos en la península y su posible impacto en el corto y mediano plazo. Las instituciones del Estado y la sociedad civil preocupadas por la conservación del bosque en la península tienen varios cursos posibles de acción ante la evidencia presentada. Uno podría ser el

evitar nuevos asentamientos campesinos de parte del IDA o manejarlos con mayor prudencia. Otro es la educación y asistencia a las poblaciones existentes y futuras para reducir su impacto deforestador. La decisión de abrir nuevas carreteras en la península es también un elemento de política que puede tener considerable impacto ambiental y debe, en consecuencia, manejarse con cautela. El establecimiento del Parque Nacional Corcovado fue una medida visionaria, aunque en su momento no estuvo libre de controversia. La protección subsiguiente del parque, incluso con medidas compulsivas cuando fue necesario, como por ejemplo cuando se expulsó a los buscadores de oro, ha redondeado una política de conservación que los datos muestran ha sido muy efectiva y que, por tanto, debe continuarse y reforzarse en el futuro. En especial cuando se tiene presente que la población del país y de la zona continuará aumentando durante muchas décadas más.

Bibliografía

- Arias, E. (1996). Vegetación y zonas costeras de la Península de Osa. Fundación Neotrópica-CEAP-BOSCOSA. Manuscrito no publicado. San José, C. R., 42 p.
- Barquero, L. A. (1988). Diagnóstico ambiental y zonificación de la cuenca del Río Rincón, basada en la opinión campesina. Península de Osa, Costa Rica. Tesis Licenciatura en Geografía. Universidad de Costa Rica.
- Borowi, F. (1996). Diagnóstico ambiental y propuesta temática para el programa de educación ambiental del Centro Juvenil Tropical. Fundación Neotrópica-Centro Juvenil Tropical. Aguabuena de Osa. Manuscrito no publicado. p.i.
- Chapman, K. (1979). People, pattern and process. An introduction to human geography. Buttler & Tanner, England. 334 p.
- Clark University (1997). Idrisi for Windows, v.2.0. Clark Labs for Cartographic Technology and Geographic Analysis. Worcester.
- Costa Rica. Instituto Geográfico Nacional-Banco Interamericano de Desarrollo (1987). Evaluación del uso actual de la tierra mediante la utilización de la técnica de percepción remota. Informe Final. Convenio ATN/SF-1869-CR. Manuscrito no publicado. San José, C.R.
- Cuello, C.; Brandon, K. & Margoluis, R. (1998). Costa Rica: Corcovado National Park. In: Brandon, K.; Redford, K. y Sanderson, S. Eds. Parks in Peril: people, politics, and protected areas. The Nature Conservancy, Virginia. Pp. 143-191.
- Fundación Neotrópica-Centro de Estudios Ambientales y Políticas (1998). Mapas de capacidad de uso de la tierra, clases forestales. Instituto Geográfico Nacional. Escala 1:50.000 (color): Sierpe, Rincón, Llorona, Golfo Dulce, Carate y Madrigal. San José, C.R.
- Fundación Neotrópica-Nepenthes (1995). The Tropical Youth Centre Project: evaluation report. Manuscrito no publicado.
- Harrison, S. (1991). Population growth, land use and deforestation in Costa Rica 1950-1984. Interciencia, 16(2), 83-93.
- Hartshorn, G. (1991). Plantas. In: Janzen, D. Ed. Historia natural de Costa Rica. Traducción al español de Manuel Chavarría. 1ª. Ed. San José, C.R. Editorial de la Universidad de Costa Rica. Pp. 119-160.

- Herrera-MacBryde, O., Maldonado, T.; Jiménez, V. & Thömsen, K. (1997). Osa Peninsula and Corcovado National Park, Costa Rica. Central America: CPD site MA 18. In: WWW and IUCN. Centres of plant diversity. A guide and strategy for their conservation. Vol. 3, The Americas. IUCN Publications, Cambridge, UK. pp.215-220.
- Kaimowitz, D., & Angelsen, A. (1998). Economic Models of Tropical Deforestation. A review. Bogor, Indonesia: Center for International Forestry Research (CIFOR).
- Last, J. M. (1983). A Dictionary of Epidemiology. New York: Oxford University Press.
- Lewis, B. (1982). Reseña histórica de la población y los recursos naturales de la Península de Osa, Pacífico Sur, 1848-1981. Revista Geográfica de América Central no.17-18. Pp.123-130.
- Maldonado, Tirso (1997). Uso de la tierra y fragmentación de bosques. Algunas áreas críticas en el Area de Conservación Osa, Costa Rica. Fundación Neotrópica, Centro de Estudios Ambientales y Políticas. Manuscrito no publicado. San José, C.R.
- Mansour, J. Ed. (1995). Parks in peril source book. The Nature Conservancy: America Verde Publications. Virginia, pp.30-33.
- Myers, N. (1991). The world's forests and human populations: the environmental interconnections. In K. Davis, & M. S. Bernstam (Editors.), Resources, environment and population: present knowledge, future options. Supplement (Population and Development Review 16). (pp. 237-251). New York: The Population Council/Oxford University Press.
- Rosero Bixby, L. (1991). Interaction Diffusion and Fertility Transition in Costa Rica. Ph.D. dissertation, University of Michigan, Ann Arbor.
- Rosero-Bixby, L. y Palloni, A. (1998). Population and deforestation in Costa Rica. Population and Environment: A Journal of Interdisciplinary Studies, 20 (2): 149-185.
- Sader, S. A., & Joyce, A. T. (1988). Deforestation rates and trends in Costa Rica, 1940 to 1983. Biotropica, 20(1), 11-19.
- Soto, R. y Jiménez, V. (1992). Evaluación ecológica rápida. Península de Osa. Costa Rica. Fundación Neotrópica-Fondo Mundial para la Naturaleza (WWF). p.i. Manuscrito no publicado.
- Statacorp (1997). Stata Statistical Software: release 5. College Station, Texas: Stata Corporation.
- Thömsen, K. (1997). Comparison of diversity and structure of lowland rainforest in the Osa Peninsula, Costa Rica, and other Neotropical regions. In: Thömsen, K. Potential of non-timber forest products in tropical rain forest in Costa Rica. Ph.D. dissertation, University of Copenhagen. Denmark.
- Wallace, D. (1992). The quetzal and the macaw. The story of Costa Rica's National Parks. Sierra Club Books, San Francisco.
- Wells, M. y Brandon, K. (1992). People and parks: linking protected areas management with local communities. The World Bank, World Wildlife Fund, USAID; Washington, D.C.

Cuadro 1. Probabilidades de deforestación, reforestación y fragmentación, Osa, 1980-1995.

Potencial de hogares 1984	Deforestación		Reforestación		Fragmentación	
	Probab.	(N)	Probab.	(N)	Probab.	(N)
Totales	15.8%	(17862)	32.0%	(5226)	2.6%	(14679)
Despoblado	0	(2 030)	100.0	(89)	0	(2 030)
1-4	1.5	(2 515)	31.6	(455)	0	(2 421)
5-9	7.2	(3 390)	48.8	(823)	0.1	(3 021)
10-14	15.0	(3 232)	28.1	(814)	1.1	(2 683)
15-24	25.2	(3 766)	33.3	(831)	4.8	(2 767)
25-49	31.6	(2 046)	23.1	(779)	9.7	(1 354)
50-74	51.8	(808)	25.5	(1 062)	20.8	(369)
75 y+	53.3	(75)	21.4	(373)	11.7	(34)

N = Número de celdas (de 6.25 Ha c/u) en el denominador

Cuadro 2. Probabilidades de deforestación, reforestación y fragmentación de bosques según variables no demográficas. 1980-1995.

Variables no demográficas	Deforestación		Reforestación		Fragmentación	
	Probab.	(N)	Probab.	(N)	Probab.	(N)
Totales	15.8%	(17 862)	32.0%	(5 226)	2.6%	(14 679)
Cercanía a borde del bosque						
< 1 km	22.2	(11 017)	32.0	(5 226)	4.5	(8 326)
2-4 km	6.4	(5 908)	0.0	(0)	0.1	(5 419)
> 5 km	0.2	(937)	0.0	(0)	0.0	(934)
Cercanía a caminos						
< 1 km	30.3	(4 683)	24.8	(3 755)	3.7	(3 193)
2-4 km	18.2	(4 976)	34.6	(751)	4.8	(4 007)
5-9 km	9.1	(5 121)	38.8	(389)	1.5	(4 551)
> 10 km	0.8	(3 082)	100.0	(331)	0.1	(2 928)
Áreas protegidas						
No protegidas	38.4	(3 043)	23.6	(4 029)	14.3	(1 659)
Reserva forestal	19.6	(8 301)	44.8	(858)	2.2	(6 567)
Reserva indígena	4.4	(435)	0.0	(0)	0.0	(411)
Parque nacional	0.1	(6 083)	100.0	(339)	0.0	(6 042)
Asentamientos del IDA:						
Asentamiento del IDA	82.5	(361)	8.1	(877)	9.5	(495)
Resto	14.8	(17 501)	36.4	(4 349)	2.4	(14 184)
Precipitación anual						
< 4000 mm	26.6	(2 579)	22.9	(2 061)	10.0	(1 834)
> 4000 mm	14.0	(15 283)	37.9	(3 165)	1.5	(12 845)
Zonas de vida (Holdridge)						
Bosque húmedo-Tropical	35.4	(240)	24.3	(1 288)	2.6	(151)
Muy húmedo-Premont trans.Basal	28.6	(3 600)	32.5	(1 929)	8.8	(2 389)
Muy húmedo-Tropical	13.1	(11 888)	35.6	(1 934)	1.6	(10 163)
M. húm.-trop. transic. Premontano	2.5	(1 731)	44.4	(18)	0.0	(1 685)
Pluvial-Premontano transic. Basal	27.3	(330)	57.1	(35)	1.7	(235)

N = Número de celdas (de 6.25 Ha c/u) en el denominador

IDA = Instituto de Desarrollo Agrario

Cuadro 3. Coeficientes de la regresión logística reducida en las probabilidades de deforestación, reforestación y fragmentación. Osa 1980-1995

Variables Explicatorias	Deforestación		Reforestación		Fragmentación	
	Coef.	(z)	Coef.	(z)	Coef.	(z)
Numero de viviendas en 1984 (log)	0.616	(14.4)	-0.369	(-7.0)	1.067	(8.1)
Accesibilidad:						
Km. del borde del bosque (log)	-0.548	(-10.8)	-0.558	(-6.9)	-1.545	(-9.5)
Km. desde carretera (log)	-0.112	(-3.6)	0.144	(2.7)	0.431	(5.1)
Kms. desde cuerpos de agua (log)	-0.379	(-8.5)	0.055	(0.7)	-0.046	(-0.4)
Area Protegida:						
Parque Nacional Corcovado	-4.335	(-12.7)	(a)		(a)	
Reserva Forestal	-0.562	(-9.9)	0.599	(6.0)	-1.154	(-8.2)
No Protegido	0.000	Refer.	0.000	Refer.	0.000	Refer.
Asentamientos del IDA						
Asentamiento del IDA	0.413	(5.0)	-1.222	(-10.0)	1.072	(5.1)
Resto	0.000	Refer.	0.000	Refer.	0.000	Refer.
Precipitaciones:						
Más de 4000 pmc	0.056	(0.9)	0.101	(1.2)	-1.647	(-12.0)
Más de 4000 pmc	0.000	Refer.	0.000	Refer.	0.000	Refer.
Pendiente del terrero:						
Más de 3% de inclinación	-0.050	(-1.0)	-0.181	(-2.2)	0.306	(2.3)
Resto	0.000	Refer.	0.000	Refer.	0.000	Refer.
Zonas de vida:						
Bosque húmedo-Tropical	-1.061	(-6.6)	0.679	(4.6)	-1.912	(-3.4)
Muy húmedo-Premontano	-0.038	(-0.6)	0.206	(1.8)	0.742	(4.5)
trans.Basal						
Muy húmedo-Tropical	0.000	Refer.	0.000	Refer.	0.000	Refer.
M. húm.-trop. transic.	-0.763	(-4.7)	0.160	(0.3)	(b)	
Premontano						
Pluvial-Premontano transic.	0.367	(2.7)	0.318	(0.9)	-1.043	(-2.0)
Basal						
Constante	-2.226	(-14.7)	-0.004	(0.0)	-4.959	(-11.0)
N celdas	17806		4887		7861	
Pseudo R2	0.247		0.073		0.301	

"log" = logaritmo natural. IDA = Instituto de Desarrollo Agrario

(a) Variable descartada para evitar multicolinealidad.

Cuadro 4. Coeficientes de la regresión logística ampliada en las probabilidades de deforestación, reforestación y fragmentación. Osa 1980-1995

Variables	Deforestación		Reforestación		Fragmentación	
	Coef.	(z)	Coef.	(z)	Coef.	(z)
Explicatorias						
Población en 1984:						
Asalariados agrícolas (log)	0.146	(2.6)	-0.360	(-5.2)	1.054	(6.3)
Terratenientes (log)	0.482	(3.8)	0.186	(1.1)	2.798	(5.6)
Campeños sin tierra (log)	0.383	(7.1)	-0.101	(-1.4)	0.103	(0.6)
Cocinas con leña (log)	-0.176	(-1.5)	-0.262	(-1.5)	-2.018	(-4.6)
Fecundidad en transición:						
Sí (< 6 hijos)	-0.361	(-3.2)	0.139	(0.9)	0.320	(1.1)
No	0.000	Refer.	0.000	Refer.	0.000	Refer.
Pobreza:						
90% y mas de hogares pobres	-0.161	(-1.8)	-0.524	(-5.2)	-0.858	(-3.2)
Resto	0.000	Refer.	0.000	Refer.	0.000	Refer.
Migrantes de toda la vida:						
35% y mas de migrantes	-0.040	(-0.7)	0.389	(4.3)	0.331	(1.9)
Resto	0.000	Refer.	0.000	Refer.	0.000	Refer.
Accesibilidad:						
Kms. del borde del bosque (log)	-0.500	(-9.5)	-0.583	(-6.6)	-1.681	(-9.9)
Km. desde carretera (log)	-0.178	(-5.5)	0.237	(4.2)	0.327	(3.4)
Km. desde cuerpos de agua (log)	-0.466	(-10.3)	0.114	(1.5)	-0.271	(-2.1)
Area Protegida:						
Parque Nacional Corcovado	-3.403	(-9.7)	(a)		(a)	
Reserva Forestal	-0.460	(-7.7)	0.614	(5.9)	-0.654	(-4.0)
No Protegido	0.000	Refer.	0.000	Refer.	0.000	Refer.
Asentamientos del IDA:						
Asentamiento del IDA	0.386	(4.6)	-1.294	(-10.4)	0.762	(3.6)
Resto	0.000	Refer.	0.000	Refer.	0.000	Refer.
Precipitaciones:						
Más de 4000 pmc	0.046	(0.7)	0.014	(0.2)	-1.293	(-7.9)
Menos de 4000 pmc	0.000	Refer.	0.000	Refer.	0.000	Refer.
Pendiente del terreno:						
Más de 3% de inclinación	-0.068	(-1.3)	-0.249	(-2.8)	0.334	(2.3)
Resto	0.000	Refer.	0.000	Refer.	0.000	Refer.
Zonas de vida:						
Bosque húmedo-Tropical	-0.825	(-4.9)	0.991	(6.0)	-1.853	(-3.1)
Muy húmedo-Premont trans.Basal	-0.031	(-0.5)	0.524	(4.1)	0.623	(3.4)
Muy húmedo-Tropical	0.000	Refer.	0.000	Refer.	0.000	Refer.
M. húm.-trop. transic. Premontano	-0.715	(-4.4)	0.221	(0.4)	(b)	
Pluvial-Premontano transic. Basal	0.499	(3.4)	-0.008	(0.0)	-0.490	(-0.9)
Constante	-1.777	(-10.8)	-0.053	(-0.3)	-4.704	(-8.5)
Pseudo R2	0.261		0.092		0.339	

"log" = logaritmo natural. IDA = Instituto de Desarrollo Agrario.