



POBLACION Y DEFORESTACION EN COSTA RICA

Luis Rosero Bixby ¹

Alberto Palloni ²

INTRODUCCION

¿ En qué grado el rápido crecimiento poblacional es culpable de la masiva destrucción del bosque tropical? Aunque covariaciones temporales y espaciales sugieren una conexión entre población y deforestación (Preston, 1994), investigaciones sugieren también complejas causas no demográficas. Entre ellas, las deficiencias en los mercados 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, la codicia de compañías multinacionales y la ignorancia del colonizador de la frontera agrícola (Gillis and Repetto, 1988; Bilsborrow and Ogendo, 1992; Myers, 1984; Palloni, 1994). En Costa Rica, un país que ha experimentado una de las tasas de crecimiento poblacional y deforestación más altas del mundo, a menudo se invoca la tesis de que el rápido crecimiento poblacional es uno de los mayores culpables de la deforestación (Bonilla, 1985; Harthshorn, 1983; Pérez y Protti 1978). Sin embargo, muy pocos estudios han intentado probar empíricamente esta tesis. Más aún, los resultados de estos pocos estudios son contradictorios o no concluyentes.

Este documento presenta un análisis exploratorio de datos costarricenses altamente desagregados. Divide al país en celdas de 750 m de lado y analiza la probabilidad de deforestación en cada una de estas unidades. Hace frente al problema de relacionar a la población con el suelo deforestado, el cual se origina en el hecho de que la población no reside en el bosque tropical que ulteriormente es talado o no. Para establecer la conexión población-suelo, se utiliza un sistema multidisciplinario de información geográfica (GIS). Las probabilidades de deforestación se analizan con modelos de regresión logística en 31.000 celdas que estaban cubiertas de bosque en 1973.

1 Programa Centroamericano de Población
Universidad de Costa Rica

2 Center for Demography and Ecology
University of Wisconsin

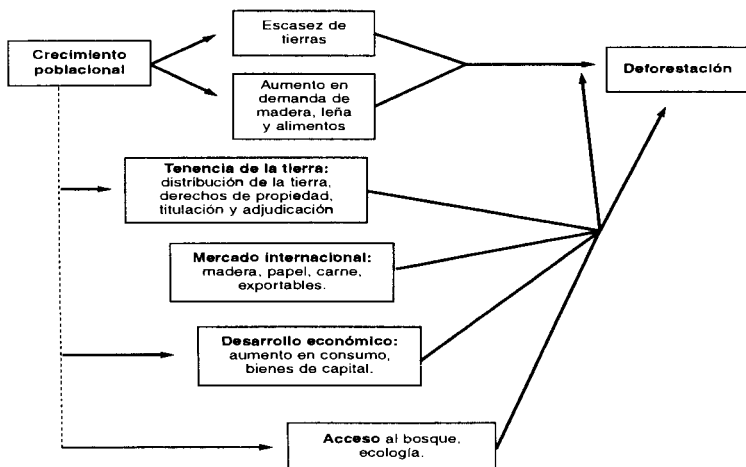


ANTECEDENTES Y MARCO DE REFERENCIA

Norman Myers, un ecologista británico, predice que en pocas décadas el bosque tropical virtualmente desaparecerá de la tierra, a menos que haya una marcada reducción en el crecimiento poblacional y se encuentre una solución al problema de los campesinos sin tierra (Myers, 1991). De este modo Myers asigna al crecimiento poblacional un rol preponderante en la deforestación e identifica al campesino sin tierras como el principal mecanismo causal en esta relación.

El diagrama de la **gráfica 1** sintetiza las principales rutas causales que conectan el crecimiento poblacional con la deforestación. Se postulan dos rutas directas. 1) La escasez relativa de tierras en áreas tradicionalmente agropecuarias como resultado de crecientes números de campesinos, altas densidades de población (o sea la acumulación de crecimiento poblacional pasado), inequidades en el acceso a la propiedad de la tierra, y persistencia de tecnologías de cultivo que favorecen la extensificación sobre la intensificación. 2) La creciente demanda de madera, leña y alimento que pueden conducir a la sobre-explotación del bosque o a su tala para aprovechar la tierra en la agricultura. El presente análisis se centra, de acuerdo con Myers, en el primer vínculo causal, traducido a la siguiente prueba de hipótesis: la probabilidad de deforestación se acrecienta con la cercanía a poblaciones de agricultores que son más numerosas, crecen a tasas mayores y que son más desposeídas. Admitimos que el test de hipótesis propuesto es tentativo dado que se basa en la observación de covariaciones geográficas en la población y la deforestación.

Gráfica 1: Relaciones causales entre población y deforestación





La segunda ruta directa a la deforestación -la creciente demanda por los frutos de la tierra- no puede estudiarse apropiadamente con los datos que disponemos. Los mercados nacionales y transnacionales de alimentos y madera borran las fronteras locales y no permiten observar covariaciones espaciales al nivel de desagregación del presente análisis. Por ejemplo, la creciente demanda de alimentos y madera en la ciudad capital puede causar deforestación en las áreas más remotas y diversas del país. Empero, en el presente análisis intentaremos estimar, aunque sólo sea de un modo tangencial, el efecto deforestador del crecimiento de la población que usa leña para cocinar.

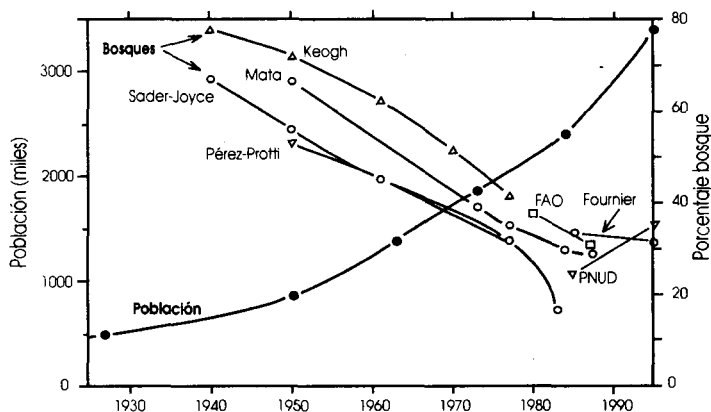
El crecimiento poblacional de ningún modo es la única causa directa de deforestación. La gráfica 1 postula cuatro factores adicionales que podrían estar implicados en la tala del bosque tropical, incluso en la ausencia de presión demográfica. Los mercados internacionales y las políticas locales de crédito que favorecen la ganadería y las plantaciones bananeras, son ejemplos costarricenses de esos factores. La apertura de nuevos caminos a través del, o cerca al, bosque tropical, así como condiciones naturales del terreno o del clima, determinan la accesibilidad al bosque y, consecuentemente, sus probabilidades de supervivencia. El aumento del consumo per cápita de alimento y madera y la importación de maquinaria maderera son factores potenciales de la deforestación ligados al desarrollo económico. Los derechos de propiedad (o su ausencia) de la tierra con bosque y las políticas de titulación que premian el "desmonte" son factores importantes mencionados frecuentemente en la literatura. Algunos de estos factores pueden tener no sólo un efecto directo, sino que también pueden exacerbar o atenuar el impacto deforestador del crecimiento poblacional. Por ejemplo, el aumento de la demanda de mano de obra en la industria y los servicios, así como la intensificación de la agricultura, podrían absorber los crecientes números de campesinos sin tierras y entonces atenuar la presión demográfica sobre las tierras con bosques; una tenencia de la tierra muy desigualmente distribuida, podría agravar la escasez de tierras para trabajar, con el consecuente incremento de la expulsión de campesinos hacia nuevas fronteras; y políticas de titulación o de apertura de caminos, pueden convertir la presión demográfica en precarismo y destrucción del bosque. Estas interacciones y sinergismos complican la tarea de aislar el efecto independiente de la población. Debe notarse, finalmente, que algunos de estos otros factores están influenciados en parte por el crecimiento poblacional (líneas discontinuas en la gráfica 1). Las trayectorias causales correspondientes serían, entonces, intermediaciones de la conexión población deforestación: los nuevos caminos a menudo se abren debido al crecimiento poblacional en las áreas que estos comunican, la fragmentación de la tierra es producto de la presión poblacional dentro de las fronteras de un régimen de



tenencia; y el desarrollo económico puede ser retardado por el rápido crecimiento de la población. Dado que estos efectos indirectos no están considerados en el presente análisis, los efectos de la población por estimar son solamente efectos netos o directos.

Tanto la deforestación como el crecimiento poblacional han modificado radicalmente el paisaje costarricense, en especial luego de la segunda guerra mundial. En las dos generaciones de la posguerra, la población del país se ha multiplicado vertiginosamente por cuatro, de menos de 800.000 a más de 3 millones. En el mismo período, cerca del 50% del territorio nacional ha perdido su cobertura boscosa (gráfica 2). El paralelismo entre la explosión demográfica y la deforestación masiva son evidentes. Las tendencias en la deforestación están sin embargo oscurecidas por estimaciones un tanto contradictorias. Hacia 1940, las estimaciones de cobertura boscosa van de 68% (Sader and Joyce, 1988) a 78% (Keogh, 1984). Las estimaciones más recientes van de 17% de cobertura boscosa en 1983 (Sader and Joyce, 1988) a 31-33% en los 1990s (FAO, 1990; PNUD *et al.*, 1996, Fournier, 1997). En años recientes hay gran incertidumbre acerca de si el bosque en el país continúa su contracción o está aumentando. Parte de las discrepancias se originan simplemente en diferentes definiciones. En todo caso, todas las estimaciones hasta los años del decenio de 1980 indican tasas elevadas de deforestación, las que alcanzan su clímax en los años del decenio de 1970, justo cuando el crecimiento de la población adulta del país estuvo también en su clímax. En esos años, aproximadamente 4% del bosque tropical, o más del 1% del territorio nacional, desapareció anualmente, lo que constituye una de las tasas más altas observadas en el mundo.

Gráfica 2: Población y cobertura boscosa, Costa Rica, 1920-1995



Fuentes: FAO (Internet data base); Keogh 1984; Lutz (Mata) 1993; Pérez-Protti, 1978; Sader-Joyce (1988); PNUD-Estado de la Nación (1996); Fournier (1997); DGEC (Censos de población).



Varios autores señalan al crecimiento demográfico como un factor clave para la deforestación del país (Bonilla, 1985: 51-52; Harthshorn, 1983; Pérez and Protti, 1978). El eslabón causal más comúnmente mencionado, es la presión demográfica sobre la tierra, combinada con políticas, de gobierno favorecedoras de los asentamientos y colonización de tierras públicas para evitar la reforma agraria y como válvula de escape a la presión demográfica. Algunos autores también mencionan otros eslabones causales menos directos, tales como "el creciente rendimiento de la agricultura, tanto por el bajo costo y mayor disponibilidad de mano de obra como por la expansión del mercado local de alimentos y maderas" (Harrison 1991:92)

En general hay acuerdo entre los autores de que la población no ha sido el único factor de deforestación en Costa Rica. Entre otros culpables se señala a los "booms" exportadores de banano y carne (originados principalmente en mercados internacionales), las instituciones de tenencia y titulación de la tierra, las políticas del gobierno, la mala distribución del ingreso, los precios relativos y el uso de tecnologías ineficientes en la explotación maderera (Arcia *et al.* 1990; Jiménez 1991; Kishor *et al.* 1993; Lutz *et al.* 1993; Sader and Joyce 1988).

A pesar de la coincidencia temporal de la deforestación masiva del país y la explosión demográfica, la evidencia empírica de una conexión entre estos dos procesos es sorprendentemente escuálida. A menudo esta conexión causal se toma como materia de sentido común, por lo que relativamente pocas investigaciones se han abocado a probarla. Un estudio de Susan Harrison (1991), una bióloga norteamericana, es uno de los pocos intentos de medición del impacto deforestador del crecimiento poblacional. En su análisis, Harrison encuentra poca evidencia estadísticamente significativa, de que el crecimiento de la población sea un factor de deforestación, 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. Señala por ejemplo, que "se requiere relativamente poca gente para causar una deforestación muy grande" (Harrison, 1991: 91). Las conclusiones de Harrison están, sin embargo, basadas en muy escasa evidencia: en la observación de covariaciones en solamente 12 cantones "de frontera", tamaño muestral, que evidentemente tiene muy poco poder para detectar efectos estadísticamente significativos.



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 de los 1990 (Lutz *et al.*, 1993). La tala en los 52 sitios observados, apareció como una industria bien organizada e intensiva en capital, dirigida por consideraciones económicas de grandes o medianos propietarios de la tierra, o de compañías madereras transnacionales asociadas con cultivos forestales. En ningún sitio fue resultado de presiones demográficas locales sobre el suelo, de parte de migrantes sin tierra. Estas observaciones, sin embargo, pueden estar sesgadas por la forma en que se seleccionaron los sitios observados: de una lista provista por la Dirección Forestal, la cual por definición no podía contener sitios de deforestación ilegal o no registrada.

En contraste, un análisis de datos censales y administrativos sobre asentamientos y precaristas (Cruz, 1992) encuentra que la migración de precaristas hacia tierras con bosque se incrementó en la década de 1980, en parte debido a la crisis económica. El autor concluye que la mayor causa de degradación ambiental en Costa Rica en el decenio de 1980, es la colonización de bosques y tierras marginales por campesinos sin tierras.

DATOS Y METODOS

Para el presente análisis desarrollamos para todo el país una plataforma GIS de tipo "raster" con celdas de 750 m. de lado. El territorio nacional comprende aproximadamente 90.000 de estas celdas, aunque el análisis estuvo restringido a las 30.000 celdas que aún estaban cubiertas de bosque en 1973. El GIS incluyó tres tipos de mapas:

1. Serie uso del suelo en 1950, 1961, 1977 y 1983. Esta serie de mapas fue elaborada por Sader y Joyce (1988) y ha sido usada en otros estudios. La serie la obtuvimos en Internet del "United Nations Environment Program/Global Resource Information Data Base (UNEP/GRID)" en Ginebra. Para el análisis consideramos únicamente el bosque primario. Fueron necesarios varios ajustes a esta serie de mapas, para hacerlos consistentes y comparables, entre ellos una interpolación espacio-temporal para generar el mapa de uso del suelo en 1973 y estimar la deforestación ocurrida en el período intercensal de 1973 a 1984. La estimación de deforestación derivada de esta serie



de mapas probablemente contiene errores originados en limitaciones de la información original, incompatibilidades entre los distintos mapas e inexactitudes en los procedimientos usados. La medición de deforestación es probablemente el tópico que más puede mejorarse en estudios futuros.

2. Mapas de elementos físicos, que incluyen carreteras, zonas de vida, ríos y relieve. El mapa de zonas de vida es el desarrollado por Tosi (1969) y digitalizado por Sader y Joyce (1988). Elaboramos también dos superficies de accesibilidad a cada celda de bosque: una medida por la distancia a la carretera más cercana (red de caminos a 1977) y otra medida por la distancia al borde del bosque, en 1973. Tierras localizadas cerca a las carreteras o al borde del bosque están en mayor riesgo de deforestación. Estas tierras probablemente también sufren una mayor presión demográfica.
3. Mapas poblacionales obtenidos tras geocodificar los censos completos de 1973 y 1984. El procedimiento de geocodificación consistió en asignar las coordenadas geográficas al centroide de cada segmento censal (grupo de aproximadamente 60 viviendas definido con fines de enumeración). Se asume por tanto que todos los hogares de un segmento se localizan en un solo punto. La geocodificación fue validada en el terreno con mediciones tomadas con un GPS (Global Position System) en una muestra de 40 segmentos. La discrepancia mediana entre las dos mediciones fue de 60 metros. Preparamos una serie de capas GIS con una selección de variables tomadas de los archivos originales del censo, incluyendo población total, mano de obra ocupada en agricultura según tenencia de la tierra (propietarios, asalariados y campesinos sin tierras), hogares bajo la línea de pobreza, hogares que cocinan con leña y un índice de fecundidad neta. Para conectar población con bosque, calculamos para cada característica poblacional, el "potencial de población" de cada celda de bosque, el cual consiste en la suma de la población residente en un radio de 15 Km ponderada por el inverso de la distancia.

No fue posible desarrollar un cuarto tipo de capas GIS con información sobre tenencia de la tierra y relaciones de producción debido a que la Dirección General de Estadística y Censos, no permitió el acceso a los datos individuales de los censos agropecuarios para preservar su confidencialidad.



RESULTADOS UNIVARIADOS

El análisis de la deforestación en el período 1973-83 se restringió, por razones obvias, a las aproximadamente 30.000 celdas cubiertas de bosque primario en 1973, las que representan el 36% del territorio costarricense (**mapa 1**). Casi la mitad (47%) de este territorio aparece desprovisto de bosque once años más tarde. Esta cantidad de deforestación, equivalente a 820 km²/año, es extremadamente elevada. Estimaciones del ritmo de la deforestación en Costa Rica para la misma época tienen un rango de entre 370 km²/año (Lutz *et al*, 1993: tabla 4.2) y 1.240 km²/año (Sader and Joyce, 1988), con la mayoría de las estimaciones fluctuando alrededor de los 600 km²/año (Sylvander, 1978; FAO, 1990; Perez and Protti, 1978; Hartshorn, 1983). La cantidad de deforestación estimada en nuestros mapas es, por tanto, algo mayor que las comúnmente aceptadas, aunque no tan alta como la del estudio de Sader y Joyce (1988). Esto probablemente se debe a que el mapa de 1983 usó una definición más estricta de bosque (90% de cobertura) que el mapa de 1973 (80% cobertura).

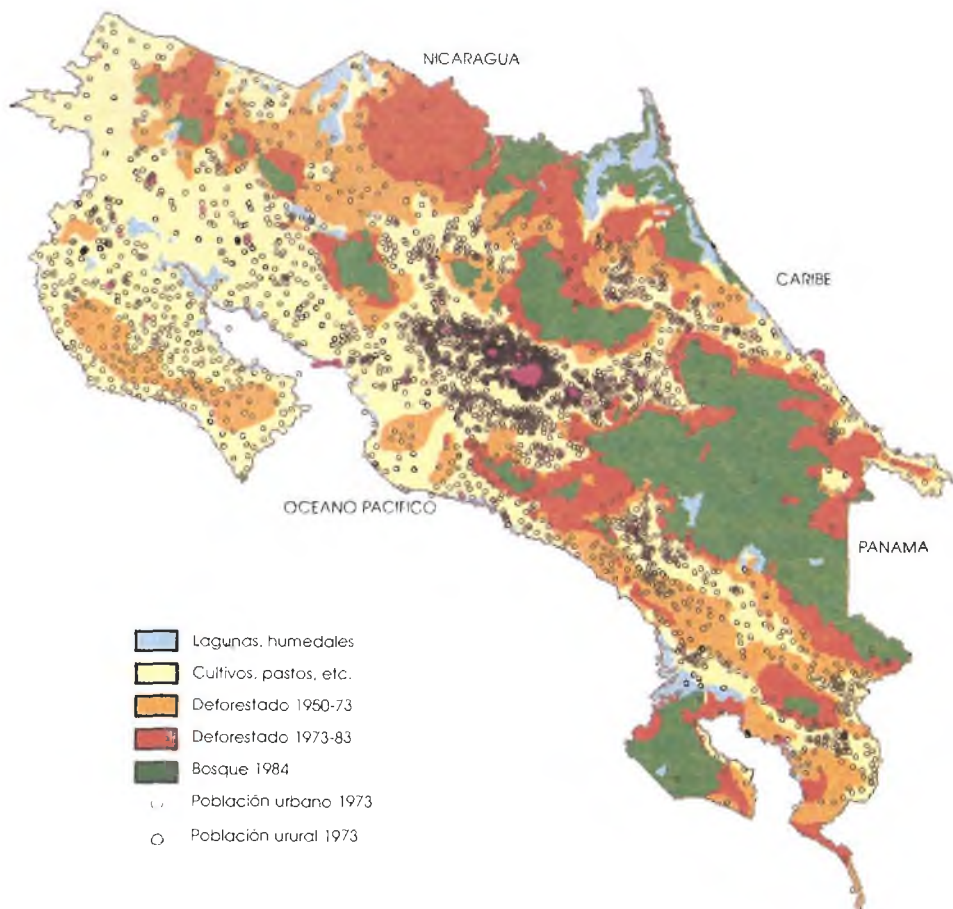
Las probabilidades de deforestación varían substancialmente según zonas de vida (tabla 1), de 97% en las tropicales-secas al 20% en las montano-lluviosas. Las tasas más bajas ocurren en las zonas de más difícil acceso y menos deseables para la agricultura. Las probabilidades de deforestación también están fuertemente asociadas a la accesibilidad. La deforestación fue de más del 80% en las cercanías (menos de 2 Km) de las carreteras o del borde del bosque. El riesgo de deforestación disminuye rápidamente conforme uno se aleja unos pocos kilómetros del borde del bosque o de las carreteras y se estabiliza en alrededor de 30% luego de aproximadamente 15 Km.

La población y el bosque definitivamente no se llevan bien y no pueden convivir juntos. El mapa 1 muestra la localización de la población en 1973 (un punto por cada 400 personas aproximadamente) y los bosques del país. Prácticamente no hay poblaciones dentro del bosque y no hay bosque en la vecindad de las áreas pobladas. Los pocos bosques con asentamientos humanos en 1973, aparecen talados al cabo de un decenio.

En cuanto a nuestro indicador de presión demográfica sobre la tierra —el potencial de población agrícola en cada parcela— los datos muestran que está fuertemente asociado con la probabilidad de deforestación (tabla 2). Cuando el potencial es de menos de un agricultor por celda, la probabilidad de deforestación es de 16%. Esta probabilidad aumenta monótonicamente con el número potencial de agricultores hasta un valor cuatro veces mayor en celdas con potenciales de 100 agricultores o más. Esta gradiente se repite



Mapa 1: Población en 1973 y deforestación en 1973-83. Costa Rica.





para los indicadores de agricultores asalariados y hogares que cocinan con leña y se vuelve más pronunciada para las subpoblaciones de terratenientes y, especialmente, de campesinos sin tierras. En estos dos subgrupos, potenciales de población suficientemente grandes pueden resultar en un 100% de deforestación. Estas asociaciones, sin embargo, deben tomarse con cautela pues pueden ser simple reflejo de la acción de terceras variables tales como la facilidad de acceso al bosque. Un análisis multivariado es necesario para dejar por fuera esta posibilidad.

Los datos también muestran una fuerte asociación entre los crecimientos de las poblaciones y el riesgo de deforestación, pero ante la posibilidad de causalidad reversa (campesinos y trabajadores agrícolas pueden ser atraídos a tierras recientemente desmontadas), preferimos no presentar estas asociaciones. Los datos no mostraron asociaciones consistentes entre las probabilidades de deforestación y los niveles de pobreza y fecundidad de la zona (no se muestran tablas).

RESULTADOS MULTIVARIADOS

Para determinar los efectos netos de nuestras variables poblacionales en las probabilidades de deforestación, utilizamos un modelo de regresión logística multivariable que incluye controles para variables que podrían estar confundiendo la relación. La variable dependiente es el logaritmo del riesgo ("odds"). Las variables población y accesibilidad (distancia) fueron introducidas en el modelo como logaritmos, por lo que sus coeficientes de regresión miden elasticidades, i. e. el aumento proporcional en el riesgo de deforestación asociado a un aumento del 1% en la variable explicatoria. La tabla 3 muestra los resultados para la especificación más simple del modelo con solamente una variable de población: el número potencial de agricultores. Análisis preliminares mostraron patrones complejos de interacción estadística, según los cuales los efectos de la población varían por zona de vida, accesibilidad del bosque y densidad. Para considerar al menos en parte estas interacciones, estratificamos la muestra en dos grupos: (1) el estrato de baja densidad compuesto de celdas con menos de 100 agricultores potenciales, y (2) el de alta densidad con más de 100 agricultores. Para mantener el modelo simple y parsimonioso, ignoramos otras interacciones.

En áreas de baja densidad se observa un efecto substancial de población en deforestación. La elasticidad correspondiente indica que un aumento de 1% en el número de agricultores, resulta en un incremento de 0,37% en el riesgo de deforestación. Este efecto es



altamente significativo ($z = 18,0$). En contraste, la regresión muestra que no hay un efecto demográfico significativo en áreas de alta densidad. A juzgar por la constante de la regresión, las áreas de alta densidad tienen substancialmente más altos riesgos de deforestación, pero estos riesgos no aumentan con incrementos de población adicionales.

Dado que el efecto deforestador podría variar según el tipo de población involucrada, estimamos nuevos modelos de regresión, en los que en vez de una única variable demográfica se incluyen cuatro subpoblaciones (obreros agrícolas, propietarios de tierra, campesinos sin tierra y hogares que usan leña), así como un indicador de la tasa neta de reproducción de la población y otro del nivel de pobreza. Los resultados de las regresiones muestran tres importantes patrones:

1. Ni el número de terratenientes, ni el de obreros agrícolas, ni el de hogares que usan leña afectan significativamente los riesgos de deforestación. Son los campesinos sin tierras los únicos con efectos significativos, consistentes en elasticidades de 1,0 y 0,2 para áreas de baja y alta densidad, respectivamente.
2. El nivel de pobreza en la zona incrementa significativamente las probabilidades de deforestación, pero este efecto ocurre solamente en áreas de alta densidad demográfica: un incremento de 1% en la población debajo de la línea de pobreza incrementa el riesgo de deforestación en 0,03%.
3. Se presenta un efecto perverso de signo negativo del índice neto de reproducción sobre la deforestación. Globalmente, un hijo adicional por mujer disminuye el riesgo de deforestación en 6%.

El panel inferior de la tabla 4 muestra los efectos de las tasas de crecimiento de las poblaciones cuando éstas son incluidas en el modelo de regresión anterior. Todos los efectos son estadísticamente significativos, pero dos de ellos tienen signo inesperado: los de trabajadores agrícolas en áreas de alta densidad y los de cocinas de leña en áreas de baja densidad. El efecto preservador del bosque del crecimiento en el número de obreros agrícolas, podría ser plausible si la expansión del empleo en modernas empresas agrícolas, sirve de válvula de escape de la presión demográfica sobre las tierras con bosques. El signo negativo de la tasa de crecimiento de los hogares dependientes de leña, podría deberse a la elevación de los costos de extracción, cuando el bosque es cortado de manera que la población inicialmente dependiente podría cambiarse a otro tipo de combustible.



DISCUSION

Este estudio exploratorio de la conexión entre crecimiento poblacional y deforestación en Costa Rica, se basa en un sistema de información geográfica (GIS) con datos multidisciplinarios sobre uso del suelo, demografía y elementos físicos. El GIS permite interrelacionar todos estos elementos. El estudio cubre el período 1973-83, una época en que el país experimentó, tanto un explosivo crecimiento demográfico como una masiva deforestación. El análisis se concentra en la probabilidad de deforestación en aproximadamente 30.000 celdas territoriales de 750 m de lado que estaban cubiertas de bosque primario en 1973. El 46% de estas celdas perdieron el bosque en el decenio de estudio.

Los mapas de población y uso del suelo muestran en primera instancia un obvio y claro patrón: La gente y el bosque tropical raramente coexisten en la misma área o en sus cercanías. Para establecer la conexión población-suelo, determinamos para cada celda su potencial de población, el cual representa la presión demográfica originada en la presencia de poblaciones en las cercanías. Una fuerte asociación univariada se hizo evidente entre potenciales de población y probabilidades de deforestación. Territorios con 100 o más potenciales agricultores, son cuatro veces más probables de ser deforestados que territorios con menos de un agricultor potencial.

Cuando se pasa a un análisis multivariado, persisten la mayoría de estos efectos en zonas de baja densidad demográfica. Un incremento del 1% en el número de agricultores potenciales, incrementa el riesgo de deforestación en 0,37%. Empero, en bosques que han sobrevivido altas presiones demográficas, aumentos ulteriores en el número de agricultores potenciales, no afectan los riesgos de deforestación.

La tenencia de la tierra y las relaciones de producción son factores por considerar en la conexión población-deforestación. La presión demográfica de terratenientes y asalariados agrícolas, no se perfila como factor significativo de eliminación del bosque. En contraste, la presión de campesinos sin tierras es un factor significativo de deforestación, con un efecto más pronunciado en áreas de baja densidad.

Los datos analizados no muestran en Costa Rica, una significativa presión deforestadora del número de hogares que cocinan con leña. Tampoco se verifica un efecto deforestador de familias más numerosas.



Aunque los resultados obtenidos en las regresiones son plausibles, están sujetos a una limitación metodológica: Las observaciones (celdas de 750 m de lado) no cumplen el requisito del modelo de regresión de ser independientes entre sí. En particular, las celdas contiguas muy probablemente se comportan de manera similar. Esto se conoce como "autocorrelación espacial" y puede inflar artificialmente la significancia de los estimadores, así como sesgar su valor (Cressie, 1993). Se han propuesto varios remedios a este mal, ninguno totalmente satisfactorio. El investigador debe estar en guardia de no sobre-correr las estimaciones. Correcciones preliminares efectuadas en nuestra base de datos sugieren que los resultados obtenidos podrían variar substancialmente. La corrección por autocorrelación espacial es una área importante de investigación futura para mejorar los modelos aquí presentados.

El período de estudio, 1973-83, es demasiado temprano para mostrar un efecto de la caída de la natalidad, que en las áreas rurales de Costa Rica se inició en la segunda mitad del decenio de 1960. Deberían transcurrir 15 o 20 años para que esta baja modifique el crecimiento demográfico de las poblaciones adultas. Los efectos de la población en la deforestación documentados en este estudio, se han acumulado durante varios decenios de acelerado crecimiento demográfico. La inercia demográfica acumulada en el pasado, hace del control natal una opción pobre para conservar el bosque en el presente o futuro cercano. Desde un punto de vista conservacionista, mucho más importante que establecer la conexión población-deforestación, es entender cómo esta conexión opera; en particular, hace falta identificar los factores que la exacerban o la atenúan. Las políticas de conservación podrían entonces actuar en esos factores intervinientes, para hacerle frente al reto del inexorable crecimiento demográfico, que por inercia continuará durante varias décadas.

La identificación de áreas en alto riesgo de deforestación por presión demográfica y otros factores, es el paso lógico siguiente en el uso de los modelos del presente análisis. Las estimaciones obtenidas con los modelos, en combinación con la plataforma GIS, pueden servir para efectuar esta identificación de riesgos y guiar intervenciones programáticas.

Un obvio complemento al presente estudio es extenderlo a los 1980s y 1990s. Las políticas conservacionistas y otros factores como la baja en la natalidad, la caída de las exportaciones de carne y un nuevo auge bananero, modificaron substancialmente los patrones de deforestación en el país. Una severa limitación para tal estudio es, sin embargo, la carencia de un censo de población en la década de los años 1990 (Costa Rica es el único país latinoamericano con esta carencia). Otra limitación, es la dificultad para tener acceso a datos digitales de uso del suelo que se producen en el país.



Bibliografía

- Arcia, G., Merino, L., Mata, A., & O'Hanlon, B. 1991. Modelo interactivo de población y medio ambiente en Costa Rica 1990. San José, Costa Rica: Asociación Demográfica Costarricense.
- Bilsborrow, R., & Ogendo, H. 1992. Population driven changes in land use in developing countries. *Ambio*, 21(1), 37-45.
- Bonilla, A. 1985. Situación ambiental de Costa Rica. San José, Costa Rica: Ministerio de Cultura, Juventud y Deportes.
- Brown, S., & Lugo, A. E. 1984. Biomass of tropical forest: a new estimate based on forest volumes. *Science*, 223, 1290-1293.
- Cliff, A. D., & Ord, J. K. 1981. *Spatial Processes: Models and Applications*. London: Pion.
- Cressie, N. A. C. 1993. *Statistics for Spatial Data*. New York: Wiley.
- Cruz, M. C. J. 1992. Population pressure, economic stagnation, and deforestation in Costa Rica and The Phillipines. IUSSP Committee on Population and Environment and ABEP, Population and Deforestation in the Humid Tropics. Campinas, Brazil. Belgium: IUSSP - UIESP.
- Ellen, R. 1982. *Environment, subsistence and system*. Cambridge: Cambridge University Press.
- FAO. 1990. *Forest resources assessment 1990: Tropical countries*. (Forestry Paper). Rome: Food and Agriculture Organization of the United Nations.
- Gillis, M., & Repetto, R. *Public Policies and the Misuse of Forest Resources*. New York: Cambridge University Press/ World Resources Institute.



- González, L. F. (21/7/1993). La cobertura forestal en Costa Rica. *Nuestro Agro*, 3D.
- Harrison, S. 1991. Population growth, land use and deforestation in Costa Rica 1950-1984. *Interciencia*, 16(2), 83-93.
- Hartshorn, G. 1983. *Costa Rica Perfil Ambiental*. San José, Costa Rica: Trejos.
- Hecht, S. 1985. Environment, development and politics: capital accumulation and the livestock sector in Eastern Amazonia. *World Development*, 13(6), 663-684.
- Jiménez, W. 1991. Situación actual del recurso forestal en Costa Rica y perspectivas de la ordenación natural de sus bosques. In J. Gracia Bondía (editor.), *El deterioro ambiental en Costa Rica: balance y perspectivas*. (pp. 25-38). San José, Costa Rica: Editorial de la Universidad de Costa Rica.
- Keogh, R. M. 1984. Changes in the forest cover of Costa Rica through history. *Turrialba*, 34(3), 325-331.
- Kishor, N. M., & Constantino, L. F. 1993. Forest management and competing land uses: an economic analysis for Costa Rica. (Laten Dissemination Note). Washington, DC: The World Bank.
- Lutz, E., Vedova, M., Martínez, H., San Román, L., Vásquez, R., Alvarado, A., Merino, L., Celis, R., & Huising, J. 1993. *Interdisciplinary fact-finding on current deforestation in Costa Rica*. (Environment Working Paper). Washington, DC: The World Bank.
- Myers, N. 1984. *The primary source: tropical forests and our future*. New York: W.W. Norton.
- 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.



- Nations, J. D., & Komer, D. I.* 1982. Rainforests, cattle and hamburger society. Austin, Texas: Center for Human Ecology.
- Palloni, A.* 1994. The relation between population and deforestation: methods for drawing causal inferences from macro and micro studies. In L. Arizpe, M. P. Stone, & D. C. Major (Editors.), *Population and Environment: Rethinking the Debate*. (pp. 125-165). San Francisco: Westview Press.
- Pérez, S., & Protti, F.* 1978. Comportamiento del sector forestal durante el período 1950-1977. San José, Costa Rica.: Oficina de Planificación Sectorial Agropecuaria.
- Preston, S. M.* 1994. Population and Environment: the scientific evidence. In F. Graham-Smith (Editor.), *Population—The Complex Reality*. (pp. 85-92). Golden, Colorado: North American Press.
- Sader, S. A., & Joyce, A. T.* 1988. Deforestation rates and trends in Costa Rica, 1940 to 1983. *Biotrópica*, 20(1), 11-19.
- Stonish, S. C.* 1989. Processes and environmental destruction: a Central American Case Study. *Population and Development Review*, 15(2), 269-296.
- Sylvander, R. B.* 1978. Los bosques del país y su distribución por provincias: (PNUD/FAO-COS/72/013). (Trabajo). San José, Costa Rica: Dirección General Forestal.
- Tosi, J. A.* 1969. Mapa Ecológico de Costa Rica. San José, Costa Rica: Tropical Science Center.
- USAID.* 1979. Diseño de un inventario y sistema de información de recursos naturales para Costa Rica. (Contrato AID/1a-C-1253). Washington, DC: USAID, División de Operaciones Regionales América Latin.
- Whitmore, T. C.* 1990. *An Introduction to Tropical Rain Forests*. Oxford, New York: Oxford.



TABLA 1.

Probabilidad de deforestación por zona de vida y accesibilidad del bosque. Costa Rica 1973-1984

ZONA Y ACCESO	PROBABILIDAD	(N)
Total	0.47	(31.045)
Zona de vida		
Tropical semiseca	0.97	(1.282)
Tropical húmeda	0.49	(10.534)
Premontano húmeda	0.77	(6.325)
Premontano lluviosa	0.33	(5.592)
Montano-lluviosa	0.20	(7.312)
Km del borde del bosque		
<2	0.83	(5.830)
2-4	0.62	(8.186)
5-9	0.33	(7.835)
10-14	0.22	(4.001)
15-19	0.22	(3.107)
20-24	0.22	(1.463)
25-29	0.30	(570)
30+	0.36	(53)
Km de la carretera		
<2	0.83	(1.318)
2-4	0.68	(3.874)
5-9	0.48	(8.195)
10-14	0.40	(5.108)
15-19	0.46	(4.247)
20-24	0.38	(3.148)
25-29	0.28	(2.702)
30+	0.38	(2.453)

**TABLA 2.**

Probabilidad de deforestación según el potencial de población. Costa Rica 1973-84

Población potencial	No población	1-49 pobl.	50-99 pobl.	100-149 pobl.	150+ pobl
Total agricultores (N)	0.16 (1 765)	0.25 (9 958)	0.56 (4 548)	0.61 4 131)	0.63 (10 643)
Terratenientes (N)	0.16 (2 196)	0.40 (18 410)	0.62 (6 434)	0.62 (2 132)	0.77 (1 873)
Asalariados (N)	0.12 (3 008)	0.43 (15 006)	0.61 (5 099)	0.54 (3 156)	0.62 (4 776)
Campesino sin tierra (N)	0.16 (2 649)	0.46 (24 653)	0.70 (3 014)	0.79 (565)	0.88 (164)
Hogares usan leña (N)	0.02 (3 602)	0.28 (8 981)	0.57 (6 431)	0.68 (4 452)	0.69 (7 579)

TABLA 3.

Coefficientes de regresión logística en las probabilidades de deforestación.

Costa Rica 1973-83

Variables explicatorias	Total	Baja densidad	Alta densidad
	Coef.(z)	Coef.(z)	Coef.(z)
Agricultores en 1973(log)	0,291 (-20,3)	0,371 (-18,0)	-0,023 (-0,5)
Accesibilidad:			
Km del borde del bosque (log)	-1,014 (-43,1)	-0,448 (-14,6)	-1,689 (-42,8)
Km desde carretera (log)	0,152 (-5,8)	0,378 (-9,1)	0,069 (-1,9)
Zonas de vida			
Tropical húmeda	0,000 Refer.	0,000 Refer.	0,000 Refer.
Tropical semiseca	3,352 (-20,0)	2,980 (-17,4)	5,206 (-5,2)
Premontana húmeda	1,479 (-36,4)	1,219 (-24,4)	1,373 (-20,5)
Premontana lluviosa	-0,980 (-24,6)	-1,093 (-14,4)	-0,964 (-18,7)
Montana lluviosa	-1,205 (-29,9)	-2,053 (-27,2)	-0,902 (-15,9)
Constante	0,106 (-0,9)	-1,863 (-11,1)	2,880 (-10,3)
N celdas	31 045	16 271	14 774
Pseudo R2	0,306	0,298	0,270
Crecimiento en número de agricultores 1973-83 (% anual) incorporado al modelo arriba			
	0,091 (-43,2)	0,094 (-38,1)	0,062 (-11,9)

El coeficiente del "log" de las variables estima la elasticidad en el riesgo de deforestación.



TABLA 4.

Coefficientes de regresión logística en las probabilidades de deforestación para indicadores demográficos seleccionados. Costa Rica 1973-83

Variables explicativas	Total Coef.(z)	Baja densidad Coef.(z)	Alta densidad Coef.(z)
Población en 1973:			
Asalariados agrícolas (log)	0,026 (0,8)	-0,013 (-0,3)	0,076 (1,1)
Terratenientes (log)	-0,179 (-3,1)	0,052 (0,4)	-0,118 (-1,7)
Campeños sin tierra (log)	0,592 (15,7)	1,009 (16,6)	0,217 (3,5)
Cocinas con leña (log)	0,186 (2,3)	-0,193 (-1,2)	0,013 (0,1)
Reproducción neta (hijos)	-0,064 (-4,3)	-0,038 (-2,1)	-0,099 (-3,0)
Pobreza (porcentaje)	0,013 (10,9)	0,001 (0,5)	0,026(14,9)
Accesibilidad:			
Km del borde del bosque (log)	-0,938 (-34,5)	-0,564 (-14,2)	-1,455 (-33,3)
Km desde carretera (log)	0,035 (1,2)	0,645 (13,5)	-0,262 (-6,3)
Zonas de vida			
Tropical húmeda	0,000Refer.	1,000Refer.	1,000Refer.
Tropical semiseca	3,145(18,7)	2,608(14,9)	5,096(5,1)
Premontana húmeda	1,442 (33,7)	1,177 (21,2)	1,248(17,9)
Premontana lluviosa	-1,099 (-23,9)	-1,125 (-13,5)	-0,836(-13,5)
Montana lluviosa	-1,099 (-22,1)	-1,961 (-23,5)	-0,526 (-6,9)
Constante	-0,672 (-3,5)	-2,393 (-8,3)	1,686 (4,5)
N celdas	27 862	13 088	14 774
Pseudo R2	0,301	0,297	0,293
Crecimiento en número de agricultores 1973-83 (% anual) incorporado al modelo arriba			
Asalariados agrícolas	0,032 (4,6)	0,079 (9,4)	-0,053(-3,5)
Terratenientes	0,178 (15,4)	0,282 (16,9)	0,052 (2,8)
Campeños sin tierra	0,020 (3,6)	0,019 (2,7)	0,021(2,2)
Cocinas con leña	-0,087 (-6,3)	-0,241 (-12,8)	0,150(6,3)

El coeficiente del "log" de las variables estima la elasticidad en el riesgo de deforestación.