

# Presión demográfica sobre los bosques y áreas protegidas, Costa Rica 2000 <sup>1</sup>

Róger Bonilla-Carrión <sup>2</sup>  
Luis Rosero-Bixby <sup>3</sup>

## Resumen

El estudio relaciona datos geocodificados del censo de población de Costa Rica del año 2000 con información forestal, geofísica e institucional en un sistema de información (SIG). La mayor parte de la población del país vive a menos de 20 km del bosque y de las áreas protegidas (AP). El valor modal es de 5 km hacia el bosque, la distancia mediana al bosque y a las AP es de 4,7 y 5,7 km respectivamente. Se estiman dos indicadores de presión demográfica sobre el bosque. El primero, que denominamos de estrés sobre el bosque, se basa en el número de habitantes en un radio de 5 km del bosque. Según el indicador, el 6% de los bosques experimentan alto estrés (más de 5.000 personas en dicho radio), en donde están ubicadas zonas de crecimiento urbanístico. El segundo indicador estima las probabilidades de deforestación para principios del siglo XXI a partir de un modelo calibrado con datos de los años de 1980 y 1990. El 37% de los bosques actuales tienen altas probabilidades de ser deforestados en el

---

<sup>1</sup>Reconocimientos: El Instituto Nacional de Estadística y Censos (INEC) facilitó la base de datos del censo del 2000 y la cartografía censal. El Fondo Nacional de Financiamiento Forestal (FONAFIFO) proporcionó el mapa de uso del suelo de 1996. El Centro Centroamericano de Población (CCP) efectuó la geocodificación del censo y proporcionó las bases de datos usadas en el estudio de Chaves & Rosero (2001). Gilbert Brenes y Ericka Méndez hicieron valiosos comentarios al trabajo.

<sup>2, 3</sup>Centro Centroamericano de Población (CCP) de la Universidad de Costa Rica. rebonill@ccp.ucr.ac.cr, lrosero@ccp.ucr.ac.cr

corto plazo. El noroeste del país (Guanacaste) es la zona más crítica, casi el 60% de los bosques tiene altas probabilidades de ser deforestados. Se hace un análisis de los riesgos de deforestación a nivel de unidades territoriales específicas (cantones).

Palabras claves: Presión demográfica, población, bosques, riesgo de deforestación, GIS.

## **Introducción**

Bosque y población son una dualidad aparentemente irreconciliable. Varios estudios han mostrado la conexión inversa entre la población y el bosque; en especial, cómo el rápido crecimiento de la población está asociado con la deforestación masiva de los trópicos, que tuvo lugar especialmente durante la segunda mitad del siglo XX (Preston, 1994; Rosero & Palloni, 1998).

Costa Rica es una nación que ha experimentado tasas de crecimiento poblacional y deforestación entre las más altas del mundo. En un plazo de cincuenta años, la población se quintuplicó y al mismo tiempo se talaron unos 11 mil kilómetros cuadrados de bosque, la quinta parte del territorio continental. Varios estudios postulan una relación causal entre estos dos fenómenos (Pérez & Protti, 1978; Hartshorn, 1983; Bonilla, 1985).

Estudios recientes han cuantificado el impacto del aumento de la población sobre el riesgo de deforestación en Costa Rica, luego de controlar otros factores como la accesibilidad del bosque o las zonas de vida. Para el periodo 1973-83 se ha estimado que un aumento de 1% en la presión demográfica incrementa en 0,3% el riesgo de tala de una parcela de bosque (Rosero & Palloni, 1998). En la Península de Osa y el periodo 1980-95, se ha determinado que un aumento de 1% en la presión demográfica (medida por el número de viviendas en las cercanías) eleva el riesgo de deforestación en 0,6% (Rosero, Maldonado & Bonilla, 2002). En el mismo periodo y en todo el país, el efecto estimado es de 0,1% (Chaves & Rosero, 2001), es decir sustancialmente menor que en la década previa y que en la Península de Osa.

En contraste con lo anterior, Harrison (1991) encuentra poca evidencia de que el fenómeno poblacional sea un factor de deforestación en Costa Rica, lo que le lleva a concluir que la deforestación ocurrida desde 1950, se hubiese dado de todos modos, aún si la población del país no hubiese crecido. Un estudio más reciente del Banco Mundial, basado en la observación de 52 lugares de deforestación, también concluye que los efectos demográficos son débiles, por lo menos en la Costa Rica del decenio de 1990 (Lutz et al., 1993). Cruz (1992), por su parte, concluye que el principal factor de deforestación en la década de 1980 fue la

migración de precaristas hacia tierras con bosque, en parte promovido por las políticas de asentamientos humanos del gobierno, fenómeno que se incrementó en parte debido a la crisis económica de alrededor de 1980.

La demografía no es, ciertamente, el único factor de deforestación. Otros factores asociados son las deficiencias en el mercado de créditos y capitales, y en las instituciones de tenencia de la tierra; la pobreza, mala distribución de la propiedad de la tierra, ciertos hábitos de consumo, particularmente en las naciones industrializadas, ciertas acciones de las compañías multinacionales y la ignorancia del colonizador de la frontera agrícola. Los mercados internacionales y las políticas locales de crédito que favorecen la ganadería y las plantaciones bananeras, son ejemplos costarricenses de estos otros factores (Rosero & Palloni, 1998). Algunos fenómenos geofísicos como precipitaciones, pendiente del terreno, tipo de suelo, accesibilidad y zonas de vida también aceleran -o debilitan- el proceso de deforestación. Sin desconocer estos otros factores, el presente estudio se concentra en el impacto de la población sobre la conservación del bosque, aunque hay autores, como Harrison (1991), que le restan cualquier significación a la demografía en la deforestación.

¿Cómo se relacionan físicamente la población y el bosque en el territorio costarricense? Este estudio estima la cercanía física existente entre la población y el bosque en Costa Rica. Primeramente, determina la distribución de la población del censo del 2000 según la distancia del bosque más cercano al lugar donde está el hogar de la persona, como una aproximación al problema de establecer el grado de interacción entre bosque y población. Una estimación similar se efectúa para las áreas protegidas. La cercanía del bosque a la población puede interpretarse como indicador del grado en que éste influencia a aquélla. Poblaciones que residen cerca del bosque pueden tener una actitud de mayor respeto y comprensión hacia éste y su conservación. Las actividades humanas, la cosmovisión y la modificación del entorno son procesos diferenciados dependiendo del entorno en el que el ser humano esté habituado. Autores como White (1983) afirman que existe una coincidencia de las cercanías de objetos de estudio (geografía), en este caso bosques y personas, con procesos sociales (sociología). Las actividades humanas son diferentes en un entorno boscoso, en donde el ser humano está en constante convivencia con la Naturaleza y la urbanización está de alguna forma supeditada por la barrera natural que imponen los bosques, que fuera del entorno boscoso, en donde predomina la urbanización y se dan algunos procesos demográficos más acelerados.

Determinar qué tan cerca del bosque vive la población no necesariamente sirve para caracterizar la presión demográfica sobre el bosque. Una gran cantidad de población viviendo cerca del bosque puede significar, en efecto, presión demográfica para convertir el bosque contiguo en áreas de

cultivo o incluso áreas residenciales. Sin embargo, si el bosque es extenso, esta presión será únicamente sobre la orilla y no sobre el bosque profundo. En cambio, si el bosque está muy fraccionado, lo anterior sí puede significar una fuerte presión sobre el bosque. Para medir la presión demográfica es necesario determinar a qué distancia se encuentra cada árbol o parcela de bosque de los seres humanos. Una forma simple de operacionalizar esta idea, que adoptamos en el presente estudio, es dividir el bosque en parcelas de tamaño estándar (750 m de lado) y cuantificar para cada una de ellas, la cantidad de población que se encuentra dentro de un radio determinado (5 km en este estudio). Por ejemplo, una parcela de bosque con 100.000 personas viviendo a un radio de 5 km o menos sufre una mayor presión demográfica que una parcela sin población en el mismo radio.

Una segunda forma más elaborada de determinar la presión demográfica sobre el bosque es estimando las probabilidades de deforestación esperadas, según un modelo calibrado de antemano sobre una base empírica. Para este estudio usamos el modelo de deforestación estimado por Chaves & Rosero (2001) con datos de Costa Rica de la década de 1980 y principios de los noventa. Las probabilidades esperadas del modelo constituyen una proyección de los riesgos futuros de deforestación debidos a aumento de la población y si en el país no variasen las condiciones (excepto la población) bajo las cuales se estimó el modelo.

Los resultados de estos dos indicadores de presión demográfica sobre cada parcela de bosque, se presentan para todo el país y para unidades geográficas (provincias y cantones) a las que pertenece cada celda de bosque. De este modo se busca que la información sirva a los gobiernos locales para la toma de decisiones en materia del ordenamiento territorial y conservación del bosque.

## **Datos y métodos**

Para efectuar el estudio primero fue necesario contar con un sistema de información geográfico (SIG) con los datos del censo del año 2000 y la información geofísica sobre bosques, áreas protegidas y similares. Este estudio aprovechó el SIG desarrollado por Chaves & Rosero (2001), al que le agregó la información demográfica del censo del 2000 geocodificado.

El SIG usado en el estudio consiste en un sistema de tipo “ráster”<sup>4</sup> que divide el territorio nacional en celdas de 750 metros de lado. Cada celda o píxel de este SIG constituye un registro en la base de datos para el estudio. El territorio de Costa Rica, excluyendo la isla del Coco, está integrado por aproximadamente 91.000 de estos registros o parcelas.

### **Información demográfica del censo 2000**

La información del censo del 2000 se integró al SIG por medio de cerca de 18.000 puntos en el territorio, que representan la localización de los centroides de los segmentos censales. Para ello fue necesario geocodificar (establecer las coordenadas geográficas de latitud y longitud) cada uno de estos puntos. La geocodificación se efectuó siguiendo un procedimiento similar al usado para los censos de 1973 y 1984 (Rosero & Palloni, 1998), sobre cartografía usada en el censo y que está disponible en el Instituto Nacional de Estadística y Censos (INEC).

Un segmento censal es una pequeña área geográfica bien delimitada que incluye aproximadamente 60 viviendas en el área urbana y 40 viviendas en el área rural. El INEC define los segmentos censales con el propósito de asignar las áreas de enumeración a los empadronadores. El segmento suele ser de una o dos manzanas en áreas urbanas. En las áreas rurales, en cambio, puede alcanzar varios centenares de hectáreas de superficie, aunque las viviendas tienden a concentrarse en una fracción de este territorio, (esto hace preferible geocodificar los segmentos en su centroide demográfico, en vez de como un polígono).

Los segmentos se geocodificaron como puntos y no como polígonos. Para ello el primer paso fue establecer un centroide poblacional del segmento. Este centroide es un punto imaginario equidistante a cada una de las viviendas del segmento. A continuación se identificaron en el mapa las coordenadas cartesianas (latitud y longitud) del centroide, para lo cual fue necesario apoyarse en puntos de referencia adicionales, debido a que la cartografía censal no está georeferenciada (no tiene las coordenadas terrestres). El procedimiento supone que todas las viviendas del segmento censal se concentran en un solo punto.

Las coordenadas geográficas se agregaron a una base de datos de segmentos con información del censo del 2000. Esta base de datos fue creada a partir del archivo electrónico original del censo proporcionado por el INEC y que puede ser consultado por Internet en el Centro Centroamericano de Población. (<http://censos.ccp.ucr.ac.cr>).

---

<sup>4</sup>El ráster es un conjunto de cuadrículas (píxeles) del mismo tamaño que conforman la composición de una imagen.

La información censal geocodificada (puntos) se “rasterizó” en celdas o píxeles de 750 metros del SIG, siguiendo un procedimiento similar al empleado por Chaves & Rosero (2001). Se determinaron los siguientes indicadores demográficos para cada celda (dado que éstas miden 750 m de lado, la división entre 0,5625 resulta en densidad por km cuadrado):

- Número de habitantes.
- Número de viviendas
- Número de individuos ocupados en actividades de extracción primaria, principalmente agricultura.

También se calculó para estos tres indicadores el “potencial población” de cada celda del SIG. El potencial poblacional, un concepto bien conocido en geografía humana, en una celda **i** está dado por:

$$\sum_j \frac{P_j}{D_{ji}}$$

En donde **P<sub>j</sub>** es la población (o las viviendas) en un punto o localidad **j** y **D<sub>ij</sub>** es la distancia de **i** a **j**. La sumatoria se aplicó a todos los segmentos en un radio de 5 kilómetros.

### **Información forestal, geofísica e institucional**

Se usó el mapa de cobertura boscosa más actualizado, que corresponde a 1996, el cual fue también usado por Chaves & Rosero para calibrar el modelo de probabilidad de deforestación en el periodo 1980-1996. Este mapa fue elaborado por el Centro de Investigaciones y Desarrollo Sostenible de la Universidad de Costa Rica (CIEDES/UCR), para el Fondo Nacional de Financiamiento Forestal (FONAFIFO) con base en imágenes del satélite tipo LANDSAT Mapeador Temático (TM), las cuales tienen una resolución espacial de 28.5 metros. Aproximadamente 10% de este mapa está cubierto por nubes. Las celdas de nubes fueron declaradas como “valores faltantes” en el SIG. Menos del 2% de la población vive en áreas ocultas por nubes.

La información geofísica e institucional del SIG desarrollado por Chaves & Rosero (2001) incluye datos sobre accesibilidad del bosque (distancia a carreteras, a cursos de agua y al borde del bosque), ya que los recursos naturales ubicados cerca a carreteras o al borde del bosque, estén en mayor riesgo de ser deforestados y recibir mayor presión demográfica, que los recursos menos accesibles. También incluye una variable de inclinación del terreno (pendiente) y otra variable que identifica la zona de vida (Holdridge & Tosi, 1972). La información institucional incluyó una clasificación en tres categorías de áreas protegidas: alta (parques

nacionales y las reservas biológicas) media (refugios de vida silvestre y las reservas forestales) y protección baja (zonas protectoras y corredores biológicos).

### **Interacción entre bosque y población**

Para cada celda del territorio nacional se determinaron en el SIG las siguientes tres variables:

- 1) Distancia del centro de la celda al bosque más cercano (cero si la celda contiene bosque). Toda la población de la celda se considera que reside a esta distancia del bosque.
- 2) Población que reside dentro de un radio de 5 km. del centro de la celda. Cómputo realizado únicamente para las 36 mil celdas con bosque. Dado que el cálculo se refiere a un círculo de 78,54 Km cuadrados, La población contabilizada en el círculo se dividió entre esta cantidad para tener un indicador de densidad de población por km cuadrado.
- 3) Probabilidad esperada o proyectada de deforestación de una celda con bosque. Las probabilidades proyectadas de deforestación fueron clasificadas en “Alto riesgo” y “Bajo riesgo” según si la probabilidad superaba o no el valor de 0,36. Chaves & Rosero (2001) determinaron que 0,36 es un punto óptimo que maximizan los valores predictivos del modelo.

Para obtener las probabilidades proyectadas de deforestación en cada celda de bosque, se reemplazan en el modelo los valores de las variables demográficas del censo del 2000 (Chaves & Rosero usaron las variables demográficas del censo de 1984), mientras que las variables geofísicas e institucionales se mantienen constantes. De este modo se proyecta un escenario de “deforestación demográfica”. Es decir, no se consideran efectos de, por ejemplo, la construcción de una nueva carretera o el establecimiento de un parque nacional.

Chaves & Rosero estimaron su modelo con datos de deforestación en el periodo 1980-96 e información del censo de 1984. La presente proyección, basada en el mapa de 1996 y el censo del 2000 es, por tanto, para el periodo 1996-2012 o, en breve, para la primera década del siglo XXI aproximadamente.

## **Resultados**

El censo del 2000 empadronó 3,8 millones de personas en Costa Rica. La clasificación de la imagen del satélite indica que hacia 1996 el país tenía

una cobertura boscosa de aproximadamente 34%. El Mapa 1 compara la ubicación de estas áreas boscosas con la población del censo. Se observa que la ubicación espacial de la población y el bosque es casi excluyente. En las sociedades modernas este fenómeno es común: son raros los seres humanos que habitan el bosque, como los grupos Bribris que habitan al sudeste de Costa Rica, dentro del parque nacional La Amistad.

El mapa muestra hacia el centro del país la ubicación de la Gran Área Metropolitana (GAM), el conglomerado urbano más grande y más densamente poblado que incluye la capital, San José. Se estima que 1,7 millones de personas viven en el GAM (45% de la población), la cual tiene escasos reductos de bosques.

El norte de Costa Rica es una zona relativamente poco poblada, sin embargo los bosques de dicha región han sufrido un serio proceso de fragmentación en las últimas décadas. Al noroeste de Costa Rica, en la Península de Nicoya, se ubican varios poblados -Nicoya y Santa Cruz son los más importantes- cerca de zonas boscosas que han experimentado un proceso de restauración y conservación en los últimos años (Allen, 2001).

### **Interacción población y bosque**

La distribución de la población total y de los agricultores según la distancia al bosque se muestra en el Gráfico 1. Prácticamente todos los habitantes de Costa Rica viven a menos de 20 km del bosque. El valor modal es de 5 km, la distancia mediana es 4,7 km para la población total y 3,1 km para los agricultores (Tabla 1).

El 11% de la población (406 mil personas) y el 23% de los agricultores (50 mil) viven a menos de 1 km del bosque (Tabla 1). Estas cifras, que incluyen a unos pocos habitantes dentro del bosque, corresponden a los habitantes del país con probablemente una gran familiaridad con el bosque. En el otro extremo, el 7% de la población (272 mil individuos) residen a 10 km o más del bosque y, por ende, con menor contacto con él. El grueso de la población de Costa Rica (82%) y de los agricultores (69%) residen a entre 1 y 10 km del bosque.

Los cantones de Costa Rica en los que la población se encuentra en mayor contacto con el bosque son Hojancha, Nicoya y Nandayure (Guanacaste) y Dota (San José) (Anexo). En estos cantones, más del 50% de la población reside muy cerca del bosque (menos de 1 km). Es interesante notar que estos cantones no son los que tienen mayor proporción de su territorio en bosques. El Anexo muestra que los cantones con mayor porcentaje de área boscosa son Heredia (84%, efecto del distrito Sarapiquí), Paraíso (74%, bosques del parque nacional Tapantí) y Coronado (73%, parque nacional Braulio Carrillo).



En el otro extremo, los cantones en los que una importante proporción de su población (20% o más) tiene poco contacto con el bosque (reside a más de 10 km) son San José, Tibás y Curridabat (San José) y Santo Domingo (Heredia).

Las áreas protegidas (AP) presentan una situación similar a la de las áreas boscosas (Tabla 2), debido a la coincidencia institucional en la definición de AP y las áreas boscosas. Al igual que las áreas boscosas, prácticamente todos los habitantes de Costa Rica viven a menos de 20 km de una AP. En contacto cercano de las AP (menos de 1 km) vive el 3% de la población (125 mil personas) y el 5% de los agricultores. La población de Costa Rica reside a una distancia mediana aproximada de 5,7 km de un área protegida, para el caso de los agricultores es levemente mayor (6 km).

### **Presión demográfica sobre el bosque**

El Gráfico 2 presenta la distribución de las áreas boscosas de Costa Rica según la densidad de población en un radio de 5 km a la redonda. La parcela de bosque mediana tiene aproximadamente 400 personas dentro de ese radio según el censo del 2000, para una densidad de 5 habitantes por km cuadrado. Se definió una parcela de “bosque bajo estrés” a aquella parcela que tuviese 5000 personas o más viviendo en un radio de 5 km a la redonda (65 personas por km cuadrado). El 6% de los bosques de Costa Rica experimentan estrés medido de esta forma. El Mapa 2 muestra la ubicación de estos bosques estresados. Más de la mitad de los bosques de La Unión (Cartago), Montes de Oca, Desamparados, Alajuelita, San Isidro, Santa Ana y Escazú (San José) experimentan estrés (Anexo). Los cantones de Guatuso, Los Chiles, Bagaces (Zona Norte), Parrita, Bagaces y Talamanca son cantones en donde menos del 1% de sus bosques están clasificados como bosques bajo estrés.

El segundo indicador de presión demográfica – celda boscosa en alto riesgo de deforestación– afecta al 37% de los bosques actuales de Costa Rica.

El Mapa 3 muestra la ubicación precisa de las áreas en alto riesgo de deforestación (rojo). Aunque se observan zonas de deforestación probable dispersas en todo el territorio, las mayores concentraciones de bosques en riesgo ocurren en Guanacaste, la zona norte y un callejón en la zona de Cahuita y Puerto Viejo en Limón. Estas tres zonas ‘críticas’ deben recibir atención prioritaria en los esfuerzos por conservar los bosques en el país

La desagregación por regiones de los dos indicadores de presión demográfica (Gráfico 3) muestra que el Área Metropolitana tiene los porcentajes más altos de bosques estresados y en riesgo de deforestación. El resto del Valle Central tiene el segundo lugar en bosques bajo estrés

(11%) y la región Huetar Norte el tercero (6%). Los bosques de la región Pacífico Central son los menos estresados (2.5%). La región Chorotega y el Pacífico Central ocupan el segundo (55%) y tercer lugar (48%) de bosques en riesgo futuro. El resto del Valle Central tiene el porcentaje más bajo de bosques en riesgo de deforestación (20%).

El anexo muestra el desglose por cantones de los indicadores de presión demográfica en el bosque. Más de la mitad de los bosques actuales de los cantones de Los Chiles (frontera norte) y los cantones de la provincia de Guanacaste: Abangares, Nandayure, Hojancha, Carrillo, Nicoya y Liberia tienen altas probabilidades de ser deforestados en los siguientes 16 años. Entre los bosques con bajas probabilidades de ser deforestados (<36%) están los bosques de Varablanca (Heredia), Paraíso, Coronado (partes del parque nacional Braulio Carrillo), Talamanca, Escazú, Oreamuno y Turrialba. Ignorando los valores extremos, la correlación entre el porcentaje de bosques en estrés y el porcentaje de bosques en riesgo futuro (altas probabilidades de ser deforestados) es de 31% ( $p < 0,05$ ) para los 81 cantones del país.

## Discusión

Los datos muestran que en Costa Rica existe una considerable cercanía entre la población y el bosque, así como una presión demográfica considerable sobre los bosques y áreas protegidas.

Dos tercios de la población vive a menos de 5 kilómetros de algún bosque. El 6% de los bosques de Costa Rica tienen 5.000 o más habitantes en un radio de 5 km, es decir están experimentando estrés por presión demográfica. Por otra parte, si en el período 2000-2016 se repiten las condiciones de las últimas dos décadas, el 37% de los bosques actuales de Costa Rica tienen altas probabilidades de ser deforestados debido a la presión demográfica existente en combinación con factores geofísicos e institucionales.

¿Hasta dónde estos resultados son confiables y válidos? Un elemento que puede restar validez a las relaciones estimadas es la inexactitud e imprecisión de la medición de la cobertura boscosa. En el presente trabajo, la medición del bosque se basó en la clasificación de una imagen de satélite, sin embargo, hay una gran variabilidad en la interpretación que los expertos hacen en este tipo de imágenes para generar los mapas de uso del suelo. Un elemento que incorpora ruido es la época del año en que el satélite registró la imagen. Un error asociado a lo anterior es la sobreestimación de la cantidad de bosque. Por el efecto de la época del año en que se tomó la imagen de satélite, el algoritmo de clasificación podría clasificar vegetación resurgente como “bosque” en determinadas regiones de Costa Rica (Guanacaste). Otro elemento por tomar en cuenta es que la

imagen clasificada que se utilizó para estimar cobertura boscosa no tiene información del 10% del país debido a nubosidad.

En el caso de la presión demográfica actual, la incertidumbre se origina en la forma de operacionalizar la vinculación del bosque con la cantidad de población dentro de un radio determinado. Dos elementos con cierto grado de arbitrariedad son: (1) los puntos de corte de 5 km de radio y de 5,000 habitantes dentro de ese radio, para establecer que el bosque está bajo estrés; y (2) medir las distancias en línea recta. En la vida real, esto generalmente no es así, sin embargo, el uso de esta medida de presión demográfica es una alternativa viable al no disponer de mapas catastrales para poder vincular la población sobre la base de los derechos de propiedad.

Otro elemento que hay que tomar en cuenta es el nivel de resolución del SIG, cuyo tamaño de celda o píxel se definió en 750 metros. Esto tiene implicaciones en lo que respecta a la información forestal y su vínculo con la población. Por ejemplo, los claros del bosque y las regiones a orillas del bosque son clasificados como “bosque”, a pesar de ser regiones con uso del suelo mixto. Esto repercute en las distancias calculadas entre bosque y población, ya que se subestiman las distancias reales entre las dos entidades.

Las proyecciones de deforestación futura hay que tomarlas con cautela. No deben tomarse como predicciones, sino como un escenario posible que tendría lugar si se repiten las condiciones de las últimas dos décadas.

Las estimaciones de los riesgos de deforestación, especialmente por cantón son útiles para valorar el riesgo futuro de los bosques actuales y guiar acciones que sirvan como base a los gobiernos locales (municipalidades) en el proceso de la toma de decisiones en materia del ordenamiento territorial. Se identificaron siete cantones “críticos” cuyos bosques están en alto riesgo de deforestación. La presión demográfica existente combinada con factores geofísicos e institucionales, hacen que estas áreas boscosas estén en grave peligro. Irónicamente, en la provincia de Guanacaste se ha desarrollado en los últimos años, uno de los proyectos de restauración y conservación más innovadores e influyentes en materia de biodiversidad, denominado Área de Conservación Guanacaste, que recientemente ha sido declarada como Sitio de Patrimonio de la Humanidad por la UNESCO. Es posible que para neutralizar el inminente proceso de deforestación sea necesario crear más áreas protegidas.

Por otro lado, se han identificado siete cantones cuyos bosques tiene bajas probabilidades de ser deforestados. Estos bosques se verían amenazados si las zonas con un riesgo intermedio de deforestación llegan realmente a

deforestarse. Es muy importante que los gobiernos locales desarrollen sistemas de “alertas tempranas” para la deforestación.

Este trabajo contribuye a presentar evidencia de que los procesos demográficos han tenido un papel importante en la dinámica del uso del suelo en Costa Rica, y específicamente en el proceso de deforestación. En el Mapa 1 se muestra con claridad que la población y las áreas boscosas son excluyentes. Esta relación inversa presentada en este trabajo coincide con los resultados presentados por Chaves & Rosero (2001), Rosero, Maldonado & Bonilla (2002) y Rosero & Palloni (1998), sin embargo algunos autores (Harrison, 1991) consideran que los procesos de deforestación o de recuperación del bosque responden más a coyunturas económicas e institucionales que a la dinámica demográfica.

Además de mostrar la relación de los fenómenos demográficos con el bosque, este trabajo muestra el posible efecto de la ecología humana en el corto y mediano plazo sobre las áreas boscosas, su intensidad y la ubicación de los eventos.

Los gobiernos locales, los grupos ecologistas y la sociedad civil pueden actuar de muchas formas para prevenir la inminente deforestación de ciertas áreas. La creación de nuevos asentamientos, proyectos urbanísticos y carreteras tiene que manejarse con mucha cautela, tomando en cuenta la existencia de áreas boscosas en su perímetro. La educación y los programas de concientización a las nuevas generaciones pueden ayudar a cambiar la cosmovisión generalizada ser humano versus Naturaleza. La creación de áreas de conservación junto con planes de vigilancia constante de dichas áreas son experiencias exitosas. El incentivo a la actividad turística, para que los terratenientes vean en sus tierras con bosques una inversión real a corto y mediano plazo.

Las medidas de conservación de los bosques deben de ser continuas y dinámicas, especialmente tomando en cuenta que la población del país está cambiando y seguirá cambiando en el futuro y la Naturaleza sentirá estos cambios.

## **Bibliografía**

- Allen, W. (2001). *Green Phoenix: restoring the tropical forests of Guanacaste, Costa Rica*. Oxford University Press, New York. pp 310.
- Artavia, G. & Y. Mena. (1998). *Parques nacionales y otras áreas silvestres protegidas en Costa Rica*. San José, Costa Rica. Sistema Nacional de Áreas de Conservación, Ministerio del Ambiente y Energía.

- Bonilla, A. (1985). *Situación ambiental de Costa Rica*. San José, Costa Rica: Ministerio de Cultura, Juventud y Deportes.
- Chaves-Esquivel, E. & L. Rosero-Bixby. (2001). Valoración del riesgo de deforestación futura en Costa Rica. *Rev. Uniciencia*: Vol. 18. Fac. de Ciencias Exactas y Naturales, Universidad Nacional. Costa Rica.
- Cruz, M. C. J. (1992). Population Pressure, Economic Stagnation, and Deforestation in Costa Rica and the Phillipines. En IUSSP Committee on Population and Environment and ABEP, *Population and Deforestation in the Humid Tropics*. Campinas, Brasil. Bélgica: IUSSP-UIESP.
- Harrison, S. (1991). Population growth, land use and deforestation in Costa Rica 1950-1984. *Interciencia*, 16: 83-93.
- Hartshorn, G. (1983). *Costa Rica perfil ambiental*. San José, Costa Rica: Trejos.
- Holdridge, L. & J. Tosi. (1972). *The World Life Zone Classification System and Forestry*. San José, Costa Rica. Centro Científico Tropical.
- Lutz, E. M. Vedova, H. Martínez, L. San Román, R. Vásquez, A. Alvarado, L. Merino, R. Celis & J. Huising. (1993). *Interdisciplinary fact-finding on current deforestation in Costa Rica*. (Environment Working Paper). Washington, D.C.: The World Bank.
- Pérez, S. & F. Protti. (1978). *Comportamiento del sector forestal durante el período 1950-1977*. San José, Costa Rica: Oficina de Planificación Sectorial Agropecuaria (DOC-OPSA; 15).
- Preston, S. M. (1994). Population and Environment: The scientific evidence. In F. Graham-Smith (Ed.). *Population – The complex reality*, pp. 85-92. Golden, Colorado: North American Press.
- Rosero-Bixby, L. & A. Palloni. (1998). Population and deforestation in Costa Rica. *Population and Environment: A Journal of Interdisc.Stud.* 20: 149-185.
- Rosero-Bixby, L., T. Maldonado & R. Bonilla. (2002). Población y Deforestación en la Península de Osa. *Revista de Biología Tropical* 50(2): 585-598.
- White, M. J. (1983). The Measurement of Spatial Segregation. *American Journal of Sociology*, Volume 88, (Mar., 1983): 1008-1018.

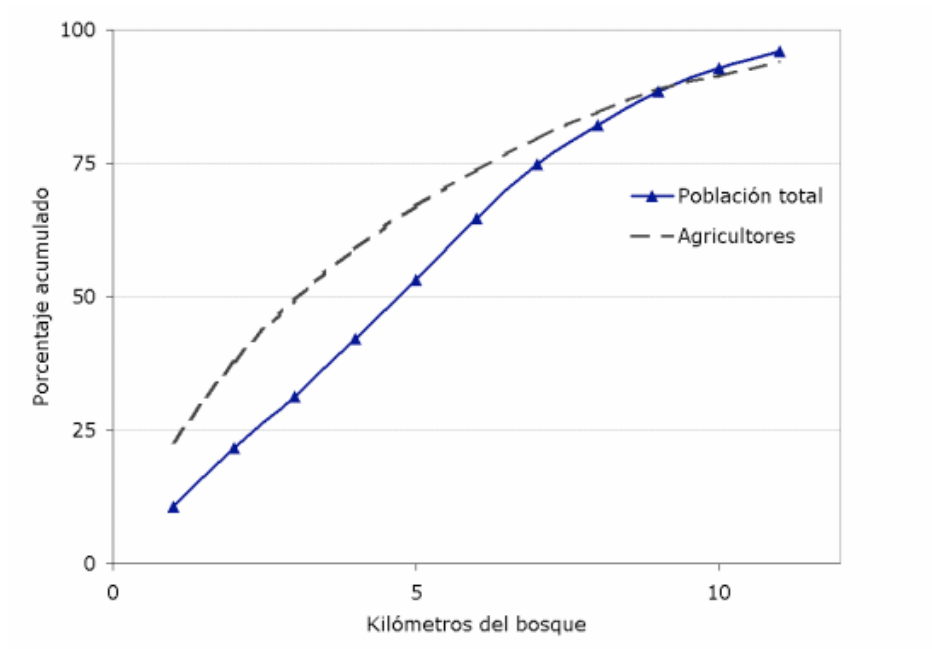
**Tabla 1. Distribución y densidad de población según cercanía del bosque. Costa Rica, censo de 2000 y mapa de bosques de 1996.**

Cercanía del bosque	Población			
	Area (km <sup>2</sup> )	Total (%)	Agrícola (%)	Densidad (hab/km <sup>2</sup> )
<u>Total</u>	<u>51.107</u>	<u>100,0</u>	<u>100,0</u>	<u>74,6</u>
Menos de 1 km	25.788	10,6	22,7	15,7
1 a menos de 5 km	14.885	42,5	44,3	108,9
5 a menos de 10 km	7.020	39,7	24,5	215,4
10 km y más	3.414	7,1	8,5	79,5
n (en miles)		3.810	221	
Mediana		4,7 km	3,1 km	

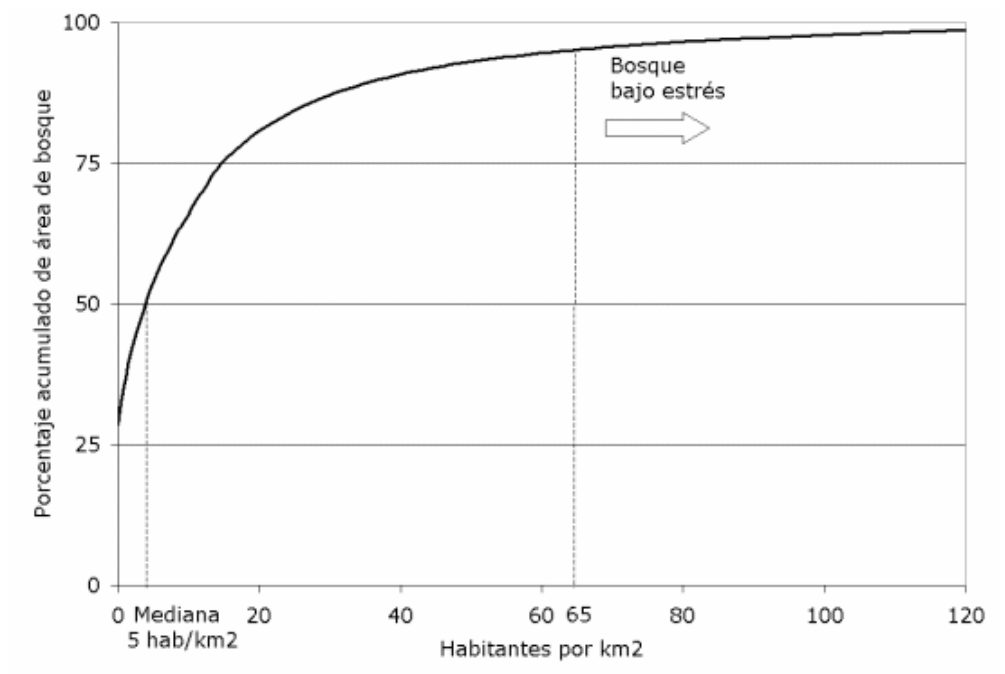
**Tabla 2. Distribución y densidad de población según cercanía de las áreas protegidas (AP). Costa Rica, censo de 2000 y mapa de bosques de 1996.**

Cercanía de las AP	Población			
	Area (km <sup>2</sup> )	Total (%)	Agrícola (%)	Densidad (hab/km <sup>2</sup> )
<u>Total</u>	<u>51.107</u>	<u>100,0</u>	<u>100,0</u>	<u>74,6</u>
Menos de 1 km	13.775	3,3	5,0	9,1
1 a menos de 5 km	12.916	38,0	33,7	112,1
5 a menos de 10 km	13.217	44,3	37,7	127,7
10 km y más	11.199	14,5	23,7	49,2
n (en miles)		3.810	221	
Mediana		5,7 km	6,0 km	

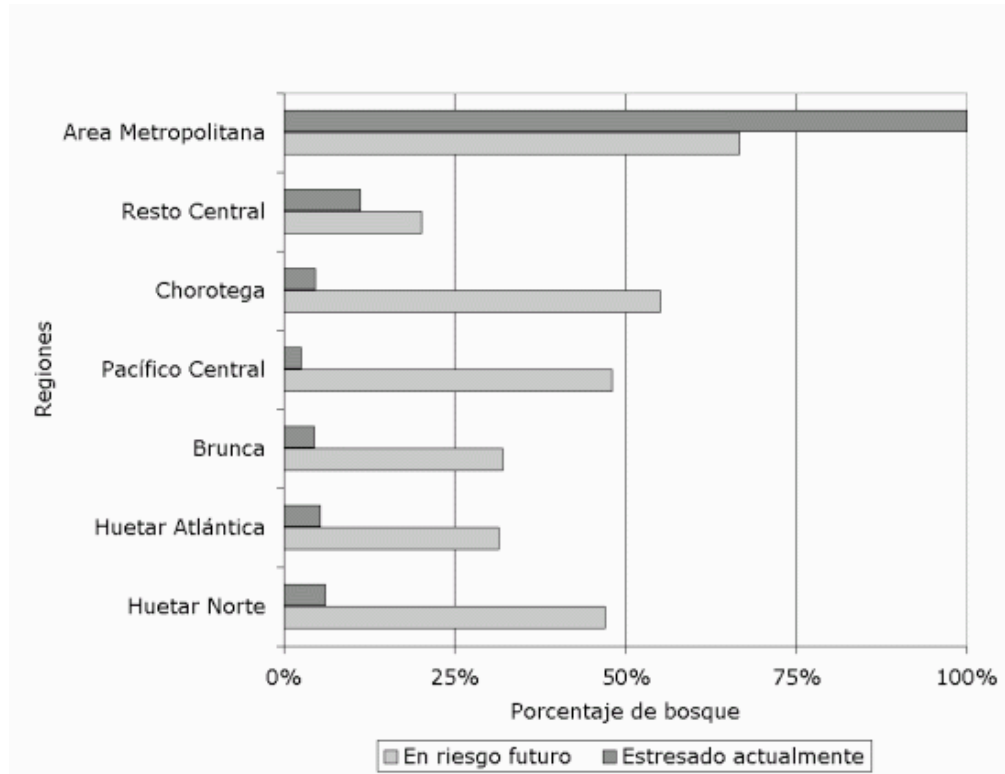
**Gráfico 1. Población total y agrícola por distancia del bosque. Costa Rica, censo de 2000 y mapa de bosques de 1996.**



**Gráfico 2. Densidad de habitantes en radio de 5 km, por área de bosque. Costa Rica, censo de 2000 y mapa de bosques de 1996.**

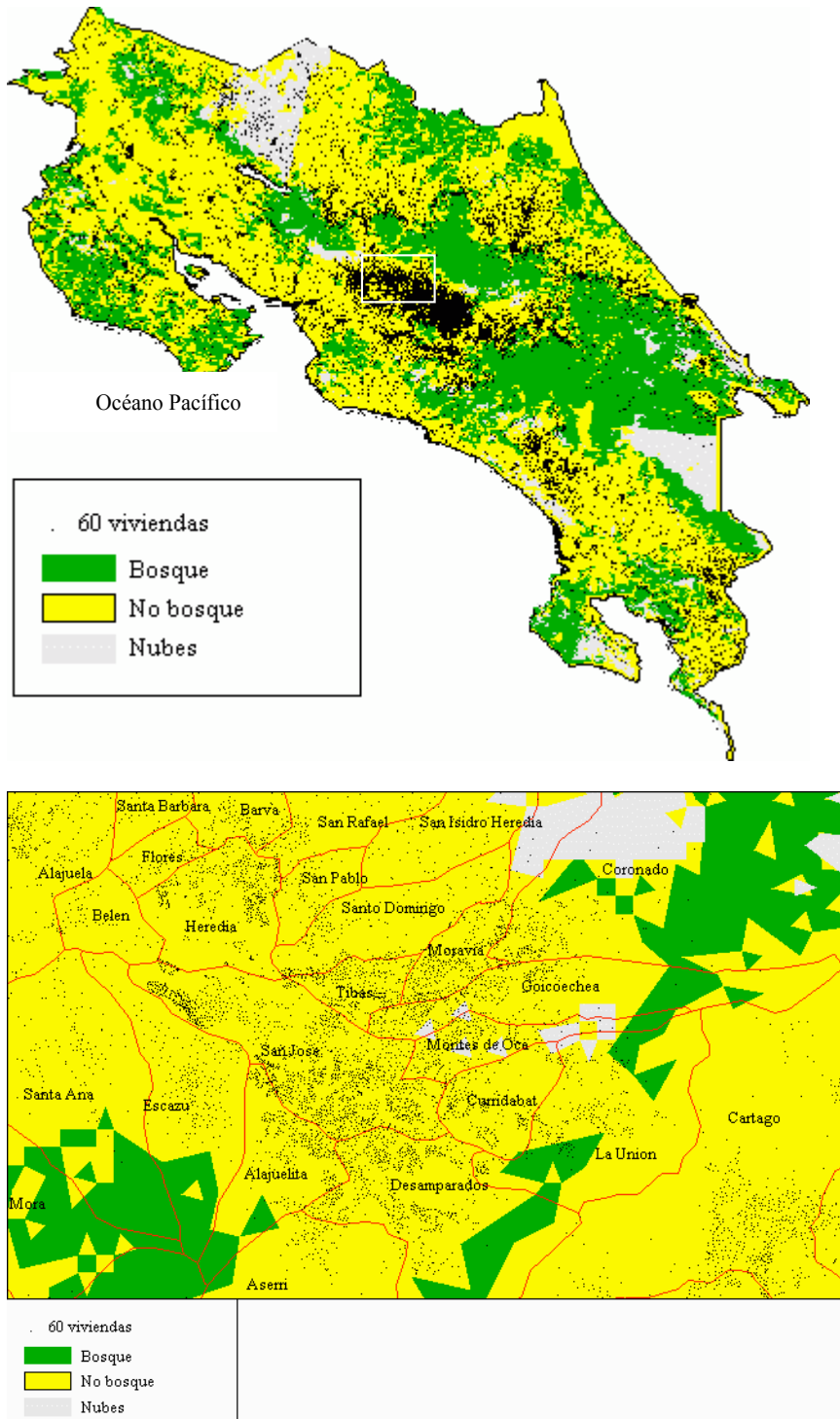


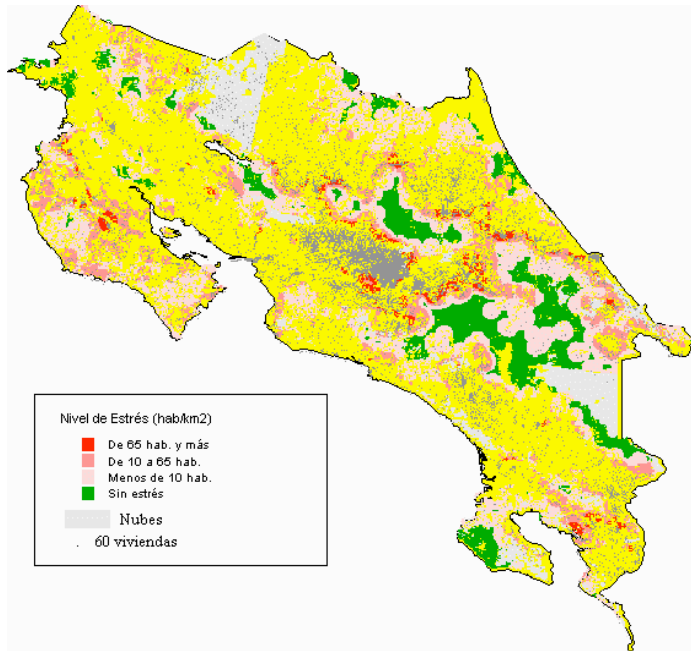
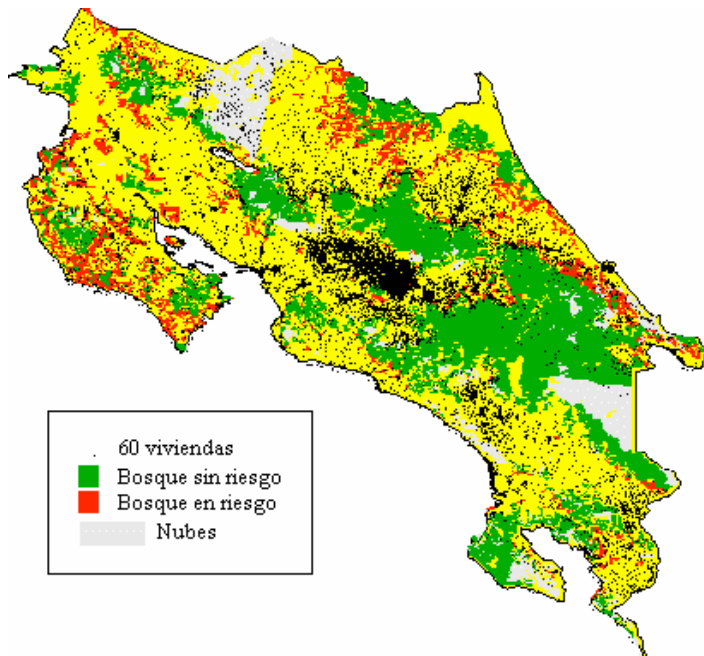
**Gráfico 3. Porcentaje de bosque en riesgo de deforestación con estrés por regiones. Costa Rica, circa 2000.**





Mapa 1. Población y cobertura forestal, Costa Rica 2000.



**Mapa 2. Nivel de estrés actual de los bosques, Costa Rica 2000.****Mapa 3. Riesgo de deforestación futura, Costa Rica 2000-2016.**

**Anexo. Densidad, distribución del bosque y la población, bosque en estrés y en riesgo, Costa Rica 2000**

Cantón	Densidad (hab./km)	Bosque (%)	Pobl. <1 km		Bosque en riesgo (%)	Bosque (Ha)
			de bosque (%)	Bosque en estrés (%)		
<i><b>COSTA RICA</b></i>	<u>74,3</u>	<u>34,0</u>	<u>10,6</u>	<u>6,2</u>	<u>36,8</u>	<u>2 022.075</u>
<i>SAN JOSE</i>	269,0	30,5	4,5	12,9	31,2	173.531
San José	6732,0	-	-	-	-	-
Escazú	1496,3	11,1	3,2	100,0	11,1	506
Desamparados	1612,3	15,9	4,3	96,0	66,0	2.813
Puriscal	52,5	18,7	5,7	2,5	47,0	13.275
Tarrazú	48,0	42,9	16,4	8,1	21,8	13.163
Aserri	290,1	24,5	13,8	48,8	57,3	4.613
Mora	132,1	13,7	1,8	86,2	56,9	3.263
Goicoechea	3672,9	12,2	0,6	66,7	73,3	844
Santa Ana	565,7	13,8	4,9	100,0	38,9	1.013
Alajuelita	3347,5	16,2	0,9	100,0	50,0	338
Vázquez de Coronado	247,0	73,1	17,7	5,5	10,2	15.469
Acosta	54,2	28,1	47,7	24,5	49,1	12.375
Tibás	8008,2	-	-	-	-	-
Moravia	1738,6	19,3	0,1	57,1	28,6	394
Montes de Oca	3152,1	0,1	0,0	100,0	100,0	169
Turrubares	11,7	32,2	17,0	0,0	44,0	14.963
Dota	16,1	67,1	70,7	6,0	19,6	28.181
Curridabat	3581,7	-	-	-	-	-
Pérez Zeledón	63,8	26,0	6,5	5,9	27,3	60.131
León Cortés	95,1	16,4	37,3	63,6	45,5	1.856
<i>ALAJUELA</i>	73,0	21,1	5,1	6,8	43,6	247.894
Alajuela	564,2	21,8	1,7	5,6	21,9	9.000
San Ramón	66,0	40,8	7,8	4,2	20,6	43.200
Grecia	162,8	14,1	2,4	11,6	53,7	8.269
San Mateo	42,7	-	-	-	-	-
Atenas	174,3	-	-	-	-	-
Naranjo	293,8	3,0	0,0	72,7	54,5	619
Palmares	763,2	-	-	-	-	-
Poás	334,6	15,9	1,3	27,8	22,2	1.013
Orotina	106,8	-	-	-	-	-
San Carlos	37,8	25,9	10,2	9,8	52,1	105.525
Alfaro Ruiz	69,1	26,2	12,4	23,3	35,6	4.106
Valverde Vega	119,4	51,3	5,2	1,6	25,6	7.256
Upala	23,8	27,2	26,4	2,4	42,5	52.931
Los Chiles	14,7	1,6	1,2	0,0	100,0	8.044
Guatuso	17,1	7,4	0,0	0,0	35,0	7.031
<i>CARTAGO</i>	139,0	63,7	16,4	10,8	14,3	204.075
Cartago	468,3	33,3	0,8	32,5	25,0	11.925
Paraíso	109,2	74,4	20,8	13,0	8,7	36.844
La Unión	1745,2	20,7	27,6	100,0	79,2	1.350
Jiménez	55,7	62,3	53,4	15,2	20,3	16.313
Turrialba	42,9	72,8	38,4	6,6	12,7	11.475
Alvarado	155,6	6,5	0,0	41,2	52,9	956
Oreamuno	194,2	56,5	0,5	1,9	12,1	11.588
El Guarco	195,3	47,5	7,6	13,6	21,2	10.350

Cantón	Densidad (hab./km)	Bosque (%)	Pobl. <1 km de bosque (%)	Bosque en estrés (%)	Bosque en riesgo (%)	Bosque (Ha)
<i>HEREDIA</i>	132,7	48,4	5,7	4,5	33,3	149.681
Heredia	364,5	83,9	0,5	0,2	4,3	24.694
Barva	579,3	45,2	6,7	40,5	37,8	2.081
Santo Domingo	1389,9	-	-	-	-	-
Santa Bárbara	550,6	20,2	8,4	42,1	31,6	1.069
San Rafael	776,9	31,7	4,0	55,0	30,0	1.125
San Isidro	573,4	16,1	0,0	100,0	14,3	394
Belén	1652,8	-	-	-	-	-
Flores	2148,3	-	-	-	-	-
San Pablo	2601,6	-	-	-	-	-
Sarapiquí	21,1	46,5	29,8	3,6	39,4	120.319
<i>GUANACASTE</i>	25,8	28,1	30,3	4,9	57,2	334.463
Liberia	32,3	21,6	1,9	2,9	61,5	38.306
Nicoya	31,6	45,5	69,3	7,4	58,0	61.650
Santa Cruz	30,9	43,1	39,6	4,6	49,5	62.100
Bagaces	12,4	19,5	5,9	0,0	53,1	28.519
Carrillo	45,3	32,8	34,9	13,1	72,4	21.938
Cañas	35,0	9,1	3,3	7,7	63,6	11.756
Abangares	25,1	15,0	37,4	13,2	87,2	13.669
Tilarán	26,6	25,2	15,3	8,2	43,8	24.075
Nandayure	17,6	30,3	59,2	0,0	72,1	20.531
La Cruz	11,8	23,6	19,3	0,0	46,0	40.388
Hojancha	24,8	40,7	72,7	1,5	58,5	11.531
<i>PUNTARENAS</i>	31,8	29,2	18,2	3,6	37,3	393.075
Puntarenas	56,2	36,6	15,0	0,2	49,8	75.488
Esparza	108,9	0,5	0,0	0,0	100,0	450
Buenos Aires	16,7	22,8	9,8	1,1	30,1	68.288
Montes de Oro	45,2	28,3	45,2	22,7	52,9	6.694
Osa	13,8	33,1	21,5	1,8	31,7	80.269
Aguirre	36,2	27,0	14,2	6,2	40,1	15.356
Golfito	19,3	37,9	46,7	6,6	35,8	78.300
Coto Brus	42,2	36,2	10,6	3,9	26,5	40.613
Parrita	25,5	12,0	1,6	0,0	38,8	7.594
Corredores	59,5	13,9	22,8	25,9	71,1	9.338
Garabito	33,1	22,8	36,1	1,1	43,9	10.688
<i>LIMON</i>	36,8	47,7	21,4	5,3	31,7	519.356
Limón	50,7	67,1	21,2	4,3	26,2	129.713
Pococí	43,0	32,4	10,3	4,9	50,9	131.681
Siquirres	61,2	34,1	34,5	18,3	56,4	34.144
Talamanca	9,1	54,7	49,4	0,0	10,3	154.519
Matina	42,8	47,5	11,1	5,9	40,5	43.875
Guácimo	59,8	36,7	23,8	26,3	43,4	25.425