



Informe Estado de la Nación 2021

Investigación de base

Descripción de cambios de uso del suelo en
Costa Rica: 1986-2019

Investigadores:

Vladimir González Gamboa

Rudy Muñoz Jiménez

Cristian Vargas Bolaños

Esteban Durán Monge

San José | 2021



333.772.6
D445d

Descripción de cambios de uso del suelo en Costa Rica: 1986-2019 / Vladimir González Gamboa [et al.] -- Datos electrónicos (1 archivo : 4300 kb). -- San José, C.R. : CONARE - PEN, 2021.

ISBN 978-9930-607-93-0
Formato PDF, 79 páginas.

Investigación de Base para el Informe Estado de la Nación en Desarrollo Humano Sostenible 2021.

1. USO DE SUELO. 2. COBERTURA FORESTAL. 10. COSTA RICA. I. González Gamboa, Vladimir. II. Muñoz Jiménez, Rudy. III. Vargas Bolaños, Cristian. IV. Durán Monge, Esteban. V. Título.



Índice de Contenido

Presentación.....	4
Hechos relevantes.....	4
Introducción.....	4
Resumen Ejecutivo.....	7
Abordaje Metodológico.....	8
Cálculo y clasificación de la información.....	8
Definición de categorías.....	9
Presentación y análisis de resultados.....	10
Validación de resultados.....	12
Limitaciones del estudio.....	12
Resultados.....	13
Evolución del uso de suelo.....	13
Cambios en el uso del suelo.....	18
Cambio de uso de cobertura forestal a otros usos.....	18
Cambios de uso de cobertura forestal a cultivo.....	20
Cambio de cobertura forestal a pastos.....	24
Cambio de cobertura forestal a urbano.....	28
Cambios de otros usos a cobertura forestal.....	31
Cambio de cultivo a cobertura forestal.....	32
Cambio de pastos a cobertura forestal.....	36
Cambios de otros usos a uso urbano.....	40
Cambio de cultivo a urbano.....	41
Cambio de pastos a uso urbano.....	44
Cambios recíprocos de uso entre cultivo y pastos.....	49
Cambio en el tipo de uso de pasto a cultivo.....	50
Cambio de cultivos a pastos.....	53
Síntesis y análisis de resultados.....	55
Validación de resultados por muestreo.....	60
Conclusiones.....	62
Bibliografía.....	63
Anexo 1 Mapas de cambios de otros usos a uso urbano.....	65

Presentación

Esta Investigación se realizó para el Informe Estado de la Nación 2021. El contenido de la ponencia es responsabilidad exclusiva de su autor, y las cifras pueden no coincidir con las consignadas en el Informe Estado de la Nación 2021 en el capítulo respectivo, debido a revisiones posteriores. En caso de encontrarse diferencia entre ambas fuentes, prevalecen las publicadas en el Informe.

Hechos relevantes

- Entre 1986 a 1996 Costa Rica registra un importante crecimiento urbano con una tasa de 183,33%. Los principales cambios se dieron de cobertura forestal y de pastos a uso urbano.
- Las zonas del país donde más cobertura forestal se ganó fueron en la provincia de Guanacaste, Zona Norte, Caribe, y Pacífico Sur.
- Este patrón de recuperación de cobertura forestal ha coexistido a lo largo de los 33 años de estudio, con cambios de cobertura forestal a otros usos como es el caso de pastos y cultivos principalmente.
- Los pastos ganan terreno hacia en Caribe Norte y hacia al Pacífico Sur y Central. Mientras que cultivos sustituyen a pastos en Guanacaste.
- Para el período de 2014 a 2019 aumentó la tasa de cambio de uso de cobertura forestal a pastos y a uso urbano.
- El cambio de cobertura forestal a pastos y a urbano se localizó en lugares que coinciden con crecimiento urbano identificado previamente por cantones con ciudades intermedias, como lo fueron áreas en Pococí, Pérez Zeledón, San Carlos y Liberia.

Introducción

La presente investigación surge como una necesidad de la actualización del estado del uso y distribución del suelo en el país. El conocimiento de esta distribución en los usos es clave para que se puedan tejer decisiones acertadas de política de uso racional sostenible de los recursos naturales. Para esto el presente estudio tiene como objetivo el describir los principales usos y cambios de uso del suelo que Costa Rica ha presentado en los años 1986, 1996, 2006, 2014 y 2019.

En Costa Rica los recursos naturales son su principal fuente de generación de riqueza, de estos el suelo es probablemente uno de los principales. Basado en este recurso cada país planifica su expansión territorial para desarrollarse. Es debido a esta necesidad, que se debe tener especial cuidado al generar políticas aplicadas a la gestión integrada del territorio para satisfacer las demandas y necesidades, así como el uso sostenible de los recursos (FAO, 1997).

El suelo es visto como el primer sustento para la generación de exportaciones a nivel internacional. Además, es importante debido a que como lo indica Rodríguez Clare et al. (2003), Costa Rica en el período 1986-1997 cambió su modelo debido a la crisis vivida a inicios de los años 80's, dando paso a la apertura comercial y en la década de los años 90's vinculándose con la organización Mundial del Comercio (OMC) y el Acuerdo General sobre Aranceles Aduaneros (GATT) (Sauma y Sánchez, 2003). Por lo que este crecimiento económico generaría más presión del uso del suelo y expansión de actividades productivas para generar divisas y crecimiento del PIB.

Esto dio paso a una mayor inversión extranjera y propició un aumento en las exportaciones lo que desencadenó en un estímulo hacia el sector agroexportador (Abarca y Ramírez, 2016). Esta aceleración luego se contraería a partir del año 1997 con la mecanización del sector industrial pasando de reportar un Inversión Extranjera Directa (IED) del 88% hasta un 8,4% y por otro lado el sector industrial reportó un 10,8% a 69,9% en el mismo período. Como parte del estímulo generado para finales de los 80's se instauraron los Programas de Ajuste Estructural (PAE), siendo el año 1989 el que daría paso, mediante la reestructuración del Consejo Nacional de Producción (CNP), al apoyo a la producción de cultivos tradicionales como: café, banano y caña de azúcar. Por otro lado, a los granos básicos como arroz, frijoles, maíz y sorgo se les redujo el incentivo económico; contrario a los productos no tradicionales que recibieron una fuerte inversión (Arroyo, 2012). Esta serie de cambios en el sector agropecuario fueron forjando no solo la estructura agropecuaria, sino también la estructura de uso del suelo que el país hoy día presenta.

Según las políticas aplicadas con los datos reportados por los distintos censos agropecuarios en el período 1984-2014, siguiendo el cuadro 1 donde se muestran tres monocultivos de importancia económica en el país, se puede acotar que el café fue el único de estos productos que redujo su área. A esto hay que sumarle que casi una cuarta parte de su producción se sitúa en la Gran Área Metropolitana (20%), por lo que ha estado expuesta a presiones de cambio de uso de cultivo a urbano, como ha sucedido con otros tipos de cultivos, y que se describirá más adelante para el período 1986-2019.

Cuadro 1

Tipo de Cultivo. 1984 y 2014

Tipo Cultivo	Año	Total (ha)
Café	1984	89.881
	2014	84.133
Banano	1984	32.316
	2014	51.758
Caña de azúcar	1984	47.287
	2014	65.061

Fuente: Elaboración propia, a partir de datos de los censos agropecuarios 1984 y 2014 del Inec.

Como principal antecedente, Sierra et al. (2016) analizaron los patrones y factores de cambio de la cobertura forestal natural de Costa Rica para el período 1987-2013. Para este trabajo Sierra et al. (2016) analizan el cambio de uso para los períodos siguientes: 1987-1997, 1997-2008 y 2008-2013. Además, estos autores utilizan las siguientes categorías para medir el cambio de uso: bosque, cultivos, pastos, plantación forestal, urbano e infraestructura. Basándose en esto, ellos analizaron los factores directos e indirectos que explican los cambios de la cobertura forestal natural y se describieron patrones regionales y temporales de la deforestación y la regeneración brutas de bosques nativos.

De acuerdo con Sierra et al. (2016) hacia fines de la década de 1980 las tasas de deforestación de Costa Rica eran bajas, manteniéndose en alrededor de 0,2% al año entre 1987 y 1997. De acuerdo a estos autores, Costa Rica pasó de perdedor neto a ganador neto de bosques nativos entre 1997 y 2008. Entre 2008 y 2013 el área forestal nativa pasó de perder aproximadamente 100 km^2 al año a fines de los 1980s a ganar alrededor de 300 km^2 al año, esto fue más notorio a inicios del 2010 hasta el 2013.

Sierra et al. (2016) describen un segundo período de transición, que va desde fines de los 1990s hasta fines de los 2000s. Este período presenta niveles de deforestación y regeneración brutas similares, lo que puede resultar en una estabilidad relativa del área forestal natural. Por último, un tercer período que se extiende desde fines de la década del 2000 hasta el 2013. Este período se caracteriza por la recuperación del área forestal del país debido a que la regeneración bruta excede la deforestación bruta.

El comportamiento en el cambio de uso de la cobertura forestal es complejo. Sierra et al. (2016) detallan que la deforestación y la regeneración brutas se correlacionan espacialmente, esto quiere decir que donde hay más deforestación tiende a ocurrir más regeneración. Lo anterior es posible que ocurra porque en períodos de expansión de la demanda de nuevas áreas productivas, ya sea para agricultura u otro uso, los agentes de cambio que usan el suelo prefieren destinar los recursos disponibles a crear nuevas áreas productivas cortando bosques maduros.

Pueden existir diversas razones para esto, Sierra et al (2016) indican que probablemente esto sucede por el mayor potencial productivo inicial que tiene el suelo, permitiendo que bosques en fases tempranas de regeneración se recuperen hasta ser detectables en las imágenes satelitales usadas en el análisis de cobertura del suelo. Un patrón importante del cambio de la cobertura forestal natural en Costa Rica es la fuerte tendencia a concentrarse en áreas accesibles al ser humano.

Resalta la importancia de estudiar el uso del suelo y los cambios que lo involucran a lo largo del tiempo si se desea llegar a tener una mejor planificación del territorio y crear un ordenamiento territorial sostenible. A diferencia de Sierra et al. (2016), el presente estudio no estudiará directamente el uso de bosque y sus tipos, ni la deforestación per se, ya que se requeriría un estudio aparte y detallado para poder abordarlo, donde se utilicen variables socioeconómicas, y biofísicas en forma conjunta. Por lo que aquí se pretende describir tendencias a un nivel más

macro, con el valor agregado de hacerlo actualizado al 2019 y de tomar en cuenta todas las posibles combinaciones entre cobertura forestal, uso urbano, cultivos y pastos.

Más en detalle, la presente investigación está enfocada en el análisis de cambios de uso del suelo mediante el procesamiento de datos satelitales, el uso de Sistemas de Información Geográfica y el análisis estadístico que se desprende de la información obtenida en interperiodos.

A modo de ejemplo, otros proyectos a nivel internacional como Corine Land Cover en Europa han sido exitosos con el análisis en el mapeo de los usos y cobertura de la tierra, llegando a detallar los cambios desde 1990 mediante el uso de imágenes de satélite. Otra de las iniciativas que facilitan el mapeo en este tipo de investigaciones es SERVIR, iniciativa desarrollada en conjunto por la NASA y USAID con la finalidad de proporcionar información de imágenes de satélite y tecnologías para gestionar riesgos climáticos y uso de la tierra, como es el caso en el Este, Oeste y Sur del continente africano, así como en la región del Himalaya conformada por los miembros regionales del Hindu Kush.

En el continente americano actualmente existen iniciativas como la adaptación de la metodología del Corine Land Cover en Colombia y en Costa Rica, donde el Instituto Nacional de Innovación y Transferencia en Tecnología Agropecuaria (INTA) del Ministerio de Agricultura y Ganadería (MAG), pretende utilizar imágenes de satélite para la identificación de usos y coberturas de la tierra. Además, actualmente se está consolidando el decreto No. 42886 "Creación y operación del Sistema Nacional de Monitoreo de Cobertura y Uso de la Tierra y Ecosistemas (SIMOCUTE)" que viene a ser la sombrilla para todas estas iniciativas de mapeo que se realizan en el territorio costarricense.

Dicho esto, el presente documento se estructura de la siguiente forma. Primero, se detalla el abordaje metodológico que explica cómo se procedió en la generación y análisis de los datos. Seguido, la sección de resultados describirá todas las posibles combinaciones de los usos cobertura forestal, uso urbano, cultivo y pastos. Para esto se propuso la siguiente secuencia, primero se presentan los resultados relacionados a la cobertura forestal, después los referentes al uso urbano y por último los cambios recíprocos entre cultivo y pastos. El apartado de resultados termina con la validación y síntesis de los mismos. El documento cierra con las principales conclusiones encontradas en el estudio.

Resumen Ejecutivo

Costa Rica es reconocido a nivel internacional por ser recuperar de su cobertura forestal. Los datos generados aquí evidencian esta tendencia hasta el año 2014, sin embargo, entre el 2014 y el 2019 se han determinado ciertos cambios que podrían poner en riesgo el trabajo de décadas anteriores. Muchos factores, como el hecho que muchos municipios no cuentan con planes reguladores, otros los tienen con su aplicación parcial y muchos otros estas desactualizados. Esto junto con la poca capacidad fiscalizadora, entre otras cosas, ha llevado a poner en riesgo el uso sostenible de los recursos naturales como el suelo y el agua. El creciente uso urbano no planificado y la falta de priorización del suelo agropecuario ha llevado hoy día al país a afrontar patrones regresivos de la gestión de los recursos naturales.

Por lo que, en este contexto, el presente estudio se propuso describir el cambio de uso del suelo a nivel macro tomando en cuenta los usos de cobertura forestal, uso urbano, pasto y cultivo de 1986 al 2019. Para realizar este trabajo se analizaron imágenes satelitales y se realizó una clasificación de uso. Para analizarla se utilizaron indicadores que permitieran cuantificar los cambios entre los usos de un período a otro.

Los resultados con concluyentes, los cambios recientes lejos de ganar cobertura forestal indican cambios a usos como pastos y uso urbano. Por otro lado, el uso agrícola se expandió principalmente entre 1986 al 2006 a costa de áreas de pastos y de cobertura forestal. Estos son parte de los resultados que demarcan los retos que el país está por afrontar para evitar perder lo que se logró en el pasado en temas de protección y gestión del recurso suelo.

Abordaje Metodológico

El abordaje metodológico pretende describir cómo fue obtenida, procesada y analizada la información. Además, se explica la forma en que se validaron los resultados y las limitantes que el estudio posee.

Cálculo y clasificación de la información

Para lograr los objetivos de la presente investigación, se utilizó como base una serie de mosaicos¹ provenientes de satélites Landsat. La elaboración de dichos mosaicos fue por medio de la plataforma SEPAL, desarrollada por la FAO, cuya principal función es generar productos geoespaciales a través de la utilización de Google Earth Engine (GEE).

Para cada uno de los mosaicos se utilizaron imágenes corregidas atmosféricamente con Reflectancia en la Superficie (SR, por sus siglas en inglés) y Función de Distribución de Reflectancia Bidireccional (BRDF, por sus siglas en inglés). De igual manera, se aplicó un enmascaramiento para la nubosidad con factor agresivo y un área de amortiguamiento moderada y se utilizó un método de composición para unir el mosaico a partir de los datos de mediana en cada uno de los píxeles. Una vez elaborado el producto, se exportó seleccionando las bandas azul, rojo, verde e infrarrojo cercano y se eligió un tamaño de píxel de 30 metros.

La determinación del uso de suelo se realizó mediante una clasificación supervisada. Este método de clasificación de archivos ráster utiliza las firmas espectrales² de puntos de muestreo previamente escogidos como base para clasificar la totalidad de píxeles que conforman la imagen, por esta razón se le considera una generalización. En primera instancia, para cada uno de los cinco mosaicos, se escogieron 1.100 puntos de muestreo, cada uno de estos puntos fueron distribuidos en cuatro categorías: Cobertura Forestal, Urbano, Cultivo y Pasto.

¹ En el contexto de la teledetección, un mosaico se refiere a la combinación o fusión de dos o más imágenes satelitales de zonas y momentos específicos. Su proceso de conformación incluye la aplicación de ciertos criterios de calidad, lo que hace que dicha combinación sea de alta calidad. Este tipo de imágenes se disponen de tal forma que crean una imagen de Costa Rica para todo un año y para todo el territorio.

² En el contexto de la teledetección, la firma espectral de la superficie se refiere a la radiación reflejada en función de la longitud de onda. Cada uso de suelo presenta una firma espectral identificable y extrapolable (Pedraza, 2001).

Posteriormente, se utilizó la herramienta *Create Signatures* del software ArcGis 10.5 (ESRI, 2021), la cual crea un archivo que contiene las firmas espectrales de los puntos de muestreo. Utilizando la herramienta *Maximum Likelihood Classification*, del paquete *Multivariate*, se categorizaron de manera automática todos los píxeles de los mosaicos dentro de las cuatro categorías descritas, utilizando como base el archivo de firmas espectrales creado en el paso anterior. De esta manera, se obtiene una aproximación a la distribución de uso de suelo de manera semi-automática. Con base en los archivos raster resultantes, se realizó un estudio visual y estadístico, que incluyó el análisis de la evolución de las áreas de cada categoría, así como el análisis de cambio entre categorías (por ejemplo, las áreas que eran parte de una categoría en determinado año, y parte de otra categoría en un año diferente). Para realizar el análisis de cambio entre categorías, se desarrollaron combinaciones entre los diferentes mosaicos. En primer lugar, se le dio un valor numérico diferente a cada categoría en cada año, y utilizando la herramienta *Raster Calculator*, se sumaron los mosaicos respectivos. Por ejemplo, si a la categoría bosque en el año 1986 se le da un valor de 1 y a la categoría cultivo en el año 1996 se le da un valor de 4 y se suman ambos mosaicos, el resultado puede ser filtrado de manera tal que el valor 5 corresponde a las zonas que eran bosque en 1986 y cultivos en 1996. Posteriormente, los archivos raster resultantes fueron vectorizados para calcular y analizar sus áreas.

Definición de categorías

Seguidamente se define las cuatro categorías usadas en el análisis de uso de suelo:

Cobertura forestal: Comprende las áreas naturales, seminaturales o plantadas, constituidas principalmente por elementos arbóreos o arbustivos (especies nativas o exóticas) identificables a una escala de 1:10000, utilizando un píxel de 30 metros. Con una superficie mínima de 0,5 ha (UMC) cubierta por un dosel abierto o cerrado mayor o igual al 70% del área. Incluye: bosque en todas sus sucesiones, manglar, páramo y plantación forestal. Se incorporan, además, yolillales y bambusales debido a que, por la escala y resolución utilizadas, estas coberturas se asemejan a elementos arbóreos o arbustivos.

Dado que algunas plantaciones ya maduras de palma aceitera se pudieran asemejar el dosel de bosques de yolillo u otra palma nativa, es de esperar que exista una probabilidad de que ciertas áreas de este cultivo hayan caído en esta categoría, no así edades tempranas del cultivo, que por sus características fenológicas y de disposición sí pudieron haber sido asignadas correctamente en la categoría de cultivo. Para medir la probabilidad de este tipo de errores se realizó una validación por muestreo, que se aclara abajo en la sección denominada *validación de resultados*.

Pasto: Áreas cubiertas por pastos naturales o establecidos, dedicadas al pastoreo y/o corta de forraje. La cobertura de copa de árboles, arbustos o palmas no conforma un dosel y es inferior al 70% del área de pastos de los segmentos analizados. Se incluyen todos aquellos espacios e infraestructura inherentes al paisaje productivo que no puedan ser discriminados a una escala de 1:10000, utilizando un píxel de 30 metros, por ejemplo: cercas vivas, caminos internos, entre otros. Se considera una Unidad Mínima Cartografiable (UMC) de 0,5 ha.

Debido a que estadios tempranos de cultivos como el arroz y caña siguen patrones de crecimiento vegetativo propio de las gramíneas (Familia Poaceae) que incluyen a los pastos, existe una probabilidad de asignación de ciertas áreas en esta categoría. Para medir la probabilidad de este tipo de errores se realizó una validación por muestreo, que se detalla abajo en la sección denominada *validación de resultados*.

Cultivo: Cultivos anuales y perennes se incluyen en esta categoría. Los cultivos perennes cuyo dosel abierto sea inferior al 70% se espera sean clasificados en esta categoría. Por lo que la forma del cultivo y la disposición con la que se ubican las plantas podrían influir en su clasificación. Estadios tempranos de cultivos anuales podrían no ser tomados en cuenta por la desnudes del suelo o que se semeje al pasto como el caso de la caña de azúcar, ya explicado arriba.

Infraestructura: Clasificada según la foto interpretación tomando como base áreas urbanas consolidadas. Estas zonas urbanas se entienden por edificaciones y sus espacios adyacentes a la infraestructura edificada, que cubren más del 80% del terreno (Rosales, 2015). Se puede entender por un área densamente construida, donde se puede apreciar una trama gruesa que permite distinguir bien el tejido (Rosales, 2015).

Los colores seleccionados para representar cada tipo de uso del suelo fueron seleccionados siguiendo las pautas de Rosales (2015) sobre la generación de mapas de uso y cobertura de la tierra en Costa Rica. Para cobertura forestal se usó el verde, para cultivos el rojo, para pastos un dorado oscuro, y para uso urbano el negro. En el caso de uso urbano lo designado era un gris a un 70%, sin embargo, por el tamaño de los polígonos no se apreciaba bien, por lo que para facilitar su visibilidad se empleó el color negro.

Presentación y análisis de resultados

Para analizar la información procesada y descrita en el apartado anterior, se utilizaron dos softwares, ArcGis 10.5 (ESRI, 2021) para el cálculo de áreas, otras estimaciones y la creación de mapas, adicionalmente se empleó el paquete estadístico R (R Core Team, 2021) para la visualización de la información en diferentes tipos de gráficos.

Para tener consistencia en la presentación de los resultados se agregan en tres ejes principales:

- Resultados relacionados a cobertura forestal: cambio de cobertura a otros usos y de otros usos a cobertura
- Resultados relacionados uso urbano: cambio de otros usos a urbano
- Resultados pastos – cultivos: la relación entre los cambios de uso de pastos a cultivos y viceversa.

Para analizar los resultados se utilizan tres indicadores principalmente:

1. *La tasa de cambio de uso:* este indicador estima el cambio entre períodos del área cambiada. Por ejemplo, el número de hectáreas que en 1986 se clasificaron bajo cobertura forestal en

un área definida, y que para 1996 en ese mismo lugar se clasificaron bajo uso urbano, siguiendo la siguiente fórmula:

$$T_C = \left(\frac{A_j - A_i}{A_i} \right) * 100$$

Donde:

- T_C es la tasa de cambio,

- A_j es el área en el período final

- A_i es el área en el período inicial.

2. *Peso porcentual del área cambiada*: este indicador es el peso que tiene el cambio de un uso a otro en un período específico, se calcula para cada uno de los usos involucrados. Por ejemplo, si hubo un cambio de 1.000 hectáreas en lo que fue cobertura forestal en 1986 y se clasificó esa misma área en 1996 bajo el uso de urbano, estas 1.000 hectáreas pudieron representar un 1% del área de cobertura forestal en 1986 y un 20% de área de uso urbano en 1996. De esta forma, este indicador nos ayuda a magnificar la dimensión del cambio en cada uso.

El cálculo se estimó de la siguiente forma, existen dos actividades involucradas, *i* y *j*, y un cambio que involucra dos momentos o períodos, t_0 y t_1 , por lo que la actividad *i* tiene un área A_i específica en t_0 , y da paso a que *j* aumente su área A_j en el período t_1 , el peso porcentual entonces, se estima de la siguiente forma:

$$P_{i t_0} = \left(\frac{\Delta_{ij t_0 \rightarrow t_1}}{A_{i t_0}} \right) * 100$$

Donde:

- P_i es el peso porcentual del uso *i* en t_0 ,

- $\Delta_{ij t_0 \rightarrow t_1}$ es el cambio de uso en hectáreas de *i* en t_0 a *j* en t_1 ,

- $A_{i t_0}$ es el área en hectáreas del uso *i* en t_0 .

Para el caso del peso porcentual de la actividad *j* la fórmula sería:

$$P_{j t_1} = \left(\frac{\Delta_{ij t_0 \rightarrow t_1}}{A_{j t_1}} \right) * 100$$

Donde:

- P_j es el peso porcentual del uso *j* en t_1 ,

- $\Delta_{ij t_0 \rightarrow t_1}$ es el cambio de uso en hectáreas de *i* en t_0 a *j* en t_1 ,

- $A_{j t_1}$ es el área en hectáreas del uso *j* en t_1 .

3. *Área por tipo de uso*: este indicador presenta en términos absolutos del área en hectáreas identificadas en cada uso y en cada tipo de cambio de uso.

Validación de resultados

Con el fin de determinar la fidelidad de la clasificación realizada, se utilizó la metodología propuesta por Chuvieco (2010), la cual ha sido validada y utilizada por distintos proyectos a nivel nacional e internacional. Según este autor, para verificar una clasificación, se puede utilizar una muestra representativa, que se determina por medio de la siguiente ecuación:

$$n = \frac{(z^2 * pq)}{L^2}$$

Donde:

- n es el tamaño de la muestra
- z es el valor de probabilidad, en este caso se trabaja con 95
- p es el porcentaje del área de la categoría
- q es la expresión: $(1 - p) * 100$
- L: error permitido, en este caso se trabaja con 5

El resultado de esta fórmula indica cuantos puntos aleatorios deben ser usados en cada categoría, estos puntos se crean mediante la herramienta *Create random points*. En cada uno de estos puntos se verifica el uso de suelo presente en el mosaico y se coteja con el uso de suelo determinado por la clasificación supervisada. El mapa en la sección de resultados de la validación muestra los puntos aleatorios a ser validados.

Posterior a la verificación manual, se procede a calcular el coeficiente de Kappa de Fleiss, que refleja la concordancia inter observador. Este coeficiente puede tomar valores entre -1 y 1, mientras más cercano a 1, mayor es el grado de concordancia inter observador, por el contrario, mientras más se acerque a -1, mayor es el grado de discordancia. Es importante recalcar que la verificación manual fue realizada por un investigador con experiencia y externo al proyecto.

Limitaciones del estudio

El presente estudio cuenta con algunas limitaciones que, como en todo estudio, deben de estar claras para que los resultados sean leídos adecuadamente. Un primer punto, se relaciona a la distancia temporal de las capas utilizadas. La diferencia de tiempo se ubica entre los 10 años o menos. Por lo que cambios en el uso que se hayan dado entre una capa y otra no podrían ser captados por el estudio. Cada capa y sus respectivos usos resultan ser una foto específica de un determinado momento, y el proceso de cambio de uso que se encuentra en medio no es capturado. Para esto, el utilizar capas anuales o bianuales favorecería la cantidad y calidad de la información espacial necesaria para entender procesos de sucesión de uso y cambios cualitativos más detallados. A pesar de esto, el estudio en un nivel más macro, permitió capturar cambios y tendencias que Costa Rica ha presentado en cultivos, pastos, cobertura forestal y uso urbano en los últimos 33 años.

El estudio utiliza cuatro grandes categorías de clasificación de uso del suelo, cada una de estas macro categorías cuentan con limitantes metodológicas, propias de su naturaleza. Por ejemplo, en el caso de los cultivos existe una gran heterogeneidad y variabilidad que depende de

múltiples factores, e.g., el tipo de cultivo, el estadio fisiológico de la planta, prácticas agrícolas de siembra y cosecha, entre otros. Para poder reducir este tipo de heterogeneidad se debe de trabajar en forma más detallada e individual con las diferentes variables según sea el caso.

El presente estudio se centra en procesos más macro de cambio de uso, por lo que cambios en la calidad de la cobertura forestal, de resiliencia, degradación de tipos de bosque, u otros procesos ecológicos detrás de cada tipo de cambio no son abordados por el trabajo. De igual forma, los procesos socio-económicos, histórico-culturales y de índole político no son desarrollados, ya que el estudio tiene como objetivo describir tendencias de cambio más generales y no un análisis explicativo multifactorial de procesos y catalizadores de dichos procesos. A pesar de esto, el proyecto dentro del cual se enmarca el presente estudio sí pretende abordar dichos aspectos para futuras investigaciones.

Por último, en los mosaicos trabajados existía nubosidad, esta variaba de año a año y de localidad. La existencia de nubosidad evita que se recuperen datos de uso del suelo para esas áreas. En este trabajo se nombra por ende a esta categoría como datos faltantes, y se circunscriben a zonas específicas previamente identificadas.

Resultados

A continuación, se presentarán los principales resultados del estudio, siguiendo el objetivo de describir los principales patrones de cambio de uso del suelo, se abordan las cuatro categorías propuestas: cobertura forestal, cultivos, pastos y urbano.

Primero, se presenta los resultados más generales sobre la evolución del uso del suelo, seguidamente, se detallarán los cambios siguiendo este orden. Los cambios de cobertura forestal a otros usos junto con los cambios de otros usos a cobertura forestal. Posteriormente, se describen los resultados del cambio de otros usos a urbano, seguidos de los cambios recíprocos entre los usos de pastos y cultivos. Esta sección finaliza con la presentación de los resultados de la validación, para ver detalles de los procedimientos de validación referirse al apartado del abordaje metodológico.

Evolución del uso de suelo

El análisis espacial aplicado a las clasificaciones obtenidas muestra, en primer lugar, que en los cinco años analizados se presentó una misma jerarquía de categorías: La cubierta forestal representó la cobertura más amplia (incluso cubriendo más de la mitad del territorio en tres ocasiones), seguido por los pastos y los cultivos. El uso urbano representa, para todos los casos, la categoría más pequeña, con porcentajes menores a 5. No obstante, las categorías experimentaron cambios porcentuales considerables, como se muestra en el cuadro 2.

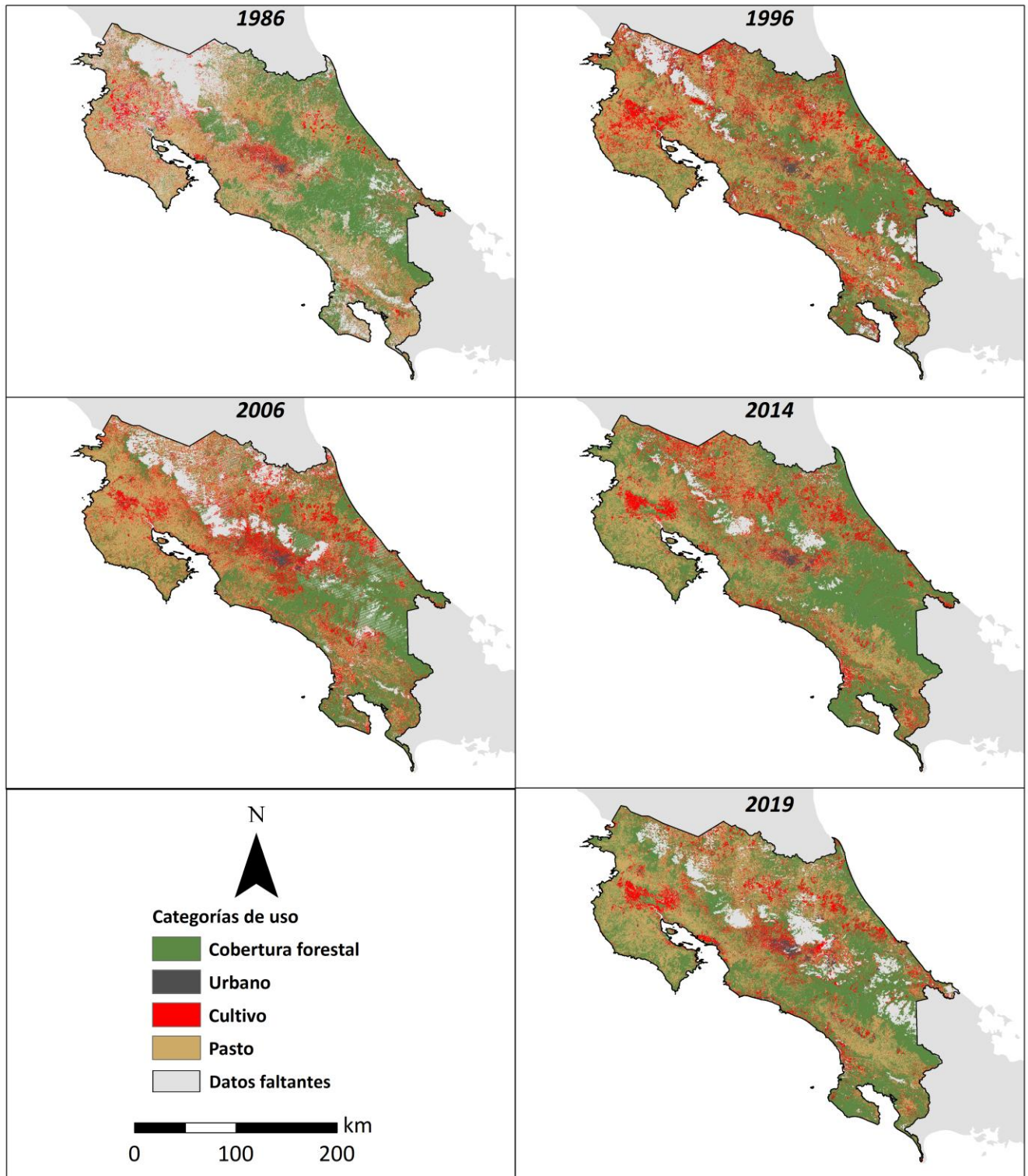
Cuadro 2
Evolución porcentual de categorías de uso de suelo

Categoría	Año				
	1986	1996	2006	2014	2019
Cobertura forestal	50,7%	38,9%	44,7%	55,3%	50,9%
Pasto	34,7%	37,5%	31,9%	28,5%	33,2%
Cultivo	12,8%	18,5%	21,1%	14,4%	13,2%
Urbano	1,8%	5,1%	2,3%	1,8%	2,7%
Total	100%	100%	100%	100%	100%
Datos faltantes	16%	13,9%	18,3%	10,7%	18,1%

Fuente: Elaboración propia.

Si bien la distribución porcentual de los años 1986 y 2019 es muy similar, la distribución espacial de ambos años difiere considerablemente. A continuación, se muestra dicha distribución en cinco años dentro del período de estudio.

Mapa 1
Clasificación del uso de suelo en Costa Rica, 1986 - 2019



Fuente: Elaboración propia

- **Cobertura forestal:** En el año 1986, esta categoría cubría el 50,7% del territorio clasificado, mientras que diez años después cubría el 38,9%, lo cual equivale al cambio de cobertura más drástico dentro de los años analizados. Las zonas que presentaron mayor pérdida de cobertura forestal en este período estaban en la Zona Norte y en las llanuras del Caribe. Para los años 2006 y 2014 se presentó una considerable mejora en el porcentaje de cobertura forestal, especialmente en la Península de Nicoya, el Pacífico Central y la Península de Osa.

En el año 2019 el porcentaje fue muy similar al del año 1986 (solo 0,2% de diferencia) aunque la distribución espacial difería considerablemente entre ambos años: El país experimentó una intensa pérdida de cobertura forestal en la Zona Norte, y a la vez una ganancia a lo largo de la costa Pacífica.

- **Pasto:** El porcentaje de pasto en los años analizados se mantuvo relativamente estable, con un valor promedio de 33,2%. Estos se ubican, principalmente, en la Provincia Guanacaste, en la Zona Norte, en las llanuras del Caribe y en la cuenca del río Tárcoles.

Las principales tendencias identificadas en esta categoría son, por un lado, una constante disminución experimentada en la cuenca del río Tempisque y en algunos cantones de Limón a favor de ciertos cultivos, y, por el contrario, un aumento de esta cobertura en la cuenca del río Tárcoles.

- **Cultivo:** La evolución de esta categoría presenta dos etapas. En el período 1986 - 2006 los cultivos experimentaron un aumento de 8,3%, que tuvo lugar con mayor intensidad en la Zona Norte y en las llanuras de la vertiente Caribe, debido a la proliferación de plantaciones de piña y banano, en detrimento de pastos y cobertura forestal (CORBANA, 2019).

En el período 2006 - 2019 se presentó una disminución de 7.9% en la cobertura de cultivos, concentrada en los alrededores de la GAM, especialmente hacia el Norte de esta zona.

- **Urbano:** Al igual que la categoría Pasto, el porcentaje de uso urbano durante el período 1986 - 2019 se mantuvo estable, con un valor promedio de 2,15% (a excepción del año 1996, que debido a su alto valor y a la naturaleza de la categoría urbana se infiere un posible error de categorización).

Al comparar los valores de los años 1986 y 2019 se observa un aumento de 0.9%, que equivale a 46.000 hectáreas, lo cual denota una tendencia al alza en el porcentaje de uso urbano.

En cuanto al porcentaje de datos faltantes, este varía año con año, teniendo como valor más alto 18% y como valor promedio 15.4%. Estas zonas por lo general se encuentran ubicadas en el eje montañoso central y corresponden a lugares de más de 2.500 msnm cubiertos de vegetación y con nubosidad permanente.

A pesar de que el análisis en datos absolutos evidencia cierta homogeneidad para cada categoría, si se analiza la tasa de cambio de cada uso entre los períodos, es posible identificar ciertos patrones que el cuadro 3 detalla y la figura 1 describe. Cada tipo de uso tiene una

tendencia específica, y esta debe de revisarse con cuidado. La cobertura forestal registra un incremento desde 1986 hasta el año 2014, pero del 2014 al 2019 esta tasa decae en forma importante, pasando de 35% a una de -15.58%. Lo que indica una regresión en la tendencia creciente que este tipo de uso traía.

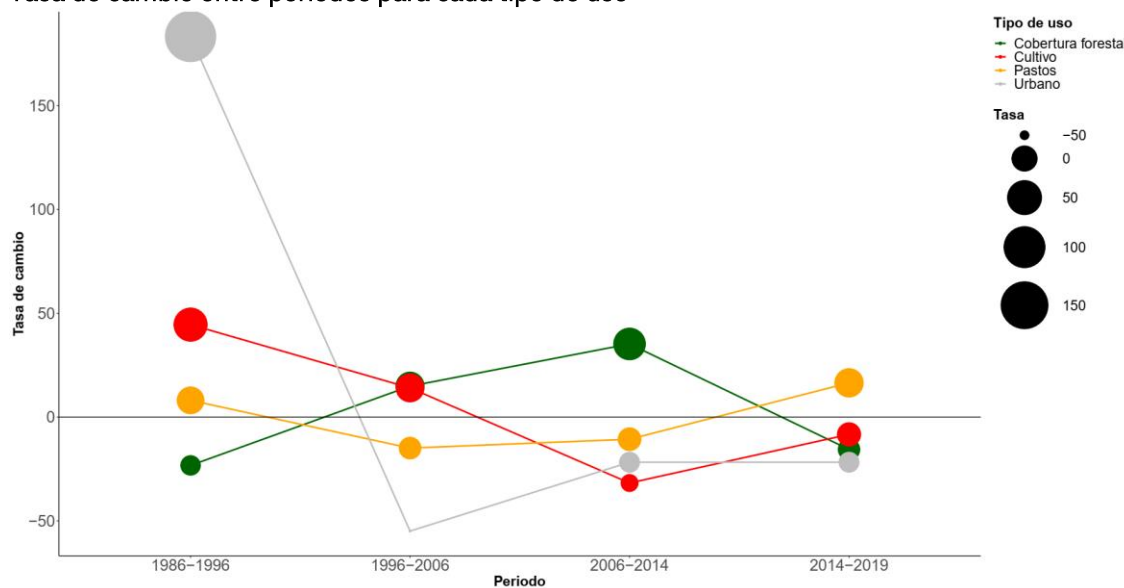
El caso de los usos de cultivos y pastos, de 1986 pasan de tendencias positivas pero decrecientes hasta el 2014 a tendencias negativas, pero del 2014 al 2019 aumentan sus tendencias respectivas, aunque no en forma importante. Por último, el uso urbano tiene un incremento muy importante de 1986 a 1996 con una tasa de 183,33% de las más altas. Sin embargo, para el siguiente período de 1996 al 2006 esta tasa decae a una negativa de -54,90%, y aunque para el 2006-2014 aumenta de nuevo ligeramente, esta se estabiliza para el 2019.

Cuadro 3
Tasa de cambio entre períodos para cada tipo de uso

Categoría	Períodos				Promedio
	1986-1996	1996-2006	2006-2014	2014-2019	
Cobertura forestal	-23,27	14,91	35,22	-15,58	2,82
Pasto	8,07	-14,93	-10,66	16,49	-0,26
Cultivo	44,53	14,05	-31,75	-8,33	4,62
Urbano	183,33	-54,90	-21,74	-21,73	21,24

Fuente: Elaboración propia.

Figura 1
Tasa de cambio entre períodos para cada tipo de uso



Fuente: Elaboración propia.

Como se mencionó, cada uso puede tener sus especificidades, por ende, deben de ser abordadas en forma más detallada. Por esta razón, el siguiente apartado se dedicará a describir los cambios que se dan entre usos, para los períodos propuestos.

Hallazgos relevantes:

- Entre 1986 y 1996 la cobertura forestal tiene una tasa negativa de crecimiento de -23,27%.
- Entre el 2006 y 2014 la tasa de crecimiento de cobertura forestal se recupera llegando a 35,22%.
- Entre 1996 y el 2006 el área de pasto tiene una tasa negativa de crecimiento de -14,93%.
- Entre el 2014 y 2019 la tasa de crecimiento de pasto se recupera a una tasa positiva de 16,49%.
- Entre 1986 y 1996 la tasa de creciente de áreas de cultivo es de 44,53%. La tercera tasa más alta de todos los usos.
- Entre el 2006 – 2014 la tasa de crecimiento del área de cultivo decae a una tasa negativa de -31,75%.
- La tasa de crecimiento de uso urbano entre 1986 a 1996 fue de 183,33%, siendo la más alta de todo el estudio.
- La tasa de crecimiento de uso urbano decae a una tasa negativa de -54,90% entre 1996 y 2006.
- La tasa promedio más alta de la serie es la de uso urbano con 21,24%.
- La tasa de crecimiento más baja de todo el registro fue la de pasto con un -0,26%.

Cambios en el uso del suelo

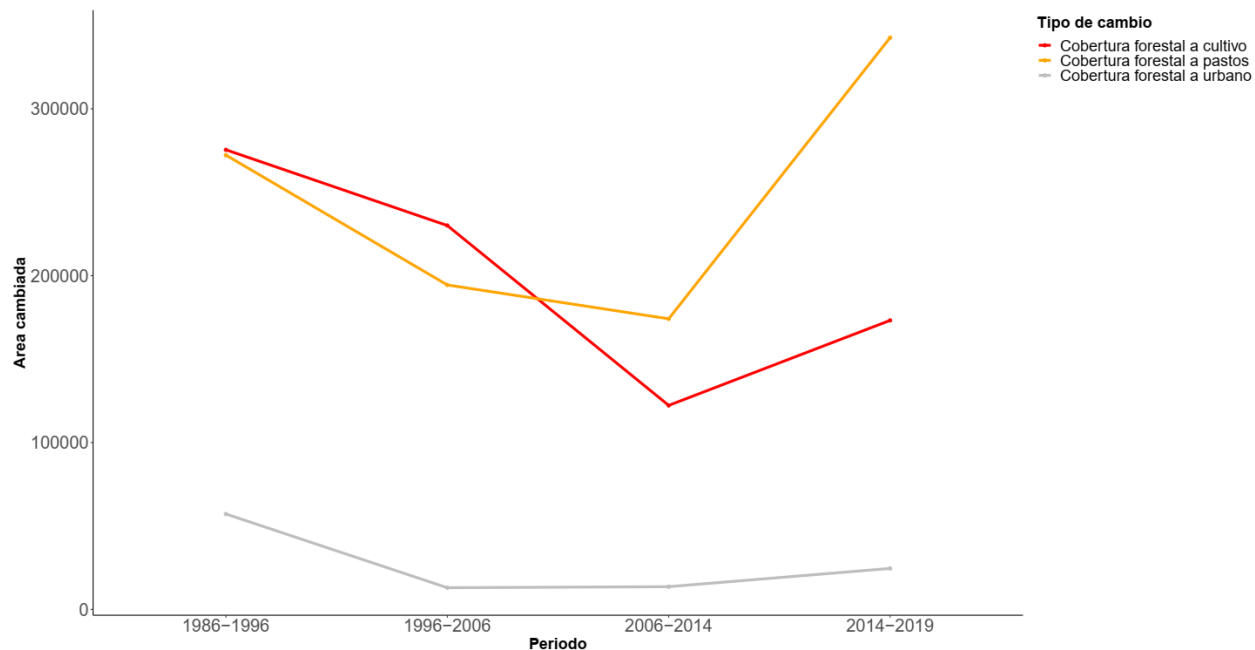
Esta sección está compuesta por apartados que en forma específica describirán cada cambio de uso, empezando con los relacionados a cobertura forestal, seguidos de los relacionados a uso urbano y terminando con la relación entre pasto y cultivo.

Cambio de uso de cobertura forestal a otros usos

Para abordar este tipo de cambio de uso se propone tres ejes de análisis, el primero mostrará los cambios de cobertura forestal a cultivo, el segundo a pastos y el tercero a uso urbano. Tal y como muestra la figura 2 abajo, en términos absolutos el área (en hectáreas) tiene una caída del período 1986-1996, pero en el período más reciente tiene un repunte.

Figura 2

Área con cambio de uso de cobertura forestal a otros usos: en hectáreas

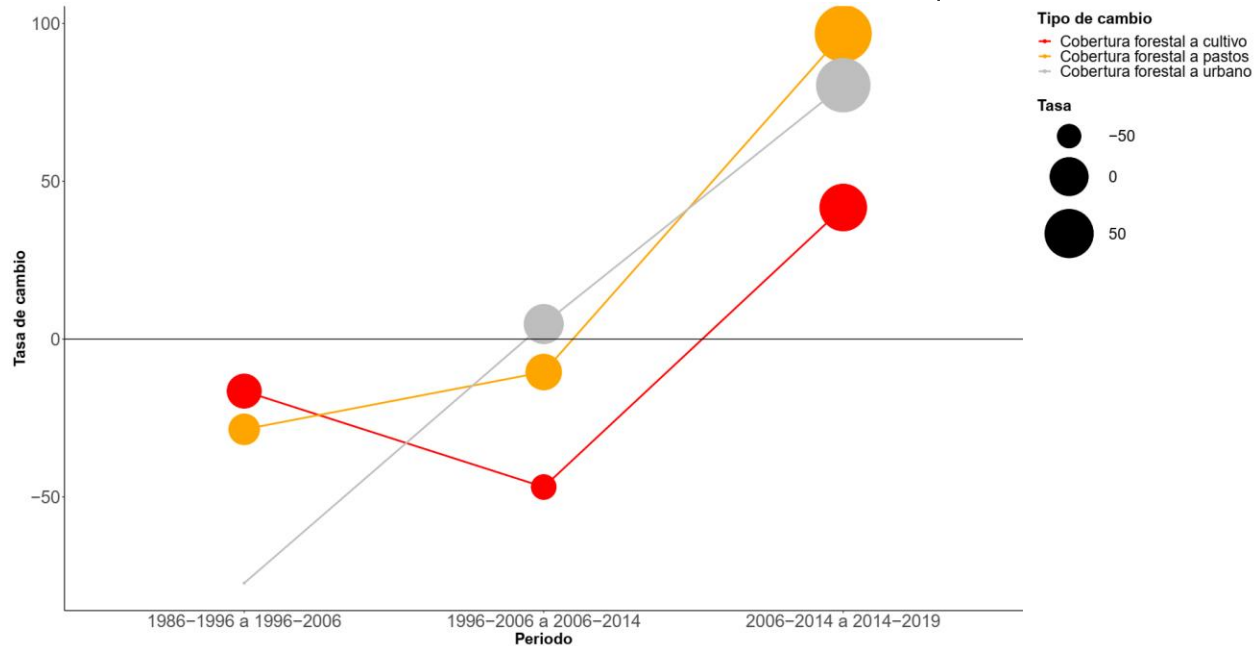


Fuente: Elaboración propia.

Por otro lado, la figura 3 muestra la tasa de cambio del cambio de uso entre períodos. El comportamiento de los tres tipos de cambio según este indicador es de constante alza desde el cambio al período 2006-2014. Solo el cambio de cobertura forestal a urbano tiene una tasa de cambio constante desde 1986. Dicha tasa en los tres casos alcanza su punta más alto en el último período de estudio. Los detalles de estas tendencias se describirán más detalladamente en los siguientes tres apartados.

Figura 3

Tasas de cambio en el uso de cobertura forestal a otros usos: estimación entre períodos



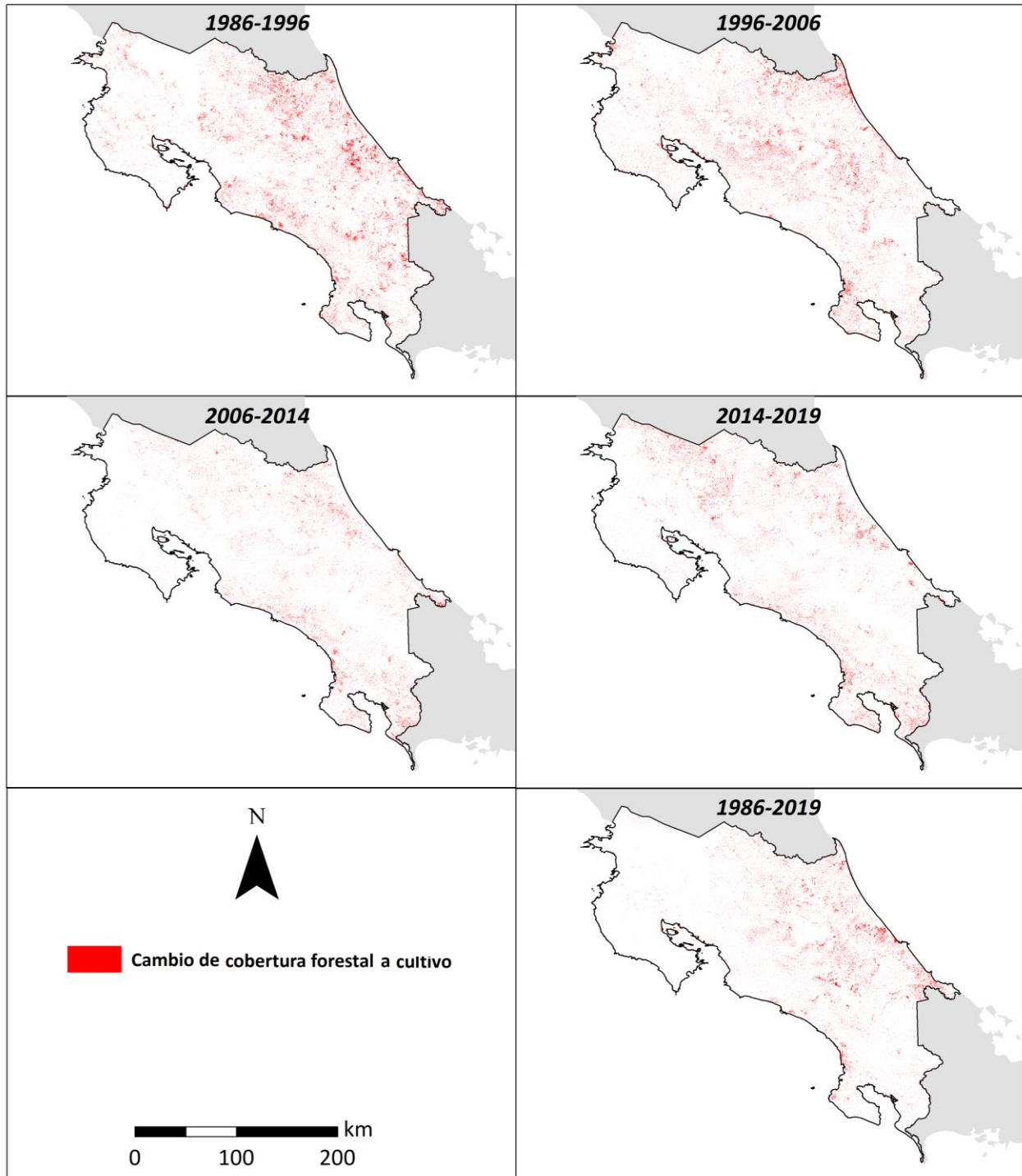
Fuente: Elaboración propia.

Cambios de uso de cobertura forestal a cultivo

A continuación, se presentarán los resultados de la identificación de tres tipos de cambios en la cobertura del uso del suelo. Como antecedente ya los censos agropecuarios detallan a un nivel de escala mínima geográfica las tendencias en el uso del suelo. Los censos son un proxy de lo que pasa dentro de la unidad agropecuario o finca, esto según depende de lo que los encuestados respondan. De acuerdo con el INEC (2015), en el año 2014 se reportó un total de 2.406.418,4 hectáreas en fincas, de este total consideramos a los cultivos permanentes y cultivos anuales como una aproximación de nuestra definición de cultivos. De acuerdo con el INEC (2015), los cultivos permanentes representan el 30,6% (736.364 ha) del total de área agropecuaria, y los cultivos anuales sembrados al momento del censo se estimaron en 133.249,8 ha.

Por ende, los cambios de uso de cobertura forestal a cultivos han sido un centro de discusión en lo que tradicionalmente se conoce como frontera agrícola. Para detallar este cambio de cobertura a cultivos se presentará a continuación las tendencias entre el período que comprende entre 1986-2019.

Mapa 2
Cambio de uso de cobertura forestal a cultivo



Fuente: Elaboración propia.

De acuerdo con los mapas arriba mostrados, entre 1986 y 1996 la cobertura forestal dio paso a cultivos a lo largo de la franja de la Zona Norte hasta el Caribe Norte, y en el Caribe a todo su largo y ancho. En el lado del pacífico los cambios más marcados en término de área se evidencian

en el Pacífico Central y en Pacífico Sur, en el área que va de Pérez Zeledón a el cantón de Coto Brus, adicionalmente descendiendo hasta la Península de Osa. Para el período comprendido entre 1996 y el 2006 este tipo de cambio se acentuó en el este de la Zona Norte y el Caribe Norte, en la península de Osa y alrededores, y en el centro del país hasta la zona que conecta con el Caribe.

Para el período del 2006 al 2014 el cambio se concentra en el Caribe Norte, y Caribe Sur, a lo largo del Pacífico Central, la Península de Osa y al oeste de la Zona Norte. En el período que va del 2014 al 2019 el cambio se concentra en el área que va de Turrialba hacia el Caribe, y descendiendo hasta el Caribe Sur, en el Caribe Norte sobresale Barra del Colorado. En el Pacífico Central se identifican zonas de cambio que descienden hasta la Península de Osa.

El cuadro 4, muestra en forma resumida las principales estadísticas que se desprenden de las imágenes anteriores. El primer cambio es aquel que toma como año base 1986 para cobertura forestal y que para el año 1996 era área destinada a algún tipo de cultivo, esto representó 275.465 hectáreas. El segundo período de cambio es el comprendido entre 1996 como año base y el 2006. En este período 230.077 hectáreas de cobertura forestal en 1996 se identificaron como cultivos en el 2006. De forma similar, en el período 2006-2014 se registraron 122.264 hectáreas de este mismo cambio. Por último, en el período 2014-2019 se identificaron 173.211 hectáreas de cambio. Revisando el comportamiento de estos cambios se obtiene una tasa de -16,5% entre los períodos de 1986-1996 y 1996-2006, una tasa de -46,9% entre 1996-2006 y 2006-2014, y una de 41,7% entre 2006-2014 y 2014-2019. Lo que nos dice que el cambio de cobertura forestal a cultivo tuvo un decrecimiento con tasas negativas importantes hasta el 2006-2014. Sin embargo, para el período 2014-2019 tuvo un repunte con una tasa positiva de 41,7%.

Cuadro 4

Cambio de cobertura forestal a cultivo 1986-2019

Período	Área cambiada (ha)	Porcentaje cultivo	Porcentaje bosque	Tasa de cambio
1986-1996	275465	31,86%	14,19%	
1996-2006	230.077	24,81%	12,31%	-16,5%
2006-2014	122.264	17,76%	6,12%	-46,9%
2014-2019	173.211	29,24%	6,42%	41,7%

Fuente: Elaboración propia.

Es importante además mostrar proporcionalmente en cada período el peso de cada cambio en los tipos de uso. Por ejemplo, el cuadro 4 indica que en el año 1986 como año base, el 10,63% del área identificada de cobertura forestal dieron paso a cultivos en el año 1996. Lo que representó en 1996 el 29,13% del total del área de cultivo, que es casi una tercera parte del

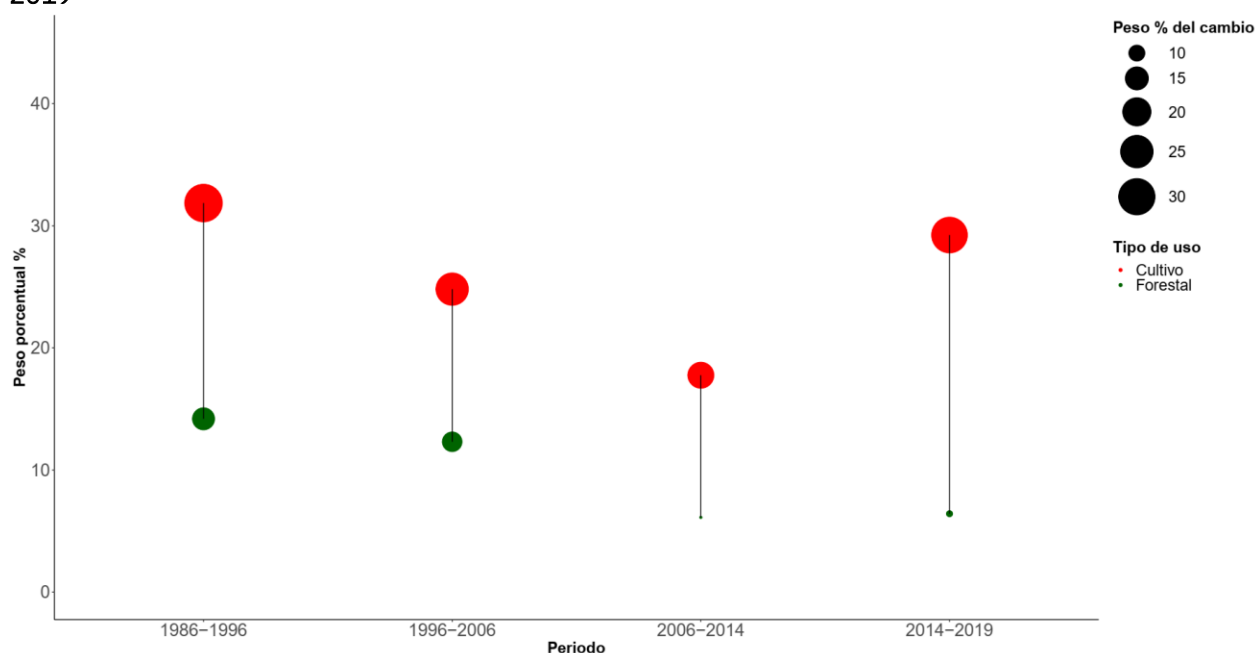
área de cultivos de ese año. Este cambio se representa en la figura 4 con las esferas cuyo tamaño está en función del peso porcentual del cambio.

Los puntos de color rojo más grandes indican que una proporción de mayor tamaño del área de cultivos provino de antiguas áreas de cobertura forestal. Al contrario, los puntos de color verde indican que en términos porcentuales los cambios de bosque a cultivo representaron de entre un 5 hasta un 11,5% del total de área de cobertura forestal. Este cambio implicó un mayor peso en el cambio a cultivo, esferas rojas de mayor tamaño en la figura 4, estos significaron porcentajes importantes del total de área dedicada a cultivos, como el caso del año 1996, con un porcentaje por encima del 31%. Este 31% indica que este alrededor de una tercera parte del área de cultivo en 1996 fue precedido en 1986 por cobertura forestal.

Un valor que llama la atención, es una recuperación en la tendencia donde en 2019 el 25,67% (una cuarta parte) del área de cultivos fue precedida de cobertura forestal en el 2014, lo que podría indicar una posible tendencia de cambios en reconversión de bosque a otros usos, en el presente caso a cultivos.

Figura 4

Peso en términos porcentuales del cambio del área de los usos: cambio de cobertura forestal a cultivo 1986-2019



Fuente: Elaboración propia.

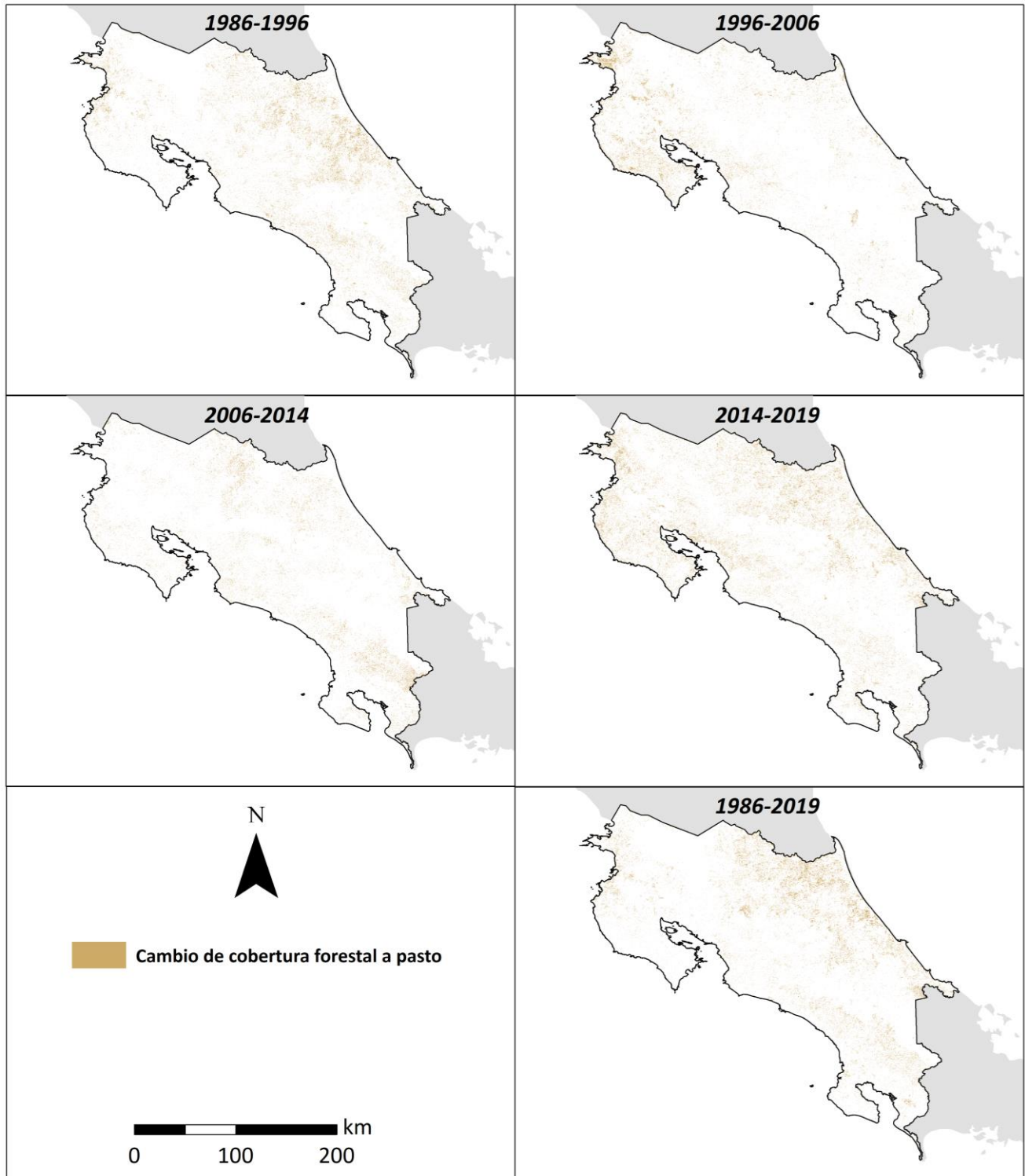
Hallazgos relevantes

- Entre 1986 y 1996 las principales zonas con cambio de uso de cobertura forestal a cultivo fueron: Zona Norte, Caribe Sur y Caribe Norte, Pacífico Central, Pacífico Sur.
- Entre 1996-2006 las principales zonas con cambio de uso de cobertura forestal a cultivo fueron: Zona Norte, Caribe Norte, Península de Osa, el este del Valle Central.
- Entre 2006-2014 las principales zonas con cambio de uso de cobertura forestal a cultivo fueron: Caribe Norte, Caribe Sur, Pacífico Central, Península de Osa, oeste de Zona Norte.
- Entre 2014-2019 las principales zonas con cambio de uso de cobertura forestal a cultivo fueron: Turrialba y cantones circundantes, Caribe Sur, Caribe Norte (zona conocida como las Barras), Pacífico Central.
- La tasa de cambio de uso forestal a cultivo decae desde 1986 hasta el 2014, llegando a una tasa negativa histórica de -46,9%.
- Para el periodo 2014-2019 la tasa se revierte y pasa a una tasa positiva de 41,7%.
- En 1996 y 2019 cerca de una tercera parte de área de cultivo fue en el periodo previo (1986 y 2014 respectivamente) área con cobertura forestal.
- En 1986 el 15% del área con cobertura forestal paso a ser cultivo en 1996.

Cambio de cobertura forestal a pastos

A continuación, se profundizará en el cambio de uso de cobertura forestal a pastos, este se muestra para cada período de cambio en el mapa siguiente.

Mapa 3
Cambio de uso de cobertura forestal a pasto



Fuente: Elaboración propia.

El cambio de uso de suelo de cobertura forestal a pastos es el de mayor peso en la reducción de cobertura boscosa a lo largo del período de estudio. En promedio, entre 1986 y el 2019, el 52,3% de las hectáreas que dejaron de ser cobertura forestal pasaron a ser pastos. El análisis muestra un patrón que inicia con una reducción en la cantidad de hectáreas de bosque sustituidas por pasto durante el período 1986-2014 y culmina con un marcado aumento entre el 2014 y el 2019.

Durante la década ocurrida entre 1986 y 1996, el 45,0% (272.275 hectáreas) de la cobertura forestal sustituida por otros usos fue destinada a pastos. Posteriormente, entre los años 1996 y 2014, la cantidad de hectáreas de cobertura forestal reemplazadas por pastos disminuyó y alcanzó su valor más bajo de 174.157 hectáreas. Así, entre el año 1986 y el 2014 la tasa de crecimiento fue negativa y mostró un valor promedio de -19,5%.

Sin embargo, a partir de este punto, entre los años 2014 y 2019, se dio un incremento en la cantidad de cobertura forestal que pasó a ser pastos, con un total de 342.695 hectáreas, esto es, una tasa de crecimiento de 96,8%. Este incremento en términos absolutos además fue acompañado de un aumento en la participación porcentual de este uso. En los últimos 5 años de estudio, el 63,4% de las hectáreas de bosque fueron sustituidas por pastos, es decir, hubo un incremento de 18 puntos porcentuales con respecto a la primera década de análisis.

Este patrón temporal coincide con el comportamiento de la cantidad de ganado vacuno a nivel nacional a lo largo de las últimas 3 décadas. La disminución de la cantidad de hectáreas de cobertura forestal que pasaron a ser pastos entre los años 1986 y 2014 coincide con una disminución en la cantidad de animales reportada por los censos agropecuarios del INEC (2015), que se redujo de 2.046.372 en 1984, a 1.278.817 en el 2014 (-37,5%), para un total de 767.555 animales menos entre ambos momentos. Por otro lado, la última Encuesta Nacional Agropecuaria (INEC, 2019) reporta una cantidad de ganado vacuno de 1.633.467, es decir un incremento de 27,7% con respecto al 2014. A pesar de esta coincidencia, es importante considerar que, si bien es cierto que el sector ganadero es el principal usuario de pastos, debido a una serie de elementos, como, por ejemplo, la heterogeneidad en tipos de pastos o la diversidad de sistemas de producción ganadera, la relación entre el cambio de uso hacia pastos y la cantidad de ganado no es directamente proporcional.

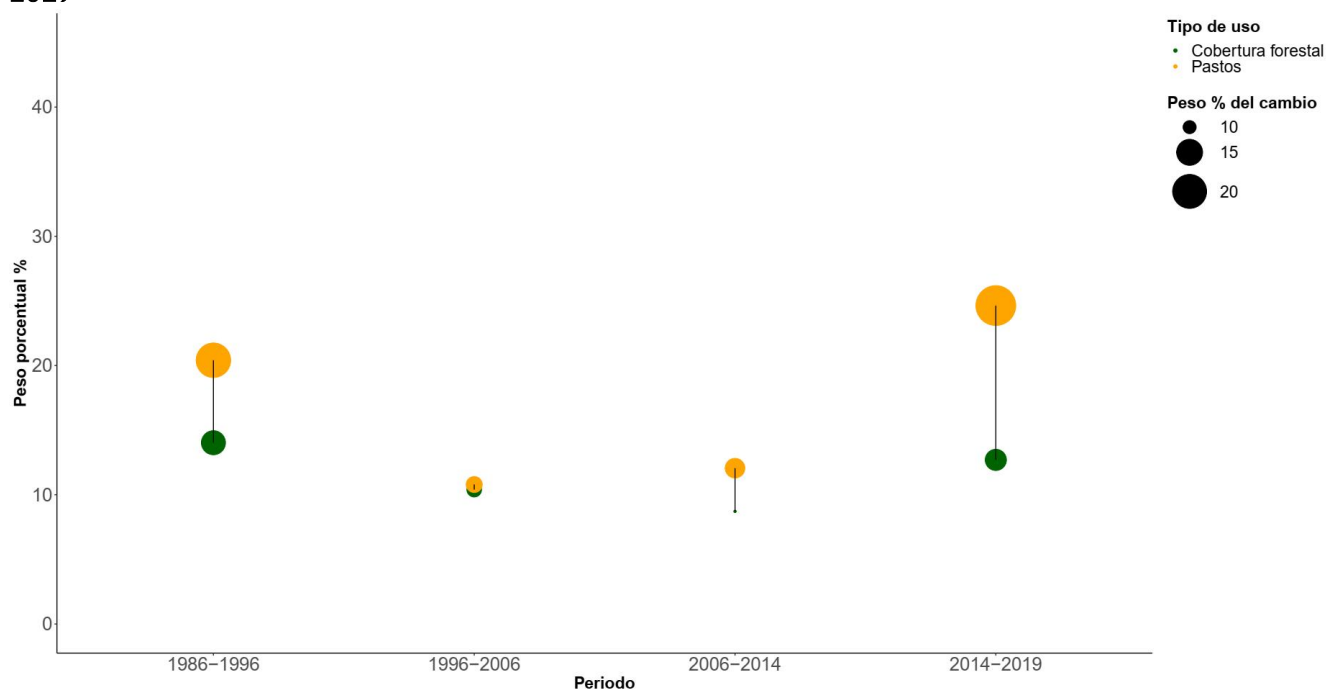
Si se analiza la distribución de estos cambios en el territorio nacional en cada momento, también se observan diferencias, ver mapa 3. Entre los años 1986 y 1996, la sustitución de cobertura forestal por pastos tuvo un peso más marcado en la región del Caribe. Durante el período 1996-2006 estos cambios se concentraron principalmente en la provincia de Guanacaste. Entre los años 2006 y el 2014 la pérdida de cobertura forestal se aglomeró en la Zona Norte y la Frontera Sur del país. Finalmente, a partir del año 2014 y hasta el 2019, el marcado aumento en la cantidad de hectáreas perdidas de cobertura boscosa se diseminó en gran parte del territorio nacional, especialmente en las regiones Caribe, Pacífico Central, Zona Norte y provincia de Guanacaste. Estos resultados posicionan el cambio de uso de suelo hacia pastos como el más relevante en la reducción de cobertura forestal a nivel nacional entre la segunda mitad de la década de los 80s y finales de la década actual.

Por último, la figura 5 muestra el peso que el cambio medido tuvo en el área total de cobertura forestal y de pastos, en otras palabras, en términos porcentuales cuanto representó esa cantidad

de hectáreas del total de hectáreas en cada uso. En 14% del área de cobertura forestal en 1986 dio paso a pastos, este cambio representó el 20% del total de área de pastos en 1996. En el período 1996-2006 el tamaño de área de pastos en 2006 y de cobertura forestal (1996) fue similar en hectáreas, por lo que el peso del cambio fue parecido, alrededor del 10%. El cambio de cobertura forestal que ha tenido más peso se da más recientemente, donde el 12% de la cobertura forestal en 2014 dio paso al 24,64% de los pastos en el 2019. Casi una cuarta parte de los pastos de este año fueron precedidos por cobertura forestal.

Figura 5

Peso en términos porcentuales del cambio del área de los usos: cambio de cobertura forestal a pastos 1986-2019



Fuente: Elaboración propia.

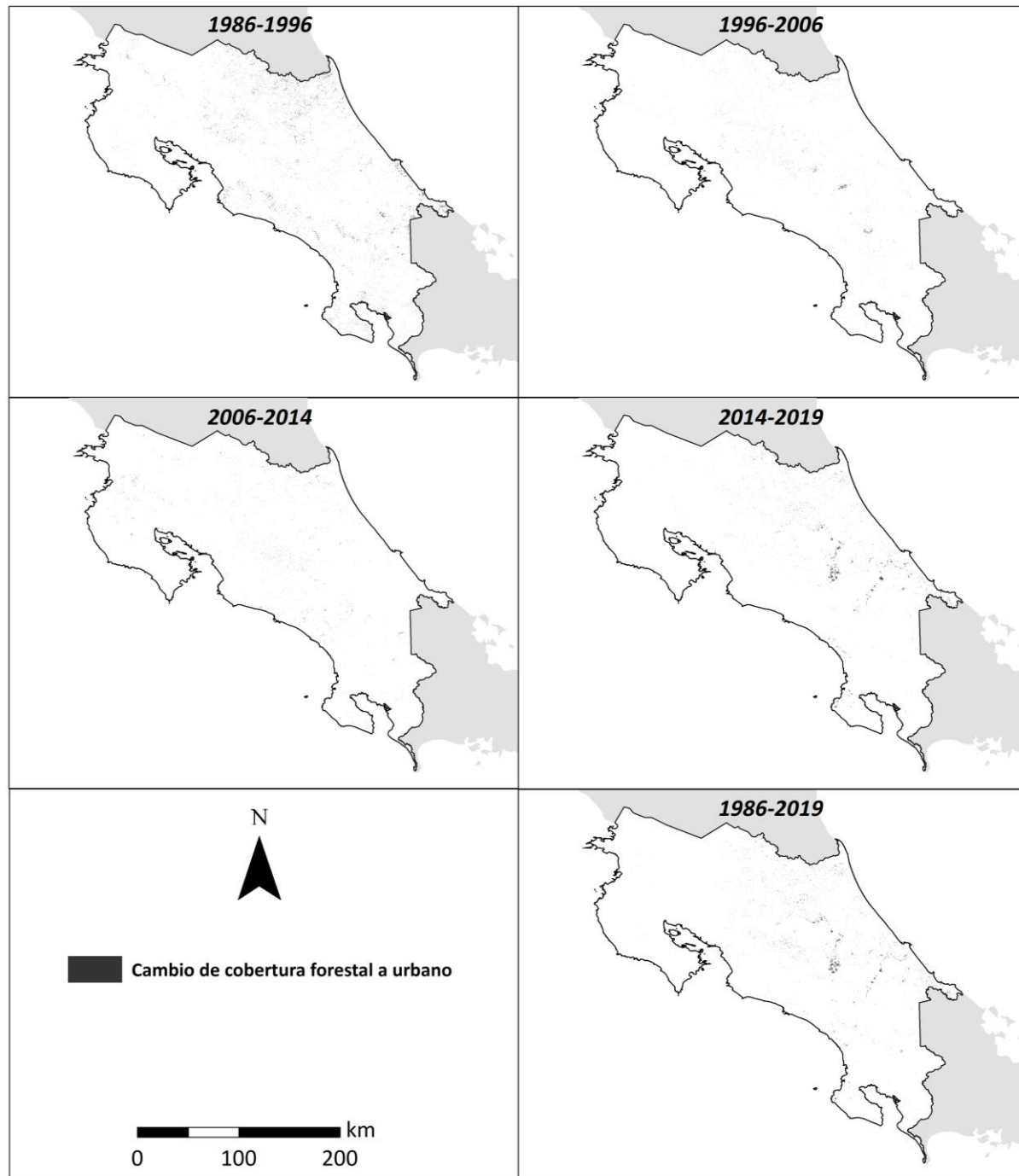
Hallazgos relevantes

- Entre 1986 y 1996 las principales zonas con cambio de uso de cobertura forestal a pastos se dieron en la Región Caribe.
- Entre 1996-2006 las principales zonas con cambio de uso de cobertura forestal a pastos se dieron en Guanacaste.
- Entre 2006-2014 las principales zonas con cambio de uso de cobertura forestal a pastos se dieron en Zona Norte y a lo largo de la frontera sur del país.
- Entre 2014-2019 las principales zonas con cambio de uso de cobertura forestal a pastos se dieron en todo el Caribe, Pacífico Central, Zona Norte y Guanacaste.
- En promedio el 52,3% de las hectáreas de cobertura forestal registradas entre 1986 y 2019 pasaron a ser pasto.
- Entre 1986-2014 se redujo la cobertura de cobertura forestal que paso a ser pastos, con una tasa de crecimiento negativa de -19,5%.
- Para el periodo 2014-2019 la tasa reflejo un marcado aumento y paso a una de 98,8%, que representa unas 342.695 hectáreas.
- En 2014 el 12% de la cobertura forestal fue predecesora del 24,64% del área de pasto en 2019.

Cambio de cobertura forestal a urbano

El mapa siguiente muestra la evolución del cambio de cobertura forestal a uso urbano.

Mapa 4
Cambio de uso de cobertura forestal a uso urbano



Fuente: Elaboración propia.

La sustitución de cobertura forestal por mancha urbana es la de menor importancia relativa a lo largo del período analizado, si se compara a los otros cambios de uso. Entre 1986 y el 2019, en promedio, el 5,3% de las hectáreas que dejaron de ser cobertura forestal fueron reemplazadas por el uso de suelo urbano. El número de hectáreas de cobertura boscosa que cambiaron a este uso de suelo muestra un comportamiento estable y bajo a través tiempo. Aunque entre los

primeros dos años analizados, es decir, 1986 y 1996, el porcentaje de hectáreas relacionadas con la disminución de cobertura forestal por cambio de uso de suelo hacia mancha urbana alcanzó su valor máximo de 9,4%, a partir de este punto, y hasta el año 2019, un promedio de 4% de hectáreas de cobertura boscosa fueron sustituidas por este uso.

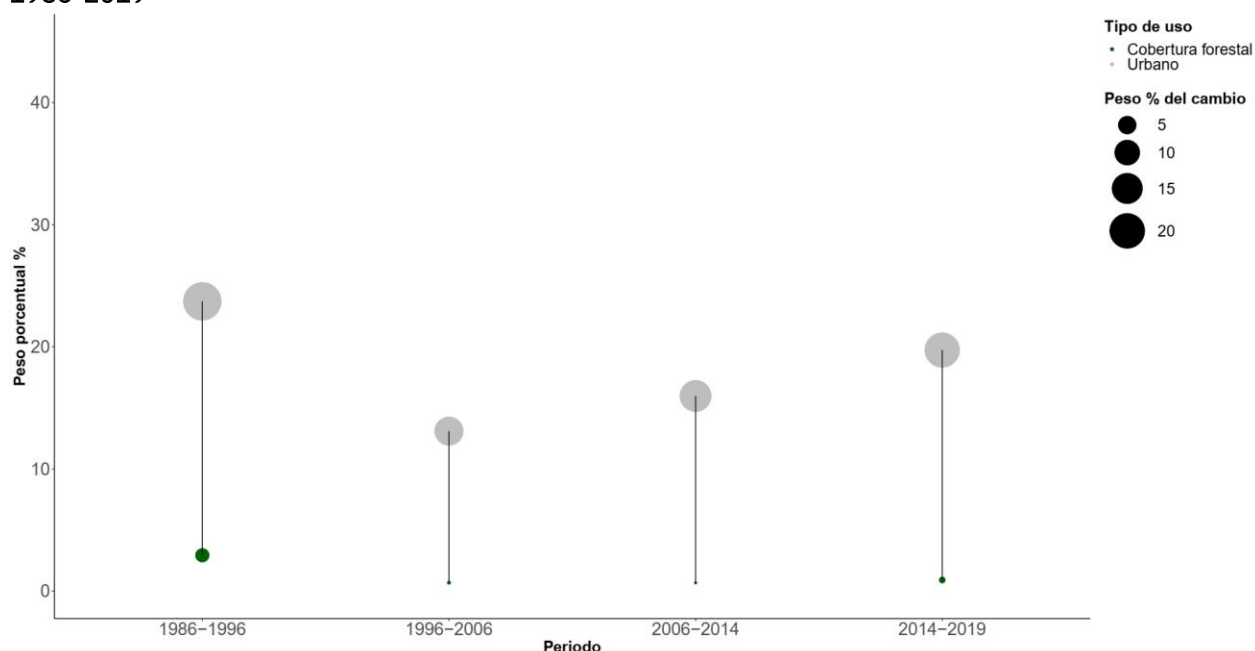
Si bien es cierto el aporte de la mancha urbana a la reducción de cobertura forestal es relativamente pequeño en comparación con otros usos, es importante mencionar que entre el 2014 y el 2019, se observa una tendencia hacia el alza, con un total de 173.211 hectáreas que dejaron de ser cobertura boscosa y fueron reemplazadas uso urbano, esto representa una tasa de crecimiento del 80,4% entre esos dos años.

Desde la perspectiva espacial, entre los años 1986 y 1996, el cambio entre estos usos estuvo concentrado principalmente en la Zona Norte, Caribe Norte y Sur del país (mapa 4). Durante el período 1996-2014 no se observa un patrón espacial claro, con algunas zonas pequeñas y nuevas de mancha urbana distribuidas en distintas zonas del país. Finalmente, entre el 2014 y el 2019, las hectáreas de cobertura forestal sustituidas por mancha urbana se concentraron principalmente en la zona del Caribe.

Siguiendo la siguiente figura, y como se han descrito otra similares, el peso del cambio de uso tiene en este caso un peso mayor sobre el uso urbano, el tamaño menor de su área comparado al de cobertura forestal es factor influyente. A pesar de esto, se puede identificar el momento en que este tipo de cambio de uso tuvo mayor peso sobre el área de uso urbano. En 1996 el 23,73% (casi una cuarta parte) del uso urbano fue precedido donde en 1986 existió cobertura forestal.

Figura 6

Peso en términos porcentuales del cambio del área de los usos: cambio de cobertura forestal a uso urbano 1986-2019



Fuente: Elaboración propia.

Hallazgos relevantes

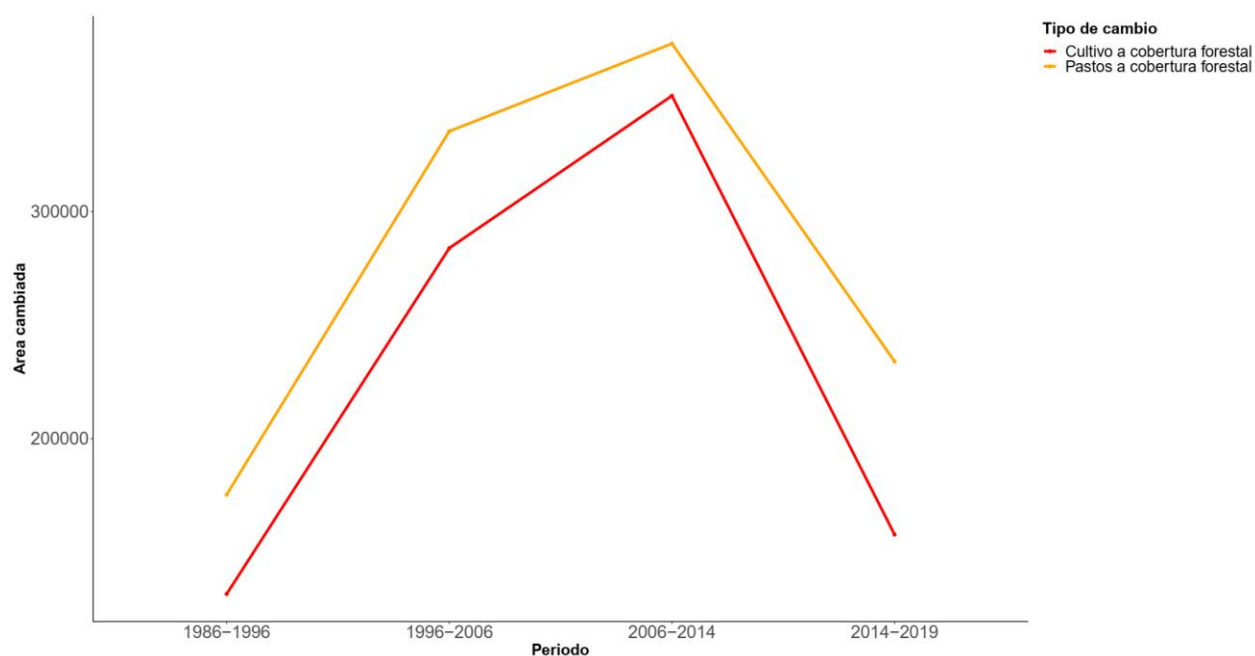
- Entre 1986 y 1996 las principales zonas con cambio de uso de cobertura forestal a uso urbano se dieron en la Región Caribe tanto en el norte como en el sur, y en la Zona Norte.
- Entre 1986 y 1996 las principales zonas con cambio de uso de cobertura forestal a uso urbano se dieron a lo largo de la Región Caribe.
- Entre 2014-2019 existió una tendencia al alza del cambio de cobertura forestal a uso urbano con una tasa de crecimiento de 80,4%, lo que representa 173.211 hectáreas.
- En 1996 el 23,73% de las áreas de uso urbano fueron áreas de cobertura forestal en 1986.

Cambios de otros usos a cobertura forestal

Los cambios de otros usos a forestal se describirán analizando los usos de cultivos y pastos. La figura abajo muestra la evolución de estos cambios en el tiempo solamente tomando en cuenta el total de área (en hectáreas). Para el caso del cambio de pastos y cultivos a cobertura forestal, ambos siguen un comportamiento muy similar. Se experimenta un crecimiento hasta el período 2006-2014, y el área cae en el siguiente período, este crecimiento además es en cantidades importantes.

Figura 7

Área con cambio de uso de otros usos a cobertura forestal: en hectáreas

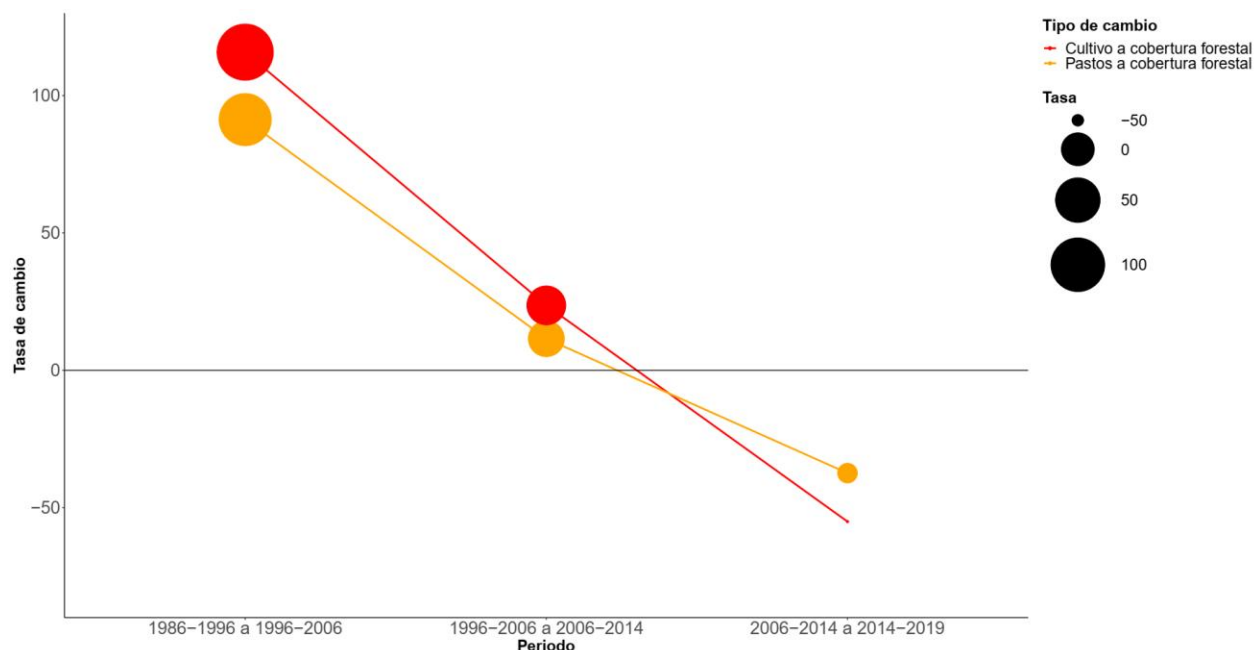


Fuente: Elaboración propia.

Si nos enfocamos en la tasa de cambio, es posible determinar la tendencia de los cambios de área de un período a otro en términos relativos. En este caso la caída de la tasa es lineal y constante, pasando de tasas muy altas y positivas cercanas al 100% en el período 1986-1996 a tasas negativas en el período 2014-2019. Esta caída es ligeramente más evidente en el caso de los cultivos, siendo la tasa más alta en el primer período mencionado y la más baja en el último período.

Figura 8

Tasas de cambio en el uso de otros usos a cobertura forestal: estimación entre períodos



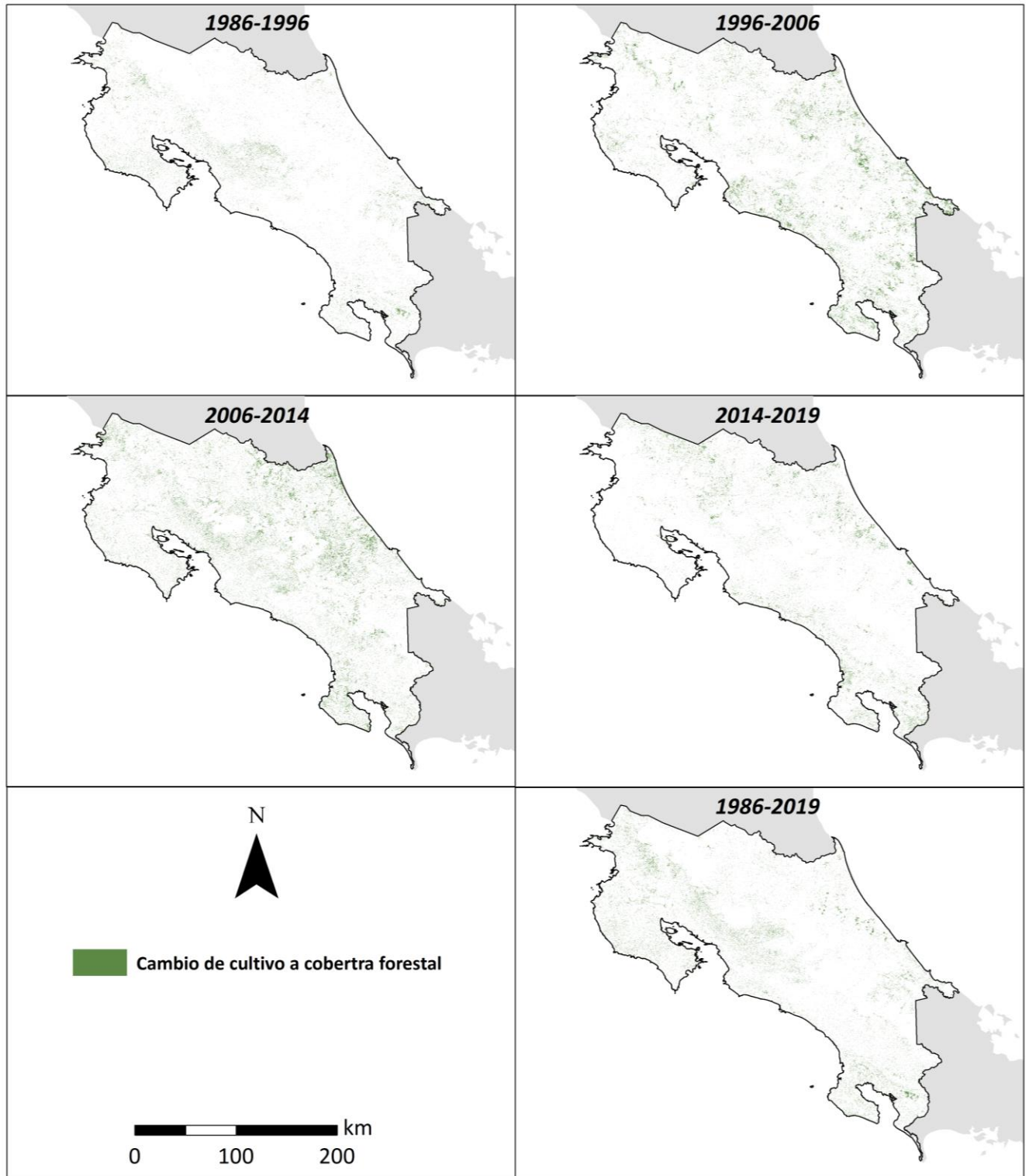
Fuente: Elaboración propia.

Para profundizar en cada uno de estos dos casos, los siguientes dos apartados describirán en detalle los datos referentes a cada cambio de uso.

Cambio de cultivo a cobertura forestal

Para describir en detalle este cambio de uso el siguiente mapa muestra la su evolución temporal.

Mapa 5
Cambio de uso de cultivo a cobertura forestal



Fuente: Elaboración propia.

De acuerdo con la figura arriba detallada, existieron cambios de cultivo a cobertura forestal, lo que muestra el esfuerzo que se realiza a nivel país en recuperación y reforestación. Sin embargo, esto no se percibe en forma homogénea en todo el país. Para el período que va de 1986 a 1996 en el centro del país se identifican franjas de cambio que se dirigen hacia el nor-oeste, estas se ensanchan al llegar a la provincia de Guanacaste. Adicionalmente, en el Caribe Sur y en el Valle de la Estrella. En el sur del país, se identifican importantes áreas en la Península de Osa y en el área que comprende los cantones de Golfito y Corredores. Entre 1996 y el año 2006 Guanacaste sigue presentando evidencias de este cambio sobre todo en el noroeste de la provincia, en zonas alrededor de la Bahía Santa Elena y en la parte suroeste de la provincia.

En el período que va del 2006 al año 2014, se identificaron cambios en el área que corresponde con el cantón de La Cruz, y zonas aledañas, adicionalmente en la franja que desciende desde el cantón de Liberia hasta el centro del país. Importantes cambios se muestran en la zona que comprende a Turrialba, Guácimo, Siquirres y Matina, y que ascienden hasta el Caribe Norte. También en la Península de Osa y las zonas alrededor del Golfo Dulce se cuantifican importantes cambios. El último período comprende del 2014 al 2019, este es en el que menos cambios se cuantificaron, las principales zonas de cambio en este período se encuentran entre los cantones de Upala, Guatuso, y Los Chiles en la Zona Norte, descendiendo hasta Tilarán y alrededores. En el Caribe, el área que comprende los cantones de Guácimo, Siquirres y Matina también evidenciaron cambios, al igual que en áreas alrededor del Humedal Nacional Terraba Sierpe, en el sur del país.

El cuadro 6 detalla los cambios que se identificaron en áreas de cultivos que dieron paso a áreas de cobertura forestal. Empezando en el período de 1986-1996 se cuantificaron 131.588 hectáreas que pasaron de cultivos a cobertura forestal. Para el período 1996-2006 se identificaron 283.940 hectáreas, para el período 2006-2014, 351.940 hectáreas y finalmente para el período 2014-2019 fueron 157.764 hectáreas. Para ver la tendencia de estos cambios, la tasa de cambio indica claramente la evolución de los datos. El cambio de 1986 a 2006 mostró un cambio de 115,85%, para el período 1996-2014 la tasa fue de 23,63%, y para el período 2006-2019 la tasa fue de -55,06%. Esto lo que indica es que los primeros períodos la tasa fue positiva y por encima del 100%, muy alta en una primera instancia y cayó en 92,22 puntos porcentuales, aunque siempre positiva, lo que indica que aún existían áreas que estaban cambiando de uso. Esto puede ser evidencia de recuperación de cobertura donde los dueños de los terrenos empezaron a proteger o por alguna razón a mantener la cobertura forestal.

Esto pudo tener diferentes razones ya sea por pagos de Pagos por Servicios Ambientales, creación de reservas privadas, plantaciones forestales u otras. Sin embargo, en el período más reciente la tasa pasa a -55,06%, lo que indica una tasa negativa, que muestra un decrecimiento de la tendencia que se traía de reconversión a cobertura forestal.

Cuadro 6

Cambio de cultivo a cobertura forestal 1986-2019

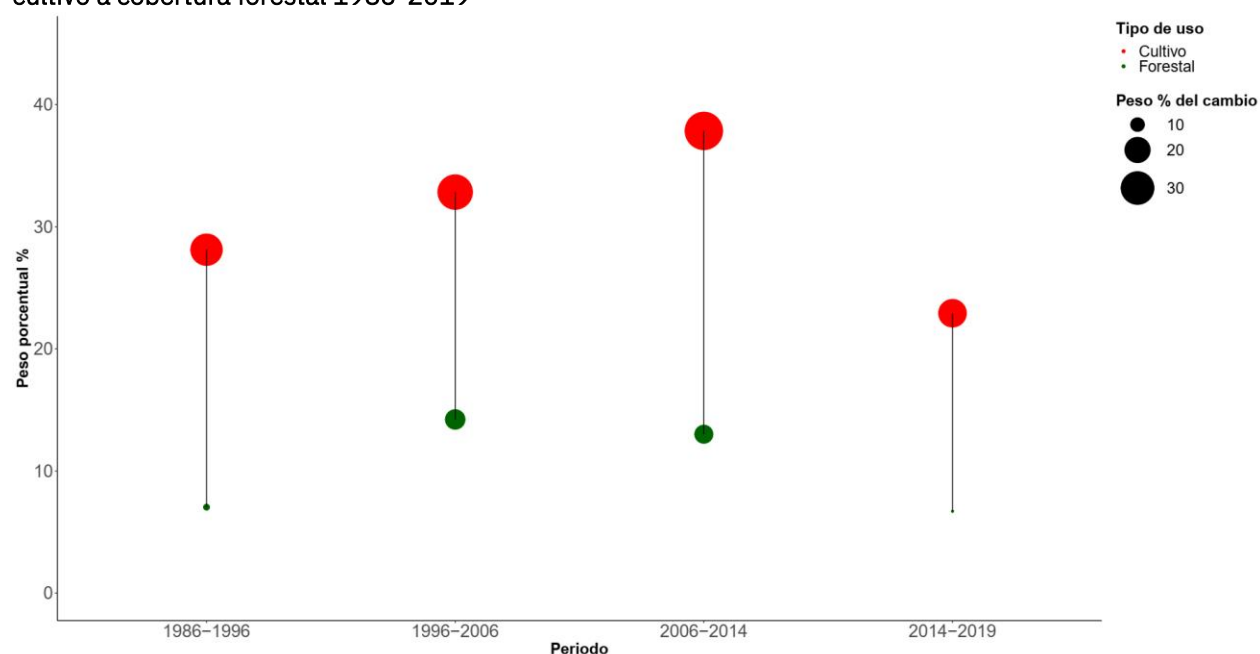
Período	Área cambiada (ha)	Porcentaje cultivo	Porcentaje bosque	Tasa de cambio
1986-1996	131.588	28,12%	7,04%	
1996-2006	283.940	32,84%	14,22%	115,85%
2006-2014	351.034	37,85%	13,01%	23,63%
2014-2019	157.764	22,92%	6,70%	-55,06%

Fuente: Elaboración propia.

Ahora bien, estos cambios implicaron diferentes pesos en cada tipo de uso. Por ejemplo, para el período 1996-2006, el 30% del área de cultivo de 1996 pasó a cobertura forestal en el 2006, pero dado el área total de cobertura forestal de ese año, este representó un 12,43% del total del área. Este comportamiento para cada período se detalla en la figura abajo mostrada. Dado que el área total de cultivos fue en general menor al área total de cobertura forestal, este peso siempre representó una mayor proporción en el uso de cultivos. Sin embargo, este tamaño depende no solo de la magnitud del cambio, sino también de la evolución del área total de cada tipo de uso. El mayor porcentaje de área de cultivo que paso a cobertura forestal se dio en el período del 2006-2014 y representó en 37,85% de esta área, más de una tercera parte.

Figura 8

Pesos en términos porcentuales del cambio de uso en la superficie del tipo de uso: el caso del cambio de cultivo a cobertura forestal 1986-2019



Fuente: Elaboración propia.

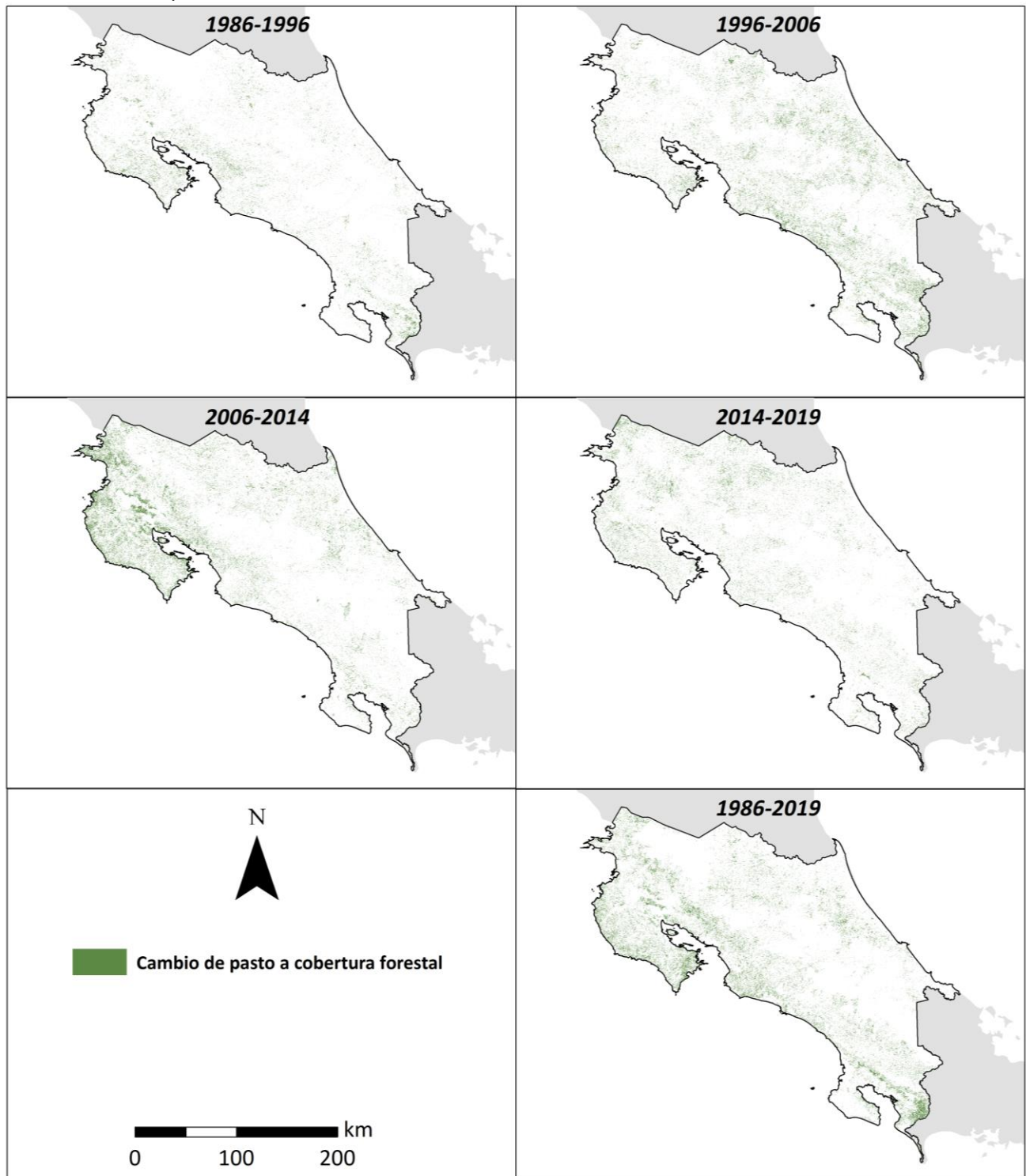
Hallazgos relevantes

- Entre 1986 y 1996 las principales zonas con cambio de uso de cultivo a cobertura forestal se dieron en Guanacaste, Caribe Sur, Valle de la Estrella y Península de Osa.
- Entre 1996 -2006 las principales zonas con cambio de cultivo a cobertura forestal se dieron en Guanacaste.
- Entre 2006 y 2014 las principales zonas con cambio de uso de cultivo a cobertura forestal se dieron en Guanacaste, Región Caribe y Península de Osa.
- Entre 2014 y 2019 las principales zonas con cambio de uso de cultivo a cobertura forestal se dieron en Guanacaste, Zona Norte, Caribe y en el sur del país en las cercanías del Humedal Nacional Terraba Sierpe.
- El cambio de cultivo a cobertura forestal que va hasta el período 1996-2006 registra una tasa de creciente del 115,85%.
- La tasa de crecimiento de este cambio de uso de vio reducida a una tasa negativa del-55,06%.
- El 37,85% del área de cultivo en 2006 paso a ser cobertura forestal en 2014.

Cambio de pastos a cobertura forestal

Para analizar el cambio de pastos a cobertura forestal, la siguiente serie de mapas muestra su evolución temporal.

Mapa 6
Cambio de uso de pastos a cobertura forestal



Fuente: Elaboración propia.

El cambio de uso de suelo de pastos a cobertura forestal es el de mayor aporte en la recuperación de bosques entre los años 1986 y 2019. Durante este período, en promedio, alrededor del 55,7%

de las hectáreas convertidas en cobertura forestal se asocian con dicho uso de suelo. A pesar de este aporte, es importante destacar que la evolución a través del tiempo de la cantidad de hectáreas de este cambio de uso de suelo, muestra dos tendencias distintas. Inicia con un marcado crecimiento en la cantidad de hectáreas de cobertura forestal provenientes de pastos durante los años 1986 y 2014, seguido por un fuerte decrecimiento en los últimos 5 años comprendidos en este estudio.

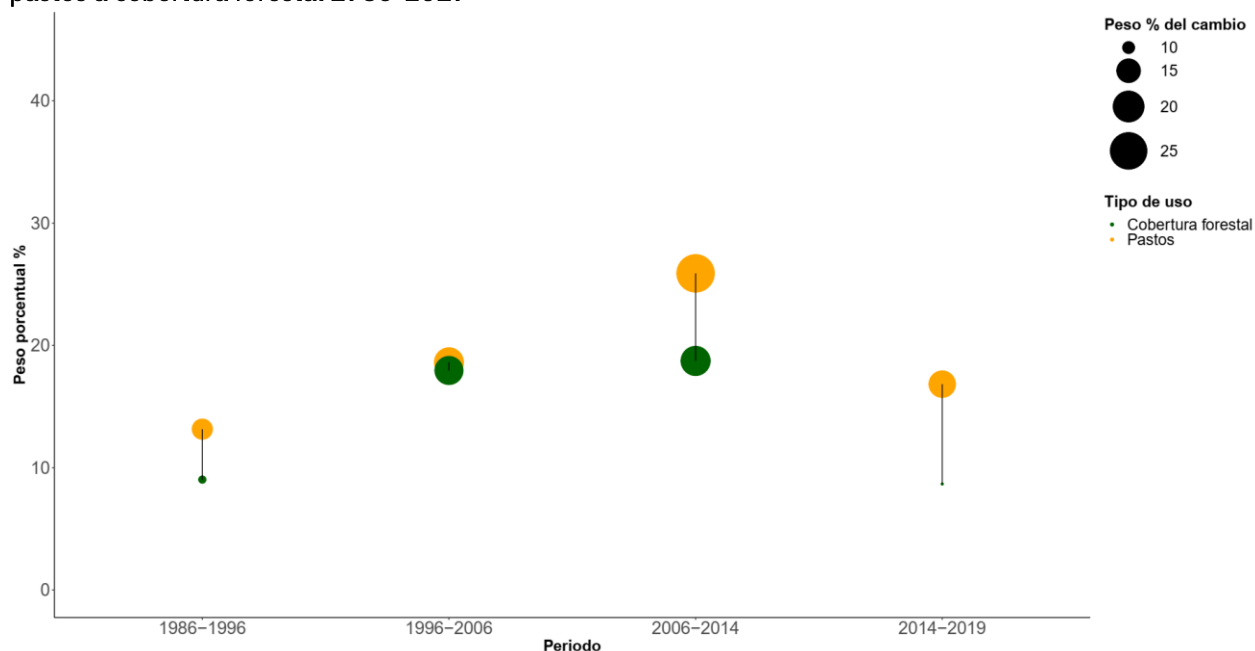
Desde el punto de vista de la tasa de crecimiento, entre los años 1986 y 2006, el incremento en la cantidad de hectáreas de cobertura forestal provenientes de pastos fue notable, con un crecimiento de 91,2% durante esos 20 años. A partir de este punto, se observa una desaceleración en la tasa de crecimiento, con un valor de 11,5% entre el 2006 y el 2014. Luego de alcanzar su punto máximo en el 2014, la tasa de crecimiento pasó a ser negativa hasta el 2019.

A lo largo del período, algunas zonas del país han tenido un mayor aporte en cuanto a la cantidad de estas hectáreas convertidas en cobertura forestal que anteriormente fueron pastos. Entre los años 1986 y 1996, una parte significativa de estas hectáreas se ubicaron en la provincia de Guanacaste, específicamente en la península de Nicoya, así como en el Pacífico Norte y zona sur del país. Posteriormente, desde el 1996 y durante los próximos 10 años, su distribución fue generalizada en todo el territorio nacional. Desde el 2006 hasta el 2014, la concentración de estas hectáreas se localiza mayoritariamente en Guanacaste y el Pacífico Norte, con un leve aporte del Caribe nacional. Durante los últimos 6 años analizados la distribución este comportamiento se mantuvo, pero con una participación importante de la Zona Norte. Estos resultados posicionan al uso de suelo pastos como el más importante para explicar los cambios en cobertura forestal.

Para finalizar esta sección, la figura abajo esbozada muestra el peso del cambio en las áreas de cada uso. Lo más llamativo es que el cambio que de pastos en el 2006 representa el 26% del área de este uso, este cambio en la cobertura forestal del 2014 pesó el 19% del área. En otras palabras, en ese período una cuarta parte de los pastos del 2006 dieron paso al 19% de la cobertura forestal en el 2014.

Figura 7

Pesos en términos porcentuales del cambio de uso en la superficie del tipo de uso: el caso del cambio de pastos a cobertura forestal 1986-2019



Fuente: Elaboración propia.

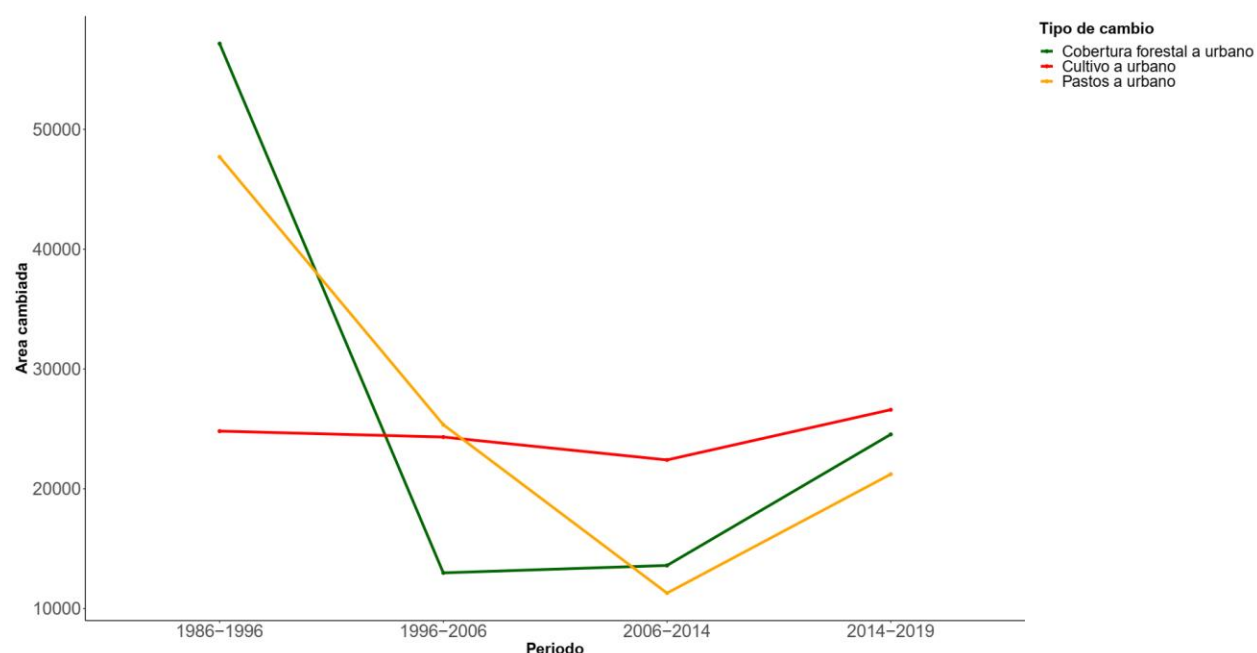
Hallazgos relevantes

- Entre 1986 y 1996 las principales zonas con cambio de pasto a cobertura forestal se dieron en Guanacaste y Zona Sur.
- Entre 2006 y 2014 las principales zonas con cambio de pasto a cobertura forestal se dieron en Guanacaste.
- Entre 2014 y 2019 las principales zonas con cambio de pasto a cobertura forestal se dieron en Zona Norte.
- Entre 1986-2019 en promedio un 55,7% de la recuperación de cobertura forestal se dio por cambio de pasto.
- Entre 1986-2006 la tasa de crecimiento del cambio de pasto a cobertura forestal fue de 91,2%, de las tasas, más altas del estudio.
- La tasa de este cambio se desacelera entre 2006-2019 llegando a una tasa de crecimiento negativa de -37,42%.
- El 26% de área de pasto en 2006 dio paso al 19% del área de cobertura forestal en 2014.

Cambios de otros usos a uso urbano

En el caso de otros usos a urbano, se toma en cuenta el cambio de cobertura forestal, de cultivos y de pastos. Dado que el caso de cobertura forestal a urbano ya se explicó arriba en la sección relacionada a cobertura forestal, aquí solo se explicarán los casos de cambio de uso de cultivo y pastos. La figura siguiente muestra la evolución comparada de los tres casos mencionados. El caso de cobertura forestal y pastos siguen un comportamiento muy similar, pero el caso del cambio de cultivo a urbano tiene un comportamiento diferente. El caso del cambio del uso de cultivo es más homogéneo en el tiempo, por lo que el cambio en hectáreas se asemeja a una línea recta horizontal en el tiempo. Por otro lado, el cambio de pastos y cobertura cae hasta el período 2006-2014 y empieza una ligera subida en el siguiente período.

Figura 8
Área con cambio de uso de otros usos a urbano (en hectáreas)



Fuente: Elaboración propia.

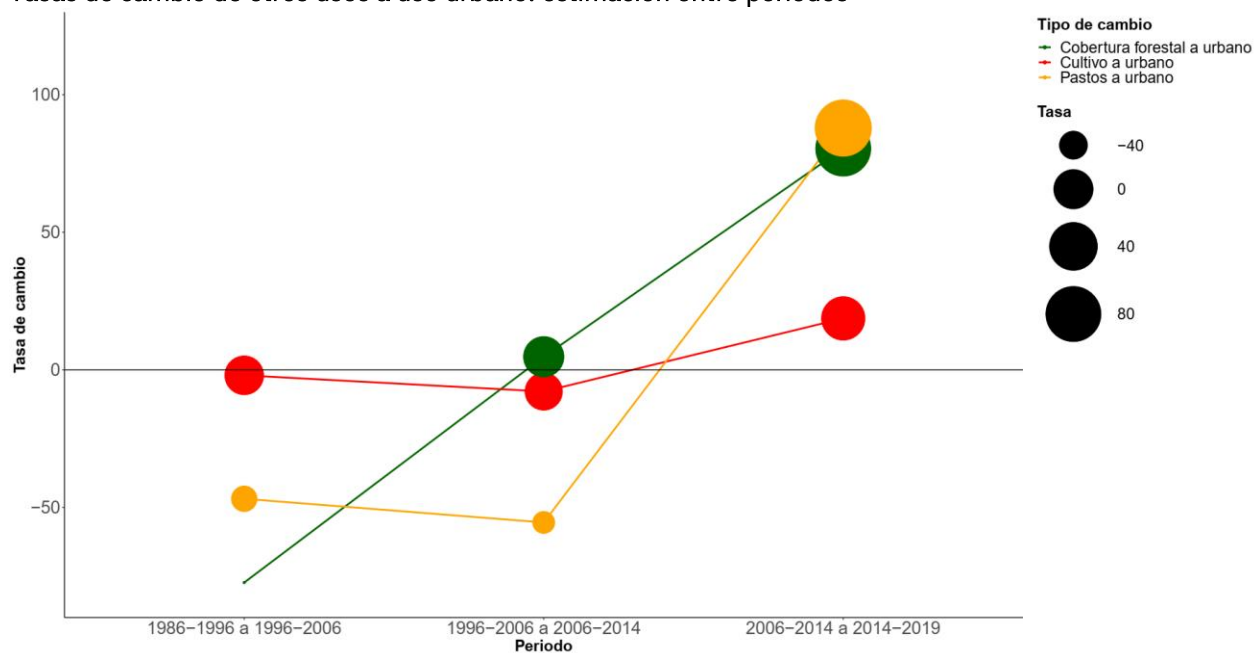
A diferencia de la medición del área en términos absolutos, la tasa de cambio medida en términos relativos muestra una tendencia más clara, con tasas negativas de cambio desde el período 1986-1996 hasta tasas positivas y cercanas a 100% en el período 2014-2019. Esta tendencia es especialmente evidente en los casos de la cobertura forestal y pastos, y en menor grado en el cambio de uso de los cultivos a urbano. Llamativo es el caso del cambio de cobertura forestal a urbano, este se ha dado con una tasa constante y creciente a lo largo del tiempo. Así que tasas altas y positivas de cambio reflejan posibles tendencias de crecimiento urbano, a costa de cambios de uso en cobertura forestal y pastos.

Los apartados siguientes mostrarán los cambios de otros usos a urbano, en cada uno de estos se mostrarán los mapas respectivos. No obstante, debido a que el área de uso urbano, en

términos generales, es pequeña, se presentarán los mapas individuales en el anexo 1. De esta forma, el lector podrá ver con más claridad los detalles y ubicación de los cambios de uso respectivos.

Figura 9

Tasas de cambio de otros usos a uso urbano: estimación entre períodos



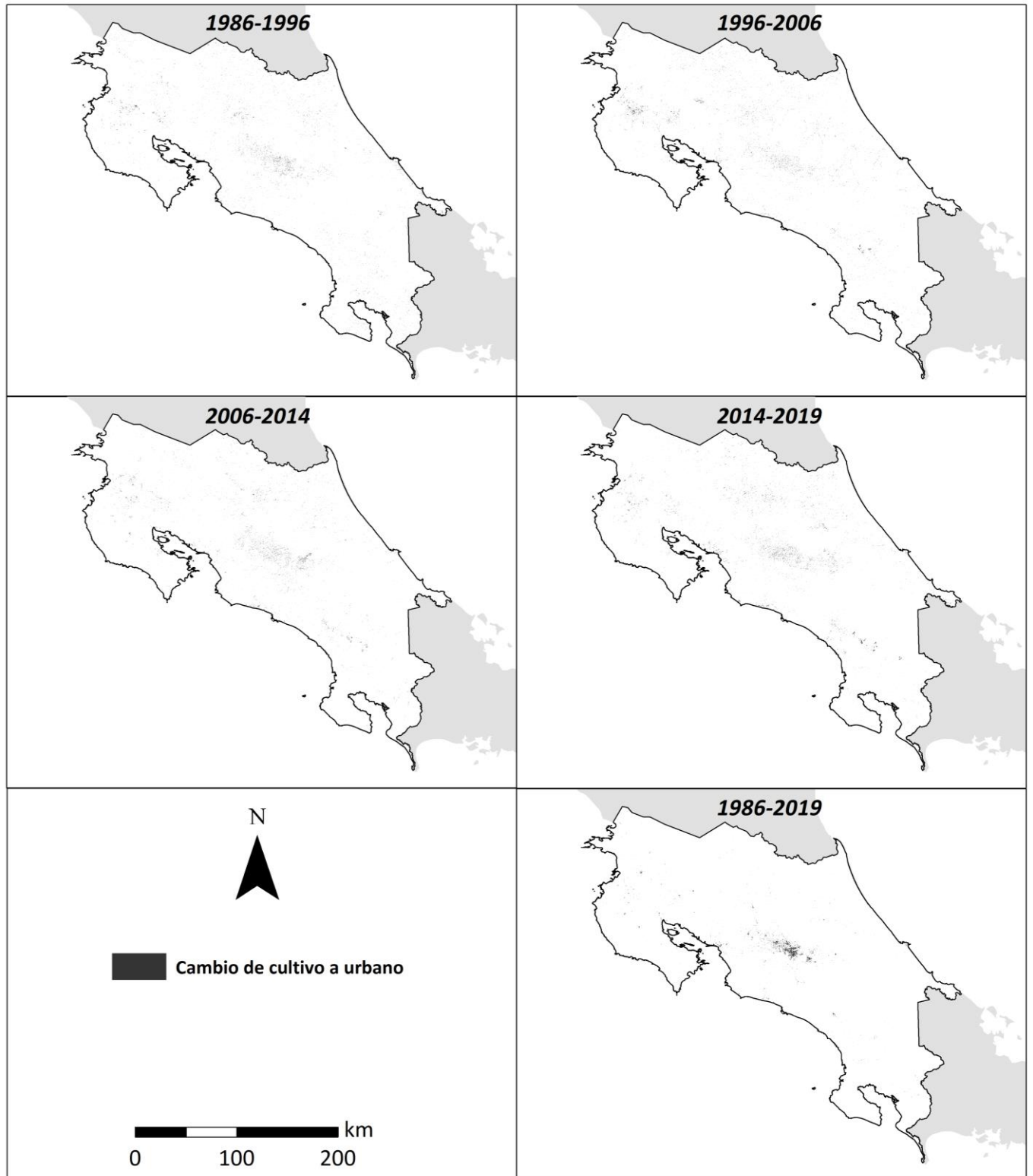
Fuente: Elaboración propia.

Cambio de cultivo a urbano

De acuerdo como se comentó en la introducción, se puede argumentar que las ciudades secundarias fuera de la GAM debido a consideraciones como: su expansión, tipo de material de la calle, principalmente lastre, se ha visto reflejado como parte de los cambios en el mapa presentado a continuación. Algunos de los ejemplos que se pueden identificar son en los poblados como: San Isidro del General, Liberia, Guápiles, Limón, San Vito, Ciudad Neilly, San Carlos, Quepos, Parrita, entre otros. En el mapa 7 se puede ver como en el período 1986-2019 las principales zonas del país donde se evidencia espacialmente los cambios argumentales se haya la Región Central, Caribe y Huetar Norte. Importante acotar que algunos de estos cambios pueden ser vistos en áreas de cultivo a uso urbano por la exposición del suelo desnudo al momento de realizar el análisis.

Mapa 7

Comparación entre períodos para el cambio de uso de cultivo a urbano



Fuente: Elaboración propia.

Siguiendo el cuadro 7, se constata que el área cambiada de cultivo a urbano en términos absolutos es bastante estable en el tiempo. Sin embargo, no así su tasa de cambio. Esta pasa de tasas negativas a una positiva en el período 2014-2019.

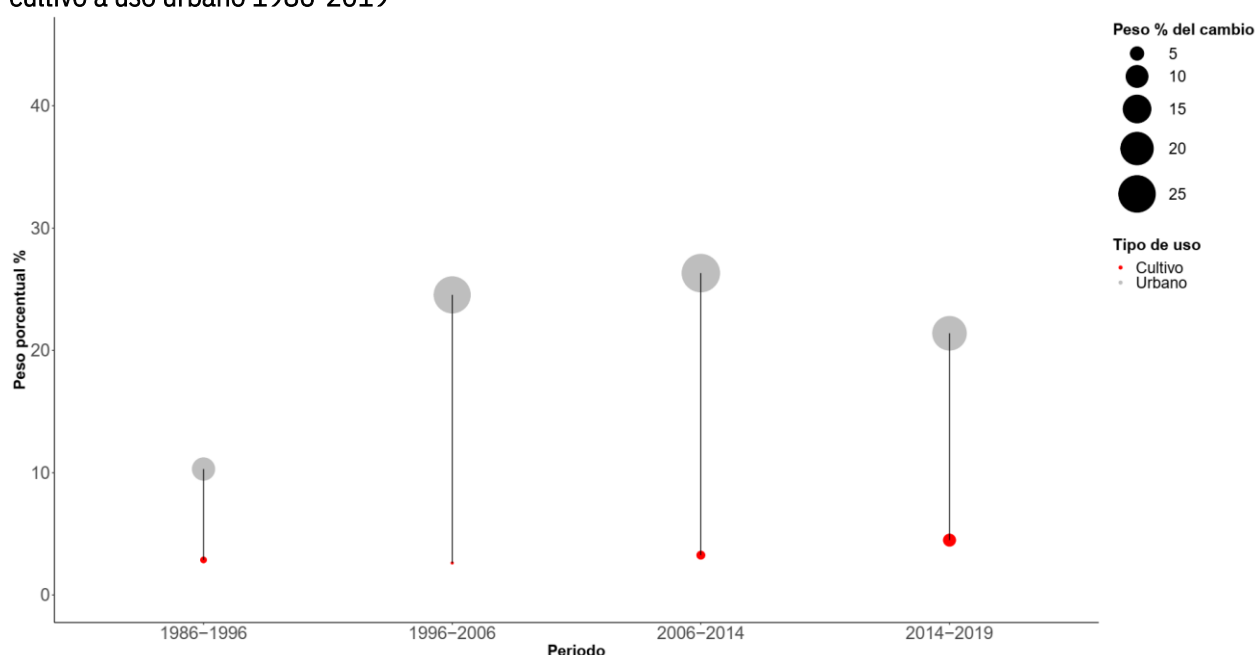
Cuadro 7
Cambio de cultivo uso urbano 1986-2019

Período	Área cambiada (ha)	Porcentaje cultivo	Porcentaje urbano	Tasa de cambio
1986-1996	24.815,09	2,87%	10,30%	
1996-2006	24.322,24	2,62%	24,54%	-1.99%
2006-2014	22.410,76	3,26%	26,32%	-7.86%
2014-2019	26.601,03	4,49%	21,40%	18.70%

Fuente: Elaboración propia.

El peso de este cambio de uso en el área urbana tuvo mayor importancia en los períodos situados entre el 2006 y el 2014, con 26,32% y 24,54%. En esos años cerca de una cuarta parte del área urbana fue cultivo en los años previos del período.

Figura 9
Pesos en términos porcentuales del cambio de uso en la superficie del tipo de uso: el caso del cambio de cultivo a uso urbano 1986-2019



Fuente: Elaboración propia.

Hallazgos relevantes

- Entre 1986 y 2019 las principales zonas con cambio de cultivo a uso urbano se dieron en la Región Central, en la Región Caribe y en la Huetar Norte.
- Este cambio de uso pasó de tasas negativas de cambio a una tasa positiva de cambio de 18,70% en el período de 2014-2019.

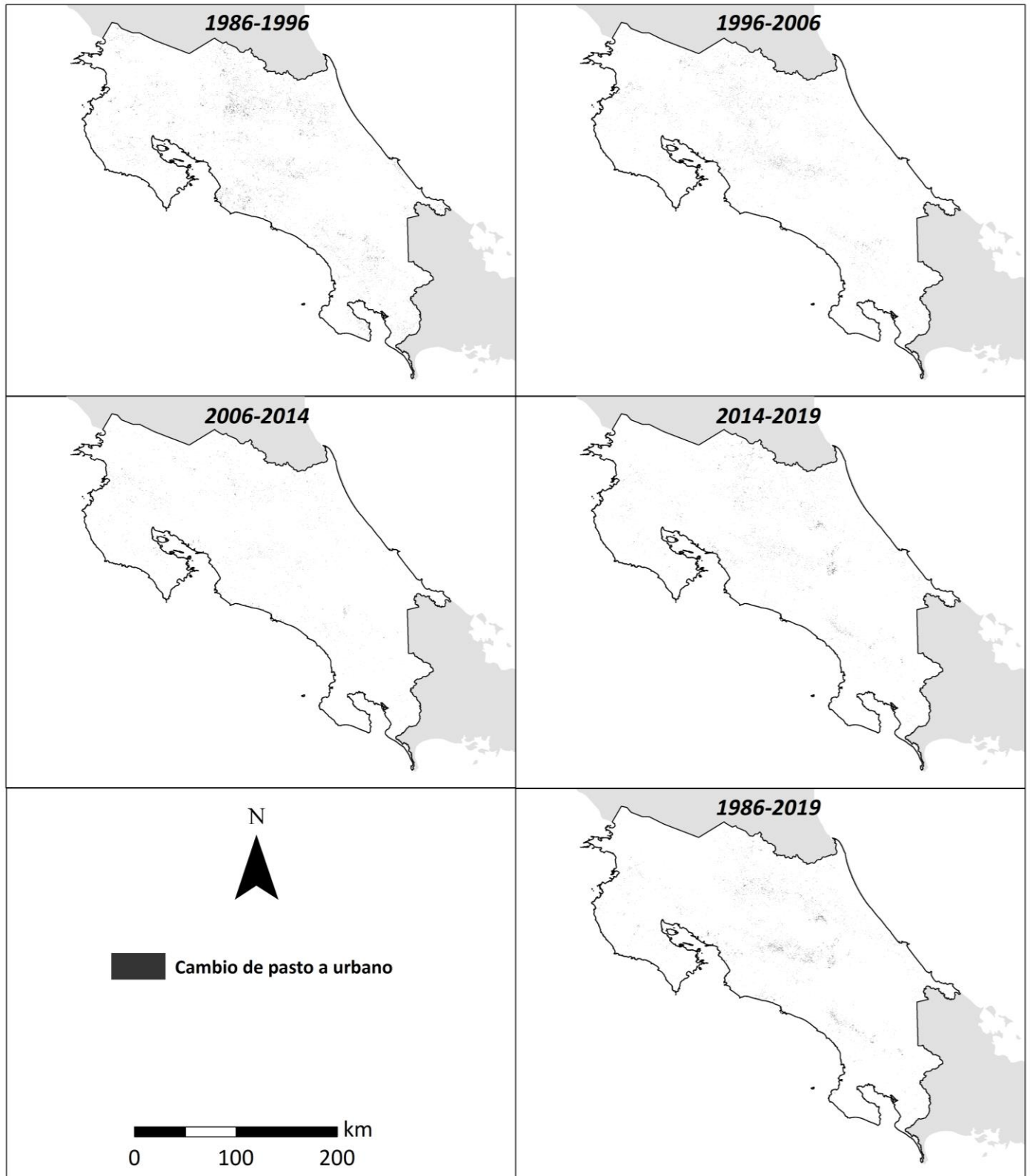
- En el año 2006, 2014 y 2019 alrededor de una cuarta parte de área urbana provino de cambio de cultivo a urbano, respectivamente el 24,54%, 26,32% y el 21,40%.

Cambio de pastos a uso urbano

Otro cambio de uso registrado es entre pastos a uso urbano y que a continuación se analizará. La evolución de este tipo de cambio de uso se muestra en el mapa siguiente.

Mapa 8

Comparación entre períodos para cambio de uso de pastos a uso urbano



Fuente: Elaboración propia.

De acuerdo con la figura arriba mostrada, entre el período comprendido entre 1986 y 1996, áreas importantes de crecimiento en este cambio de uso se dieron en el centro del país, especialmente hacia el este del Valle Central. Adicionalmente, este cambio se evidencia en el Caribe Norte, en Pococí y en parte del área que cubre al cantón de Sarapiquí. En el Caribe Sur también se dieron cambios, especialmente a lo largo de la costa. Importantes cambios se cuantifican en el Pacífico Central y Pacífico Sur desde lo que corresponde a Pérez Zeledón descendiendo hasta Buenos Aires y alrededores.

Para el período comprendido entre 1996 y el 2006 los cambios se asentaron principalmente en el centro del país, Zona Norte, también, pero en menor proporción, en el sur del país y en la provincia de Guanacaste, especialmente en el área que comprende los cantones de Carrillo y Liberia. Para el período del 2006 al 2014, los principales cambios se identifican en la provincia de Guanacaste desde Liberia descendiendo hasta Cañas, también en la Zona Norte, en el centro del cantón de San Carlos, y en el Caribe Norte, en el centro del cantón de Pococí. En el centro del país los cambios son más visibles al oeste del Valle Central, hacia Santa Ana y alrededores. En Cartago, principalmente en lo que corresponde al cantón de la Unión y en Pérez Zeledón en el centro del cantón. Adicionalmente, en el Pacífico central los cambios se evidencian a lo largo de la costa, desde Parrita hasta Quepos. Por último, en el período que va del año 2014 al 2019 se detectan cambios sobresalientes al oeste del Valle Central hasta el Valle Occidental, inclusive. En Pérez Zeledón, Liberia y San Carlos también se registran cambios, y finalmente desde la parte este del cantón de Puntarenas hasta Orotina y Esparza.

De acuerdo con el cuadro siguiente, el área en hectáreas de pastos a urbano ha venido reduciéndose con una ligera recuperación en el período 2014-2019. Esta tendencia se muestra mejor con la tasa de cambio, que pasa de tasas negativas de entre -46 y -55% a una tasa positiva y relativamente alta de 87,86% en el último período mencionado.

Cuadro 8
Cambio de pastos a urbano 1986-2019

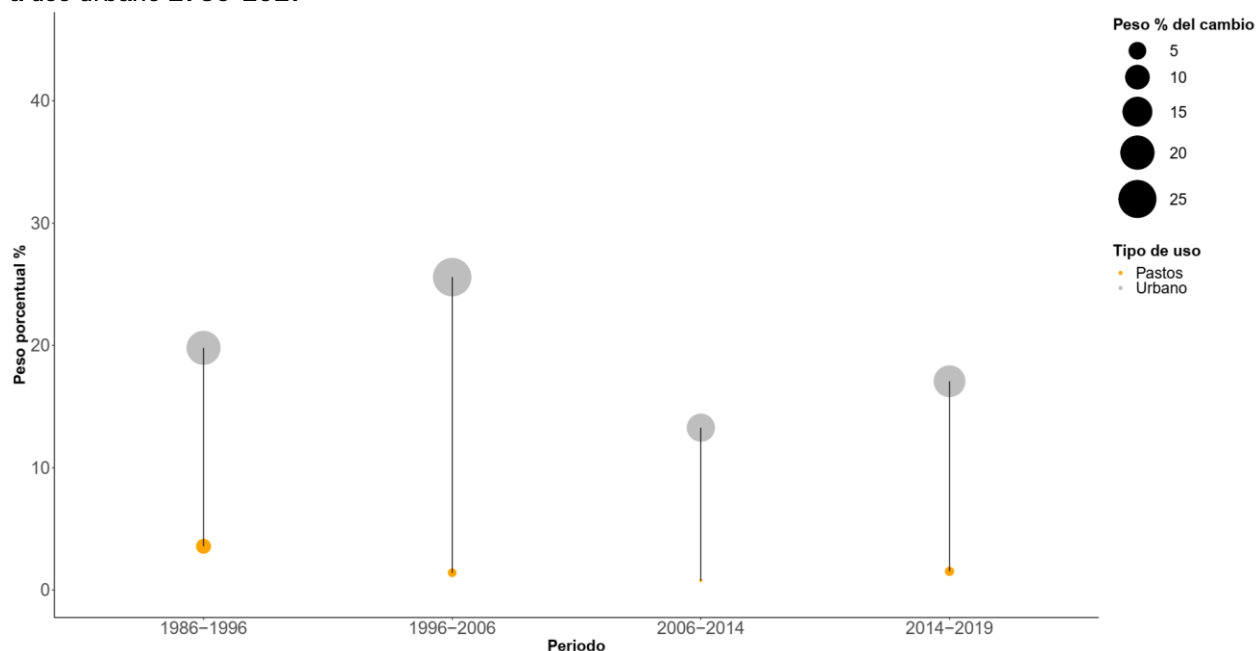
Período	Área cambiada (ha)	Porcentaje pastos	Porcentaje urbano	Tasa de cambio
1986-1996	47.698,4	3,58%	19,80%	
1996-2006	25.350,4	1,41%	25,59%	-46,85%
2006-2014	11.293,7	0,78%	13,27%	-55,45%
2014-2019	21.217,8	1,53%	17,07%	87,86%

Fuente: Elaboración propia.

De acuerdo a la figura abajo mostrada, los cambios en todos los períodos implicaron que pequeños porcentajes en el cambio de área de pastos pasaran a ser importantes porcentajes del área total urbana. Por ejemplo, el cambio con mayor peso en el área urbana fue en el período 1996-2006, donde del total del área de uso urbano identificada en 2006, el 25,59%, y que fueron pastos en 1996. En otras palabras, una cuarta parte del área urbana del 2006 fue resultado de lo que 10 años antes fue pastos. Esto confirma que el uso de pastos dio paso a una importante proporción del uso urbano, a lo largo de más de cuatro décadas, más recientemente en el año 2019 este cambio peso 17,07% del área urbana.

Figura 10

Pesos en términos porcentuales del cambio de uso en la superficie de cada uso: el caso del cambio de pastos a uso urbano 1986-2019

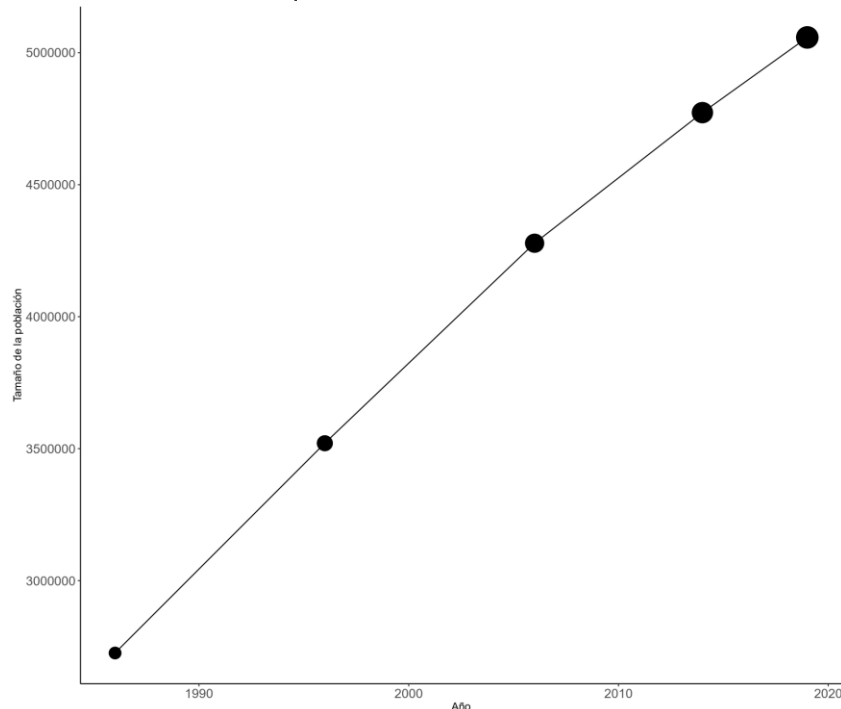


Fuente: Elaboración propia.

A pesar de que la población del país ha crecido en forma sostenida y lineal, como se observa en la figura siguiente (figura 11), el peso de los pastos que pasan a ser de uso urbano tiene una evolución menos lineal. El comportamiento descrito con anterioridad puede obedecer a una serie de factores, como el construir más en vertical y menos residencial, ya que muchas áreas de construcción han llegado a los límites del anillo de contención de la GAM, donde existen regulaciones más estrictas respecto a la construcción. A pesar de esto para el 2019 se registró un aumento en este tipo de cambio de uso.

Figura 11

Tamaño evolución de la población de Costa Rica 1986-2019



Fuente: Elaboración propia.

Hallazgos relevantes

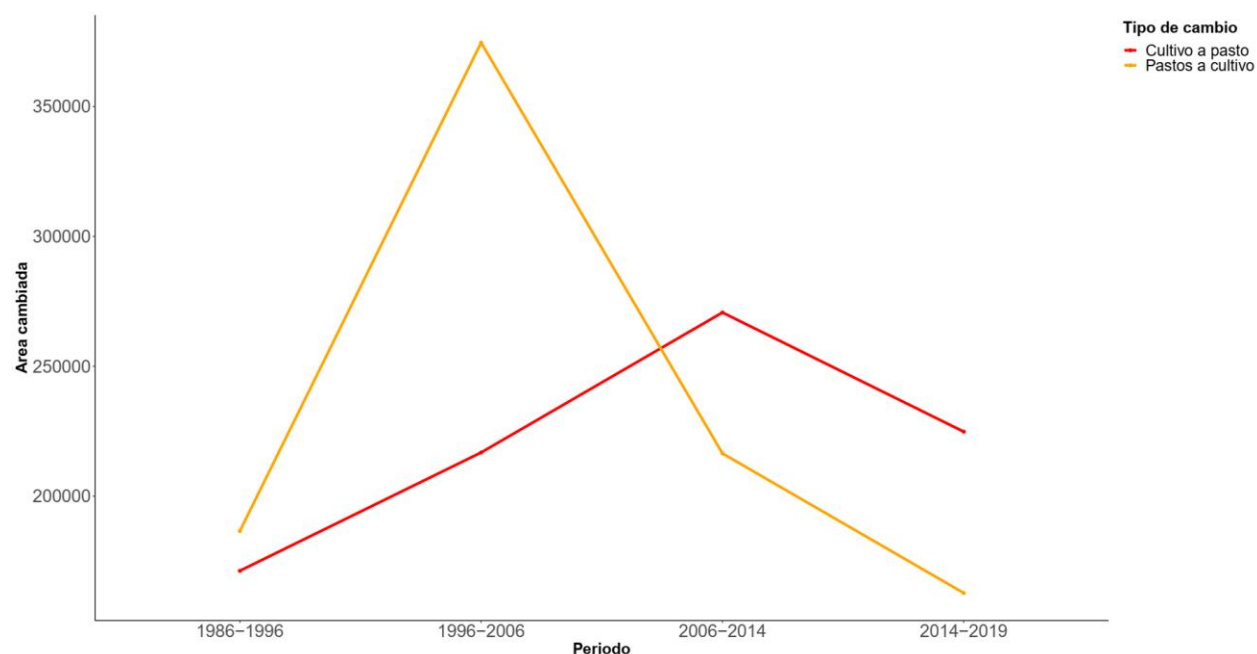
- Entre 1986 y 1996 las principales zonas con cambio de pasto a uso urbano se dieron en el Valle Central, Caribe Norte (áreas entre Pococí y Sarapiquí), Caribe Sur, Pacífico Central y pacífico Sur.
- Entre 1996 y 2006 las principales zonas con cambio de pasto a uso urbano se dieron en Zona Norte y Guanacaste.
- Entre 2006 y 2014 las principales zonas con cambio de pasto a uso urbano se dieron en Guanacaste (áreas entre Carrillo, Liberia y Cañas), Caribe Norte (zonas en Pococí y), Valle Central (San Ana, Escazú y Cartago), zonas de Perez Zeledón y el Pacífico Central (áreas de Parrita y Quepos).
- Entre 2014 y 2019 las principales zonas con cambio de pasto a uso urbano se dieron en Valle Central, Valle Occidental, Guanacaste (áreas de Liberia), Zona Norte (áreas de San Carlos), Pacífico Central (áreas de Puntarenas, Orotina y Esparza).
- El cambio de pasto a uso urbano pasa de tasas negativas de crecimiento de 1986 a 2014 a una tasa positiva y relativamente alta en el periodo 2014-2019, de 87,86% (21.217 hectáreas).
- En el año 2006 el 25,59% del área urbana fue pasto en 1996.

Cambios recíprocos de uso entre cultivo y pastos

En el caso de los cambios que recíprocamente se dan entre pastos y cultivos, la figura 12, muestra el cambio absoluto en hectáreas de pasto a cultivo (en anaranjado claro) y de cultivo a pasto (en rojo). El pico del cambio más abrupto se da en el caso de pasto a cultivo en el período 1996-2006, después de eso presenta una caída sostenida hasta el último período. Por otro lado, el cambio de cultivo a pasto se da en una menor cantidad de hectáreas comparado al cambio anterior. Este último tiene su pico en el período de 2006-2014, y después empieza un descenso.

Figura 12

Área con cambio de uso recíproco entre pastos y cultivos (en hectáreas)

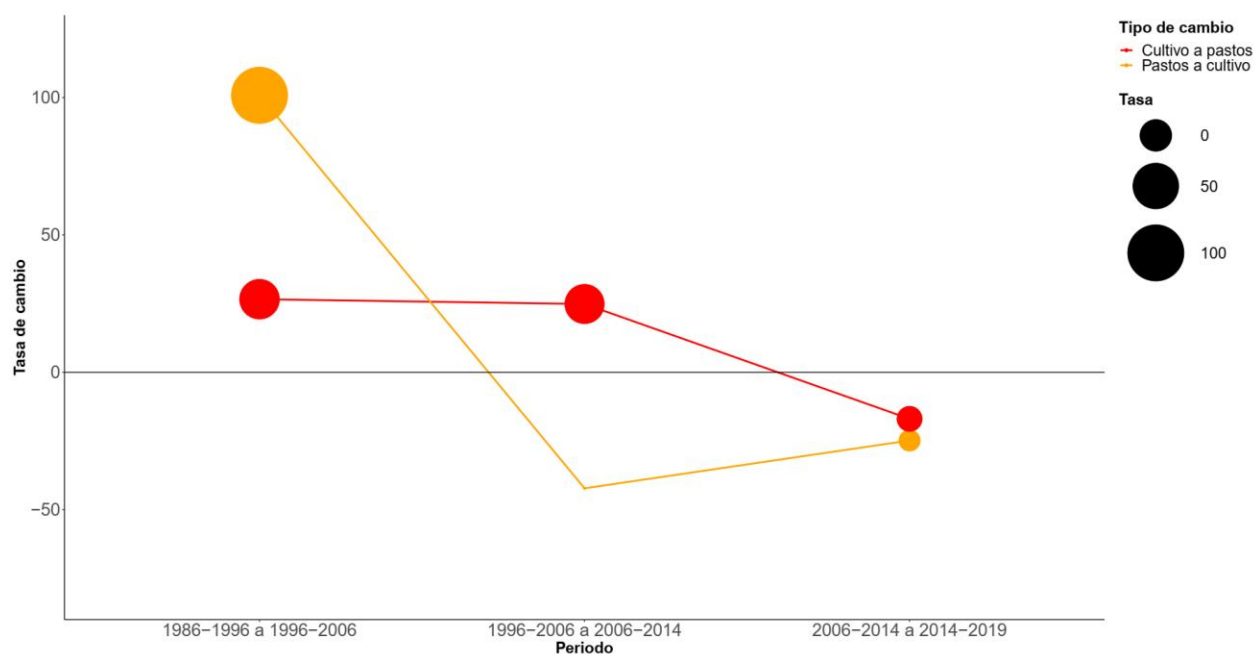


Fuente: Elaboración propia.

Si se toma en cuenta las variaciones relativas y estimamos la tasa de cambio, existe un ligero cambio en las tendencias que los valores absolutos muestran. La siguiente figura indica que la evolución que ambos tipos de cambios de uso sufren va de una transición de tasas positivas a tasas negativas entre los períodos 2006-2014 y 2014-2019. Sin embargo, en el caso de la tasa de cambio de pastos a cultivo se presenta un ligero incremento, pero siempre siendo negativa, lo que si concuerda con la reducción de hectáreas en términos absolutos. Para entender mejor estas relaciones los siguientes dos apartados abordaran dichos cambios de usos.

Figura 13

Tasas de cambio de uso de pastos a cultivo y de cultivo a pastos: estimación entre períodos



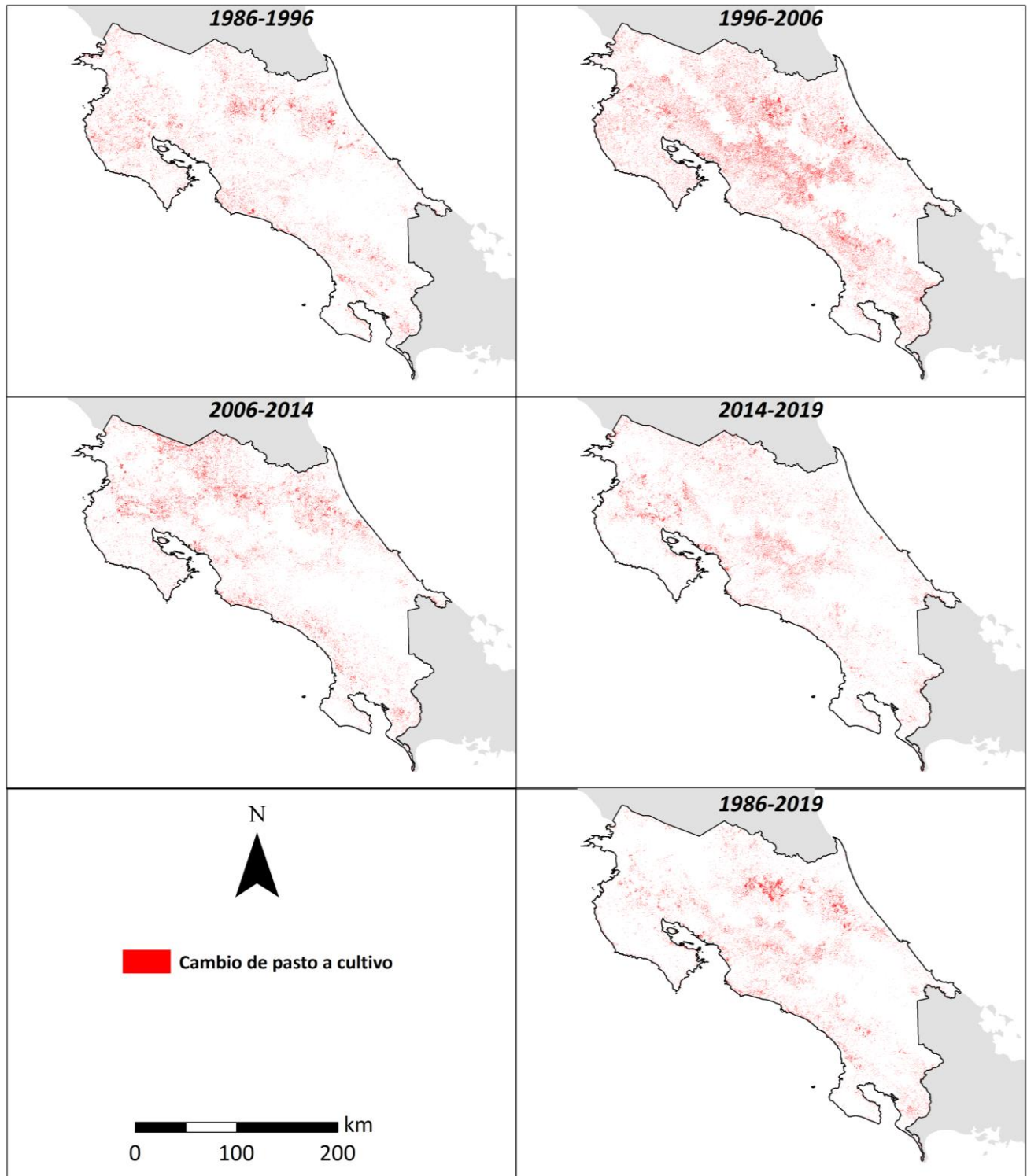
Fuente: Elaboración propia.

Cambio en el tipo de uso de pasto a cultivo

En el análisis efectuado por el INEC (2017) donde se analizaron las tasas de cambio a partir de los censos de 1984 y 2014, arroja resultados que coincide con las evidencias detectadas en esta investigación. Se hallaron los cantones de la provincia de Guanacaste donde se encontraron tasas de cambio para Nicoya y Santa Cruz con 16,70% y 13,68% principalmente para la cobertura de cultivos permanentes que fueron ganando territorio en relación a los pastos. Es importante destacar que para el período entre los años 1996-2006 se nota un incremento considerable en la tonalidad de color rojo para la Zona Norte, Caribe y Valle del General en el mapa 9, donde se ven áreas donde se inició con las plantaciones del cultivo de piña, banano. Este cambio se aprecia de forma más pronunciada al comparar el período 1986-2019, donde la Zona Norte y el Caribe representan las áreas de mayor incremento en el cambio de pastos a cultivos para el territorio nacional.

Mapa 9

Cambio de uso de pasto a cultivo



Fuente: Elaboración propia.

El cuadro siguiente muestra el área en hectáreas del cambio de pastos a cultivo. El periodo con un mayor cambio fue el del 1996-2006, con 374.615,76 hectáreas, después la tendencia fue a

la caída hasta que en el período este tipo de cambio representó 162.707,87 hectáreas. Así lo refleja la tasa de cambio que pasa de ser positiva y alta (100,81%) en el período a ser negativa en los siguientes períodos. Existe, por ende, un decrecimiento del área que estaría siendo cambiada a cultivos. Esta relación ameritaría en sí un estudio de caso para poder profundizar las razones, y específicamente con que cultivos se han dado los cambios aquí descritos.

Cuadro 9

Cambio de pasto a cultivo 1986-2019

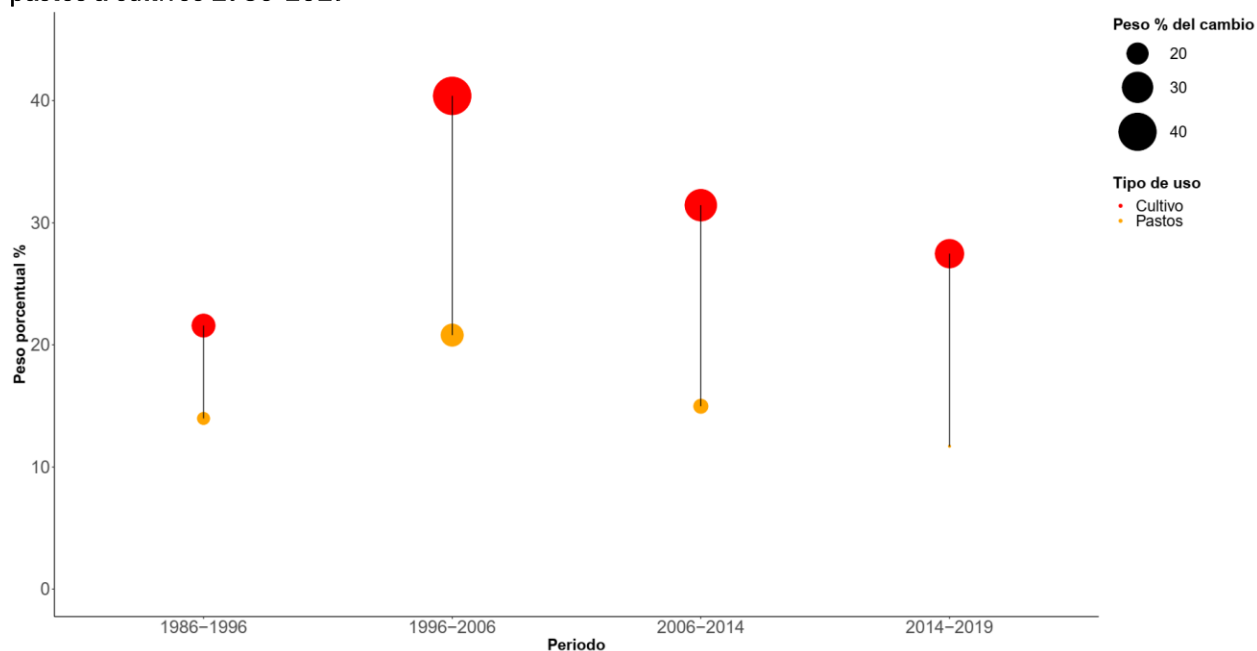
Período	Área cambiada (ha)	Porcentaje pastos	Porcentaje cultivo	Tasa de cambio
1986-1996	186.553,11	13,98%	21,58%	
1996-2006	374.615,76	20,80%	40,39%	100,81%
2006-2014	216.439,40	14,98%	31,44%	-42,22%
2014-2019	162.707,87	11,70%	27,47%	-24,83%

Fuente: Elaboración propia.

Tal y como lo muestra la figura abajo, en este tipo de cambio de uso, el principal impacto del cambio en el área de cultivo se observa en el período 1996-2006, donde el 12% de los pastos en 1996 dieron paso al 40% del área de cultivo en el 2006. Para el período siguiente este cambio representó el 31% del área de cultivo, para el último período fue el 27%. Siendo así el cambio de pastos a cultivos el que más peso ha tenido en el incremento de área de cultivo.

Figura 13

Pesos en términos porcentuales del cambio de uso en la superficie del tipo de uso: el caso del cambio de pastos a cultivos 1986-2019



Fuente: Elaboración propia.

Hallazgos relevantes

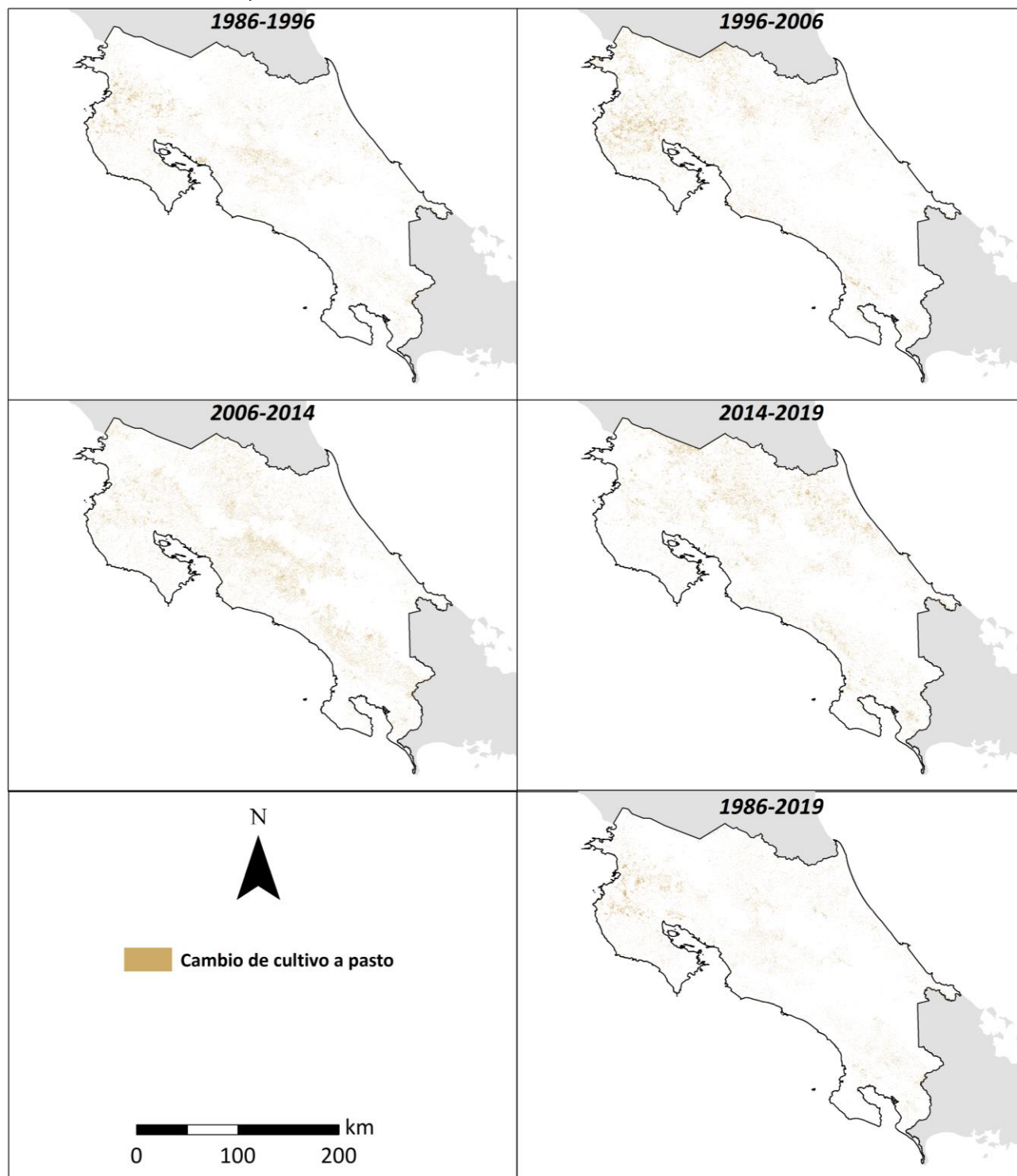
- Entre 1986 y 2019 las principales zonas con cambio de pasto a cultivo se dieron en Zona Norte, Caribe y en áreas de Perez Zeledón.
- Entre 1986 y 2006 la tasa de cambio es de 100,81%, una tasa alta y positiva, y decae a tasa negativas entre 2006 y 2019.
- En 2006 el 40,39% del área de cultivo fue previamente pasto en 199, cuatro de cada 10 hectáreas aproximadamente.
- En 2014 el 31,44% del área de cultivo fue previamente pasto en 2006, 3 de cada 10 hectáreas, aproximadamente.

Cambio de cultivos a pastos

El análisis del cambio de uso de cultivos a pasto evidencia que para el período 1986 hasta 2019 se determinó una tasa del 23,82%, la región chorotega fue la que presentó los mayores cambios, estos se pueden observar en el mapa 10 donde el área total para el territorio pasó de ser 171.245,68 ha a 224.812,60 ha respectivamente, marcando una diferencia de 53.566,92 ha. Tomando los años inter-períodos se ha llegado al siguiente análisis comparativo entre las tasas para los tres períodos restantes, siendo el primero 1986-2006 con un 26,61% el segundo 1996-.2014 con un 24,86% y el tercero 2006-2019 con un -16,95%.

Esto se puede ver reflejado en el mapa 10, donde los dos primeros mapas muestran que la región chorotega es en la que mejor se reconocen esos cambios, seguida de la región huetar norte y Caribe. Por otro lado, el mapa 2006-2014 el cambio se acentúa en el centro del país, así como en la región brunca, considerando para esta última sitios donde se puede sembrar cultivos como piña, musáceas, entre otras plantaciones que se hayan abandonado o cambiado a lo largo del período. El último período se da un decrecimiento de este tipo de cambio en el área encontrada, este pasó de 224.812,60 ha (período 2014-2019) a 270.703,72 ha (período 2006-2014), encontrando una reducción de -45.891,05 ha, lo que significa que las áreas de cambio solamente fueron detectadas en la Región Huetar Norte y Caribe.

Mapa 10
Cambio de uso de cultivo a pasto



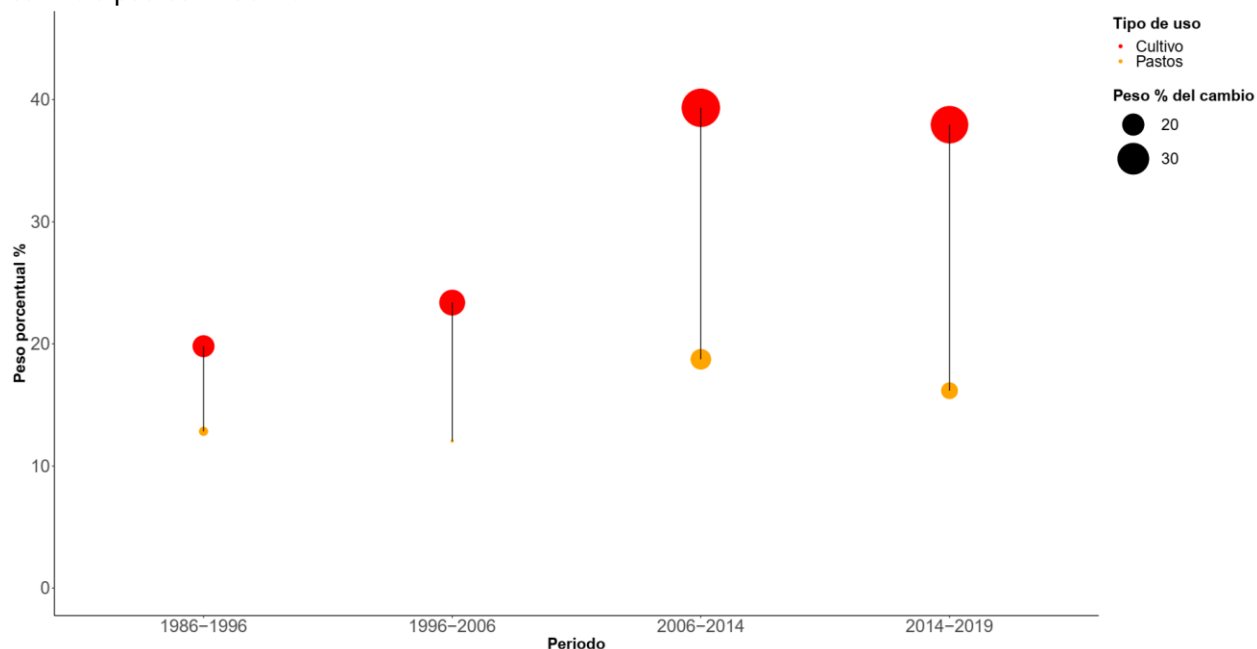
Fuente: Elaboración propia.

Por último, la figura siguiente detalla el peso porcentual del cambio de cultivo a pastos. Según lo identificado, en los últimos dos periodos, 2006-2014 y 2014-2019 cerca del 40% de los

cultivos han dado paso a pastos. Este peso es importante en lo relativo al área total de cultivos en los últimos períodos de estudio. Lo que reafirma la necesidad de que se estudie a fondo. Por otro lado, es importante tomar en consideración que parte de las limitaciones del estudio implica que, áreas de cultivos como arroz y algún otro cultivo con características fisiológicas similares pudieran estar siendo clasificados como pastos, por su similitud en los diferentes estados del crecimiento vegetativo.

Figura 14

Pesos en términos porcentuales del cambio de uso en la superficie del tipo de uso: el caso del cambio de cultivo a pastos 1986-2019



Fuente: Elaboración propia.

Hallazgos relevantes

- Entre 1986 y 2019 las principales zonas con cambio de cultivo a pasto se dieron en Región Chorotega, Región Huetar Norte, a lo largo del Caribe en la Región Huetar Atlántica y en la Región Brunca.
- Entre 1986 y 2019 la tasa promedio de cambio fue de 23,82%.
- El cambio de cultivo a pasto pasa de tasas positivas entre 1986 y 2006 (26,61%) a tasas negativas entre 2006 – 2019 (-16,95%).
- En 2014 y 2019, respectivamente el 39,32% y el 37,95% del área de pastos fue previamente cultivo, cerca de 4 de cada 10 hectáreas.

Síntesis y análisis de resultados

Los resultados arriba presentados muestran una serie de tendencias que son importantes de ser sintetizadas y puestas a la luz de análisis. El cuadro 10 muestra las tres tasas de cambio más altas de los usos descritos con anterioridad. La tasa de cambio más alta pertenece tiene al uso urbano del año 1986 a 1996, de 183,33%. Por lo que los resultados coinciden con los de Sierra

et al. (2016), quienes también registran a esa década como de crecimiento de área urbana e infraestructura. Además, coincide con los resultados de Sánchez (2018) quien analiza el crecimiento sostenido en área construidas que tuvo el Gran Área Metropolitana desde 1986 al 2018, específicamente con un aumento alrededor de 7000 hectáreas entre 1986 y 1997.

La segunda tasa más alta fue la que registró el aumento en el área de cultivos entre 1986 y 1996, de 44,53%. Este cambio está ligado a cambios en el uso de pastos y de cobertura forestal, como se detalló arriba. Por ejemplo, en el 2006 el 40,39% del área de cultivo fue pasto en 1996, este es el peso más alto de un uso a otro en todo el estudio. Sin embargo, más recientemente, esta tendencia podría estarse revertiendo, ya que en el 2014 el 37,95% del área de cultivo se identificó como pasto en el 2019.

Adicionalmente, se puede señalar algunos aspectos que giran en torno a la evolución agropecuaria, en un estudio del INEC (2017) se analizaron las tasas de cambio a partir de los censos de 1984 y 2014, de allí es importante notar que la cobertura de pastos en la provincia de Guanacaste obtuvo un -7,21%; mientras que para la cobertura considerada como cultivos permanentes sobre el mismo territorio creció un 8,16%. Realizando el mismo ejercicio, pero ahora en la provincia de Puntarenas se obtuvieron las siguientes tasas de cambio para el período 1984-2014, donde los pastos se redujeron en un -4,38%, mientras que los cultivos permanentes aumentaron en un 5,22%. Esta contracción y estiramiento se debieron a las políticas de cambio por mejorar la economía nacional e inyectar al sector agrícola con mejor tecnología para la producción, además de la incorporación de grandes empresas en zonas estratégicas del país para el desarrollo de monocultivos que sirvieron de base para la exportación hacia otras naciones a nivel centroamericano, Asia y Europa.

Por último, la tasa de recuperación o incremento de la cobertura forestal aumento con una tasa de 35,22% entre el 2006 al 2014. Este resultado coincide con Sierra et al. (2016), quienes concluyeron que entre 2008 y 2013 el área forestal nativa de Costa Rica pasó de perder aproximadamente 100 km^2 al año a fines de los 1980s a ganar alrededor de 300 km^2 al año a inicios del 2010-2013. Sánchez-Azofeifa (2013) en un estudio desde 1960 hasta el 2013 coincide en que a partir del 1986 se empieza a gestar una recuperación en la cobertura forestal llegando a su máximo entre 2010-2013. Los porcentajes de coincidencia son similares a los estimados en el presente estudio, un 55,3% en el 2014, lo que coincide en la cercanía temporal con Sánchez-Azofeifa (2013), no obstante, aquí se identifica que para el 2019 hay un descenso de un 4,7%, al pasar a 50,9% de cobertura.

Lo anterior llama la atención a las autoridades a prevenir que se pueda convertir en tendencia. Si bien muchos cambios de uso que aquí se analizan coinciden en que se pierde cobertura forestal en forma continua, mientras que se gana por otro lado. Existe una necesidad adicional de regular en forma adecuada el manejo de áreas de cobertura forestal fuera de áreas protegidas. Esto por cuanto un inadecuado manejo puede llevar a aumento en el cambio de uso tal y como Arroyo-Mora et al. (2014) lo indican.

Un estudio de Kleinn et al. (2002) identifico perdida de bosque entre 1986-1990. Aunque el presente estudio utiliza como unidad de análisis la cobertura forestal y no el bosque, es cierto que el bosque es el principal componente de la cobertura forestal. Los hallazgos aquí

presentados coinciden con la tendencia que Kleinn et al. (2002) identifican, para el presente caso la cobertura forestal entre 1986 y 1996 perdió un 11,8%, al pasar de 50,7% a 38,9%. Al igual que Kleinn et al. (2002), posterior a este periodo de pérdida sigue un periodo de recuperación de cobertura, en nuestro caso aumenta 5,8% al pasar a un 44,7% en el 2006. De acuerdo a los resultados aquí presentados, importantes áreas se identificaron en la provincia de Guanacaste, Caribe, Zona Norte y Pacífico Sur, sin embargo, y coincidente con Sierra et al. (2016), las zonas que aumentan en recuperación de cobertura también lo hacen en pérdida. Las aquí mencionadas, también registraron tasas de cambio de uso principalmente a pastos y a cultivos, en áreas fuera de la GAM, y a uso urbano en el centro del país. Por ejemplo, el 37,85% del área de cultivo en el 2006 dio paso a cobertura forestal en el 2014.

Más abajo se analizará en detalle los tipos de cambio de uso que más afectaron a la cobertura forestal, pero antes es preciso resaltar aquí el papel que ha podido tener el Pago por Servicios Ambientales (PSAs) en la recuperación de esta. De acuerdo con Robalino y Pfaff (2013) indican que, aunque los PSAs apoyan áreas con distintos objetivos de protección de cobertura, no es garantía que este programa haya reducido significativamente la deforestación, que en el fondo lleva a la pérdida de cobertura forestal. Por cuanto, la forma en que se asignan los pagos y las áreas a ser protegidas no necesariamente garantiza que se protejan las zonas que tienen más presión de ser deforestadas. Para garantizar esto es necesario que se hagan ajusten en la forma en que se paga según los costos de oportunidad, ingresos, ubicación tengan las tierras, entre otros factores. Por cuanto, es importante señalar que la ganancia de cobertura forestal, así como su pérdida es un fenómeno multifactorial.

Adicionalmente, es significativo indicar que toda esta dinámica de ganancia y pérdida de cobertura forestal y de cambios de uso entre urbano, pastos y cultivo se da siempre dentro de un marco legal. Aunque no es el propósito de analizar aquí que leyes se están violentando, si es importante indicar que muchas veces por la falta de recursos del Estado, la fiscalización oportuna es muy difícil que se lleva a cabo. Tres de los principales marcos regulatorios son:

1. Ley 7779 Uso manejo, conservación de suelos y el reglamento a la ley.
2. Ley 7554 Ley Orgánica del Ambiente y su reglamento a la Ley.
3. Convención de las Naciones Unidas de lucha contra la desertificación (ONU)

No obstante, de la riqueza legal y amplia con que cuenta el país para velar por un ambiente sano y equilibrado, la principal institución que vela por los recursos naturales, el capital natural del Estado y la biodiversidad es el SINAC, no obstante, esta institución se declara sin capacidad financiera para llevar a cabo a plenitud sus labores el 8 de julio del 2021, esto según el Acuerdo N°27 de la sesión ordinaria N°5-2021. Sabido esto, es sumamente preocupante que se pueda garantizar que se eviten cambios de uso donde haya pérdida indiscriminada de cobertura forestal, que como ya se mencionó, entre el 2014-2019 aumentó.

Cuadro 10

Los Tres tipos de cambio de uso con mayor valor absoluto: en hectáreas

Periodo	Tasa	Tipo uso
1986-1996	183,33	Urbano
1986-1996	44,53	Cultivo
2006-2014	35,22	Cobertura forestal

Fuente: Elaboración propia.

Referente a los cambios en el uso específicamente, aquellos que presentaron áreas más grandes, en términos absolutos, de cambio fueron los 6 mostrados en el cuadro 11. El cambio de pastos a cultivos de 1996 al 2006 fue el que implicó un área más grande. El INEC (2017), ya había reportado reducción en áreas de pastizales y aumento en áreas de cultivos en las provincias de Guanacaste y Puntarenas de acuerdo a la comparación de los censos 1984-2014. De acuerdo al MAG (2015), un 46,4% del territorio nacional, en el año 1995, se encontraba cubierto por pastizales, siendo la ganadería de pastoreo intensivo la cobertura más frecuente, seguido de sitios donde se hallan zonas de ganadería dedicadas a la lechería (MAG, 1995). Por lo que muchos usos del área de pastos de cambio se relacionan a la ganadería, sin embargo, la revisión cualitativa de este ligamen escapa al objetivo del presente estudio.

Nuevamente, el periodo del 2006 al 2014 indica ser el período más importante en recuperación de la cobertura forestal en términos absolutos, donde tanto los pastos como los cultivos dieron cabida a esta transición. Esto coincide con la recuperación y estabilización de la cobertura boscosa ya registrado por Sierra et al. (2016). Sin embargo, el cuarto puesto en el ranking abajo muestra el cambio de cobertura forestal a pastos en el período más reciente, de 2014 al 2019. Lo que reafirma la tendencia arriba descrita de la reducción en la recuperación de cobertura forestal. Aquí, se explica por ende que recientemente se sigue perdiendo áreas de cobertura forestal principalmente a pastos. Una tendencia que las autoridades deben considerar, y que un estudio detallado al respecto debería de ser conducido, y que incorpore además factores explicativos y cualitativos de la dinámica social, económica, y geográfica.

Cuadro 11

Los seis tipos de cambio de uso con mayor valor absoluto: en hectáreas

Periodo	Cambio	Tipo cambio
1996-2006	374615.760	Pastos a cultivo
2006-2014	374010.564	Pastos a cobertura forestal
2006-2014	351034.000	Cultivo a cobertura forestal
2014-2019	342691.558	Cobertura forestal a pastos
1996-2006	335402.862	Pastos a cobertura forestal
1996-2006	283940.000	Cultivo a cobertura forestal

Fuente: Elaboración propia.

Las tasas de crecimiento más altas de los cambios registrados (cuadro 12) nos muestran y reafirman lo hasta aquí demostrado. Los períodos tempranos que van desde 1986 al 2006 tenían tasas altas de conversión de pastos y cultivos a cobertura forestal. Estas tasas muestran la tendencia que traía el país en recuperación de cobertura forestal y cuyos resultados se reflejaron

con áreas más grandes hasta el 2014. Sin embargo, la conversión más reciente (2014-2019) de cobertura forestal a otros usos marca una tendencia que debe explorarse. Hasta el momento se ha probado que los pastos son los que, tasa de 96,77%, han pesado más en este cambio. Sin embargo, con una tasa de 80,42% el cambio de cobertura forestal a uso urbano toma relevancia reciente (2014-2019). Adicionalmente, el cambio de pastos a uso urbano con una tasa de 87,87% del 2014 al 2019, reafirman que se está ejerciendo presión a otros tipos de uso por parte del crecimiento urbano y de infraestructura.

Esta argumentación coincide temporalmente y espacialmente con el desarrollo de ciudades intermedias, ya cuantificado por Sánchez (2017), y que más recientemente, González et al, (2021) ha analizado en términos de relaciones económicas. Lo que nos lleva a los temas de la presión del desarrollo económico sobre los recursos naturales. Las zonas donde recientemente ha sucedido este cambio son Zona Norte, en áreas alrededor de Ciudad Quesada, el cantón de Pococí, y el cantón de Pérez Zeledón, áreas de Guanacaste con aumento demográfico, como zonas alrededor de Liberia y Carrillo. Como se ha mencionado con anterioridad por el Programa Estado de la Nación, la falta de planes reguladores actualizados o del todo, y el crecimiento desordenado de ciudades fuera de la GAM se transforman en tendencias insostenibles. Dentro de la GAM el crecimiento a urbano se ha registrado en el valle de occidente, en zonas de Santa Ana, Escazú, al este del valle central y en ciertos cantones de la provincia de Cartago, como Paraíso. Estos resultados coinciden con Sánchez (2019), quien demuestra que entre 1986 y 2019 ha existido un continuo crecimiento de la mancha urbana en la Gran Área Metropolitana, al pasar de 20.980 hectáreas en 1986 a 34.818 hectáreas en 2019. Esta tendencia ha causado que la GAM se haya convertido en una ciudad menos dispersa, más compacta y densa. Sánchez (2019) además identifica a través de un análisis del uso del suelo en la GAM concluye que esta región tiene un agotamiento importante de áreas disponibles para la urbanización. Lo que coincide con los resultados aquí mostrados con el aumento en el centro y en otras regiones del país de cambios de uso de cobertura forestal y de pastos a uso urbano en el periodo 2014-2019.

Cuadro 12

Los seis tipos de cambio de uso con mayor tasa de cambio

Periodo	Tasa cambio	Tipo cambio
1986-1996 a 1996-2006	115.78	Cultivo a cobertura forestal
1986-1996 a 1996-2006	100.81	Pastos a cultivo
2006-2014 a 2014-2019	96.77	Cobertura forestal a pastos
1986-1996 a 1996-2006	91.24	Pastos a cobertura forestal
2006-2014 a 2014-2019	87.87	Pastos a urbano
2006-2014 a 2014-2019	80.42	Cobertura forestal a urbano

Fuente: Elaboración propia.

Antes de concluir, es importante retomar lo que Sierra et al. (2016) bien subrayan, en los años 80 's Costa Rica aún tenía una deuda en la recuperación de bosque y cobertura forestal. Los datos mostraron que en 1996 el 31,86% del área de cultivo fue área de cobertura forestal en 1986. Lo que indica que, aunque el país y la población han hecho esfuerzos en la recuperación en cobertura forestal, la perdida de esta cobertura se ha seguido dando muchas veces con correlación espacial y en otras ocasiones en diferentes frentes a lo largo y ancho del país. De

esto no escapan las mismas áreas silvestres protegidas, que muchas veces se ven vulnerabilidades por tener escasos recursos y grandes territorios que monitorear. Por lo tanto, el esfuerzo en recuperación y conservación de la cobertura, la planificación adecuada del uso del suelo agropecuario y un crecimiento urbano ordenado son parte de los principales retos que este estudio ha podido identificar. Estos retos parecen que no han desaparecido en los 33 años que abarca el estudio, y que soluciones de mediano y largo plazo deben de ser elaboradas no solo por las autoridades, sino en un dialogo permanente con los actores sociales que conviven y hacen uso del suelo y sus recursos día a día.

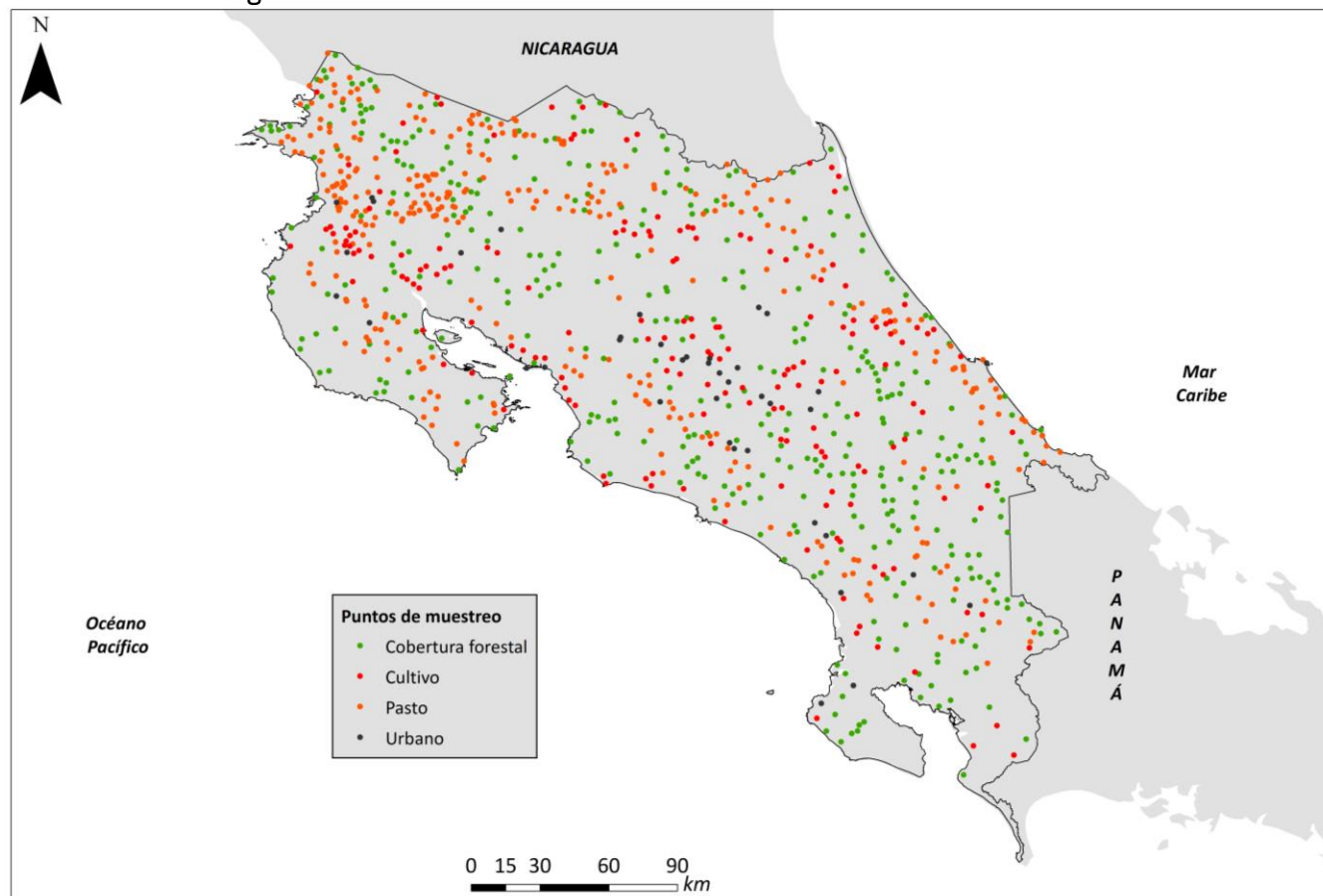
Validación de resultados por muestreo

Para evaluar la fidelidad de la clasificación realizada a los mosaicos, se utilizó el método planteado por Chuvieco (2010). Según esta metodología, se determinó que la muestra a validar debía estar compuesta de 941 puntos sobre el mosaico del año 2019, distribuidos de la siguiente manera:

- Cobertura forestal: 384 puntos
- Pasto: 341 puntos
- Cultivo: 176 puntos
- Urbano: 40 puntos

La distribución espacial de estos puntos se muestra en el mapa a continuación:

Mapa 11
Puntos de muestreo georeferenciados



Fuente: Elaboración propia.

Al validar la fidelidad de cada punto de la muestra individualmente, se obtuvieron los resultados mostrados en el cuadro 13:

Cuadro 13
Categorías validadas en el muestreo

Categoría	Categoría validada				Total
	Cobertura forestal	Pasto	Cultivo	Urbano	
Cobertura forestal	367	6	10	1	384
Pasto	3	318	17	3	341
Cultivo	9	4	160	3	176
Urbano	1	4	3	32	40

Fuente: Elaboración propia.

A partir del cuadro 13, se puede inferir que en el 6,8% de los puntos analizados (64 casos), la clasificación realizada no coincidió con el uso existente en el mosaico; mientras que en el 93,2%

de los casos el uso determinado en la clasificación coincidió con el uso propio del mosaico. Posteriormente, mediante el coeficiente Kappa y con base en la información mostrada en el cuadro 13, se determinó que la exactitud de la clasificación es de 95%, teniendo un error global de 5%. Según algunos autores (Chuvieco, 2010 y Graham, 1986), un valor de exactitud mayor a 87% se considera como muy positivo.

Conclusiones

Costa Rica registra un importante crecimiento urbano en el período de 1986 a 1996. Crecimiento que estuvo ligado a cambio de cobertura forestal y de pastos a uso urbano. Por otro lado, la recuperación en cobertura forestal se gestó con cambios principalmente de pastos y de cultivos en los periodos de 1996 al 2006 y llegando a un pico en el período 2006-2014. Las zonas del país donde más cobertura se ganó, fue en la provincia de Guanacaste, Zona Norte, Caribe, y Pacífico Sur. Este patrón de recuperación ha coexistido a lo largo de los 33 años de estudio, con cambios de cobertura forestal a otros usos como es el caso de pastos y a cultivos principalmente, y cuya distribución se ha distribuido a lo largo de diferentes zonas. Los pastos ganan terreno en áreas con dirección al en Caribe Norte y hacia al Pacifico Sur y Central. Mientras que cultivos sustituyen a pastos en Guanacaste. Más recientemente la tendencia de alza que poseía el área de cobertura forestal decreció. Para el periodo de 2014 a 2019 aumentó la tasa de cambio de uso de cobertura forestal a pastos y a uso urbano, esta tendencia se identificó en lugares que coinciden con crecimiento urbano identificado previamente por cantones con ciudades intermedias.

Por lo que se puede concluir que, el país está enfrentando en nuevos desafíos, donde las ganancias de cobertura forestal de décadas previas se podrían estar poniendo en peligro, por cambios a pastos, a cultivos y al crecimiento urbano. En este último caso, principalmente en áreas fuera de la GAM, ligado al auge de ciudades centrales en el desarrollo económico regional y local. Por lo que, la ausencia de planes reguladores de uso del suelo ha llevado a un cambio no planificado del uso agrícola, de pastos y urbano, lo que estaría creando presión sobre los recursos forestales y biológicos ligados a la cobertura forestal. Hasta el 2014, áreas de pastos han dado paso a cultivos, sin embargo, es difícil poder asumir que el crecimiento de monocultivos como la piña han sido parte de estos cambios. Para esto, futuros estudios se podrían concentrar en los patrones más recientes aquí descritos.

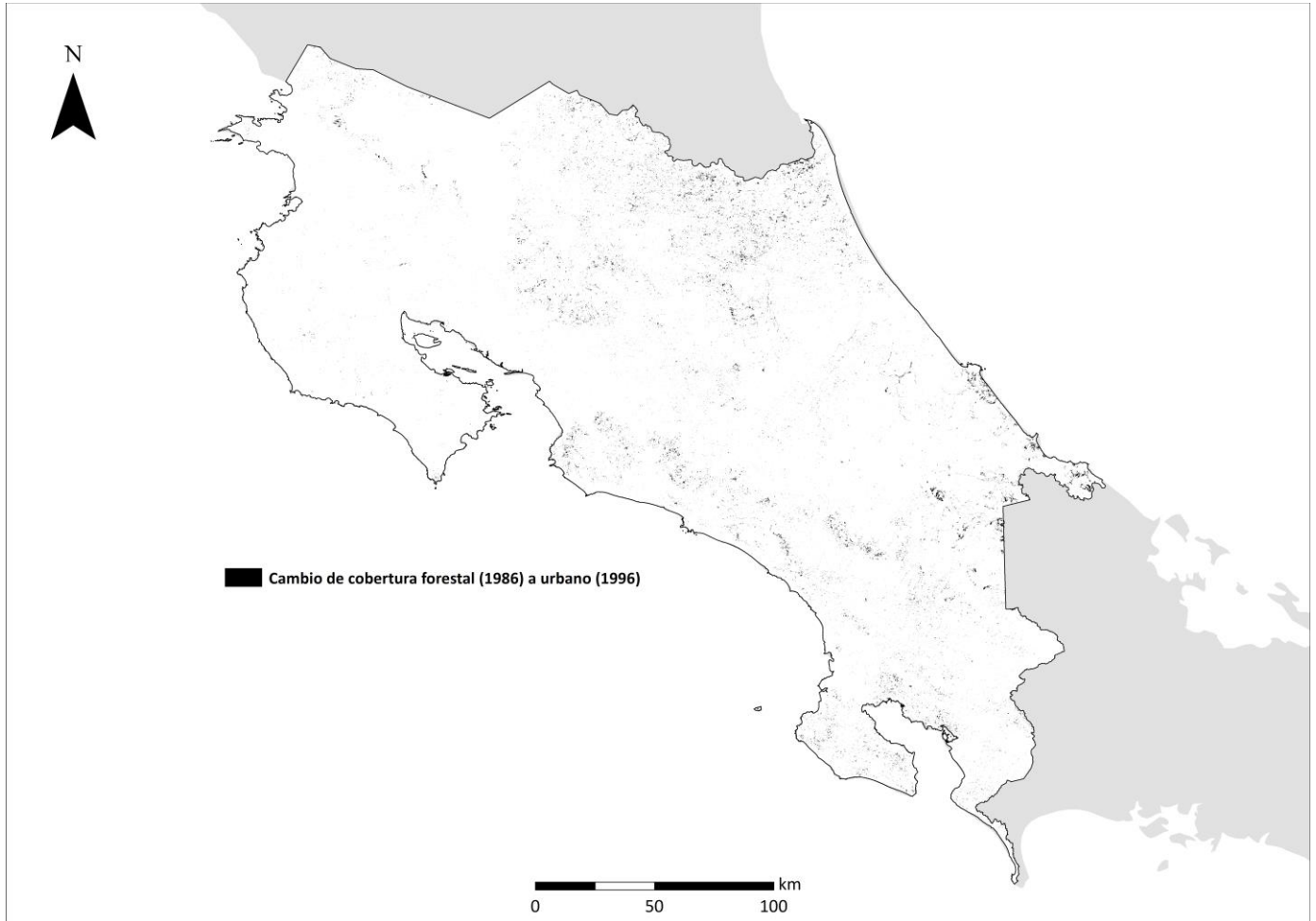
Bibliografía

- Abarca G, A., & Ramírez V, S. 2016. Estudio del Crecimiento Económico Costarricense, 1960-2014. Observatorio del desarrollo. En: <https://odd.ucr.ac.cr/sites/default/files/Documents/Crecimiento-Economico/Estudio-del-Crecimiento-Economico.pdf>
- Arias Ramírez R., & Sánchez Hernández L. (1). Patrones de localización, concentración y evolución del empleo industrial en la Gran Area Metropolitana (GAM) de Costa Rica. Revista De Ciencias Económicas, 30(2). Recuperado de En: <https://revistas.ucr.ac.cr/index.php/economicas/article/view/8011>
- Arroyo Blanco, N. 2012. Evolución y desempeño del sector agroexportador de Costa Rica. Instituto de Investigaciones en Ciencias Económicas. En: http://www.iice.ucr.ac.cr/informes/p_721_B0_239.pdf
- Arroyo-Mora, J., Svob, S., Kalacska, M. y Chazdon, R. 2014. Historical Patterns of Natural Forest Management in Costa Rica: The Good, the Bad and the Ugly. *Forest 5*: 1777-1797. [doi:10.3390/f5071777](https://doi.org/10.3390/f5071777)
- Chuvieco, E. 2010. Teledetección ambiental, la observación de la Tierra desde el espacio. Editorial Ariel.
- ESRI, 2011. ArcGIS Desktop: Release 10.5. Redlands, CA: Environmental Systems Research Institute.
- FAO. 1997. Guía General: Zonificación agro-ecológica. Boletín de Suelos de la FAO #73. FAO. En: <http://www.fao.org/3/W2962S/w2962s00.html>
- González, V., Muñoz, R., Calvo, O., Rodríguez, B., Céspedes, A., Segura, A., y Cullell, J. 2021. Ciudades intermedias en Costa Rica: aproximación al estudio de su función de articulación de la economía local. Investigación preparada para el Informe Estado de la Nación 2021.
- Graham, R. 1986. Manual de fotografía aérea. Editorial Omega.
- INEC. 2015. VI Censo Nacional Agropecuario: Resultados Generales. San José: INEC.
- INEC. 2017. Una Visión del Sector Agropecuario Basado en el CENAGRO 2014. Instituto Nacional de Estadística y Censos. En: <https://www.inec.cr/sites/default/files/documentos-biblioteca-virtual/imgsimposio-cenagro-08122017.pdf>
- INEC. 2019. Encuesta Nacional Agropecuaria. En: <https://www.inec.cr/agropecuario/actividad-agricola>

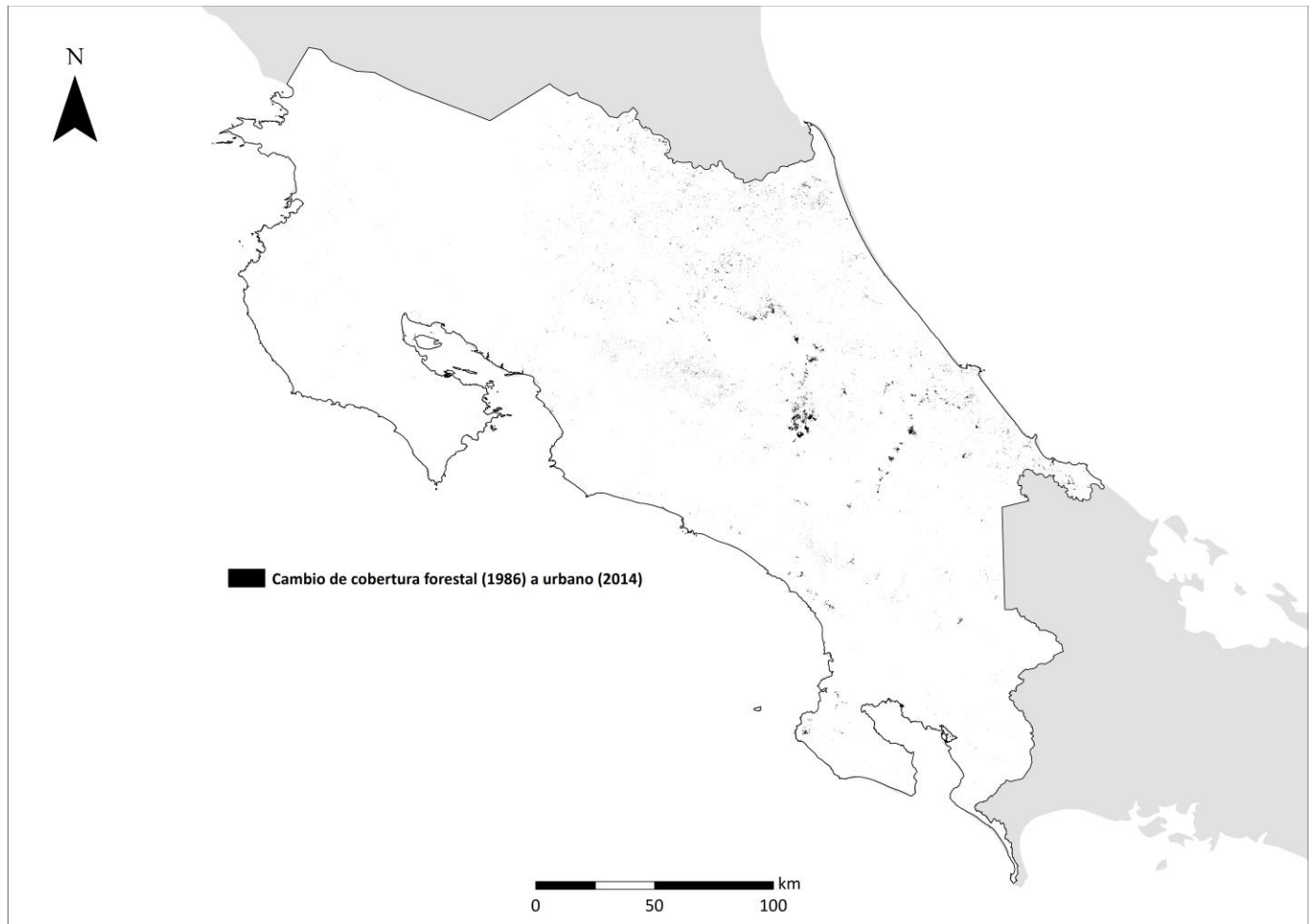
- Kleinn, C., Corrales, L., y Morales, D. 2002. FOREST AREA IN COSTA RICA: A COMPARATIVE STUDY OF TROPICAL FOREST COVER ESTIMATES OVER TIME. *Environmental Monitoring and Assessment* 73: 17–40.
- Martínez, T. 2013. Plan Regional Urbano de la Gran Área Metropolitana de Costa Rica: avances y desafíos. Cuadernos de Arquitectura y Urbanismo 5, pp: 70–87.
- Ministerio de Agricultura y Ganadería, 1995. Conceptos y técnicas: Aspecto de producción y conservación de suelos y agua en áreas ganaderas. Ministerio de Agricultura y Ganadería. En: <http://www.mag.go.cr/bibliotecavirtual/P36-3087.pdf>
- Pedraza, J. 2001. Geología y Medio Ambiente. San José, Ministerio de Obras Públicas y Transportes.
- Robalino, J. y Pfaff, A. 2013. Ecopayments and Deforestation in Costa Rica: A Nationwide Analysis of PSA's Initial Years. *Land Economics* 89 (3): 432–448. ISSN 0023-7639.
- R Core Team. 2014. R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. URL <http://www.R-project.org/>.
- Rodríguez Clare, A., Sàenz, M., y Trejos, A., 2003. Análisis del crecimiento económico en Costa Rica. Banco Interamericano de Desarrollo. <https://publications.iadb.org/es/analisis-del-crecimiento-economico-en-costa-rica>
- Rosales, A. 2015. Leyenda CLC-CR para la generación de mapas de uso y cobertura de la tierra de Costa Rica. (Leyenda Corine Land Cover versión Costa Rica V1.0. Instituto de Innovación y Transferencia de Tecnología Agropecuaria. Departamento de Servicios Técnicos. Ministerio de Agricultura y Ganadería.
- Sánchez-Azofeifa, A. 2015. Análisis de la cobertura forestal de Costa Rica entre 1960 y 2013. *Ambientico* 253: 4-11.
- Sánchez, L. 2017. Tendencias de crecimiento en ciudades intermedias. El caso de San Isidro de El General, Ciudad Quesada y Guápiles. Investigación preparada para el Informe Estado de la Nación 2017.
- Sánchez, L. 2018. Tendencias y patrones del crecimiento urbano en la GAM, implicaciones sociales, económicas y ambientales y desafíos desde el Ordenamiento territorial. Investigación preparada para el Informe Estado de la Nación 2018.
- Sánchez, L. 2019. Patrones de crecimiento urbano y sus impactos sobre la movilidad. Investigación preparada para el Informe Estado de la Nación 2019.
- Sauma, P., y Sánchez, M. 2003. Exportaciones, Crecimiento Económico, Desigualdad y Pobreza: El caso de Costa Rica. Isis, San José, Costa Rica.

Sierra, R., Cambronero, A. y Vega, E. 2016. Patrones y factores de cambio de la cobertura forestal natural de Costa Rica, 1987-2013. *Preparado para el Gobierno de Costa Rica bajo el Fondo Cooperativo para el Carbono de los Bosques (FCPF)*.

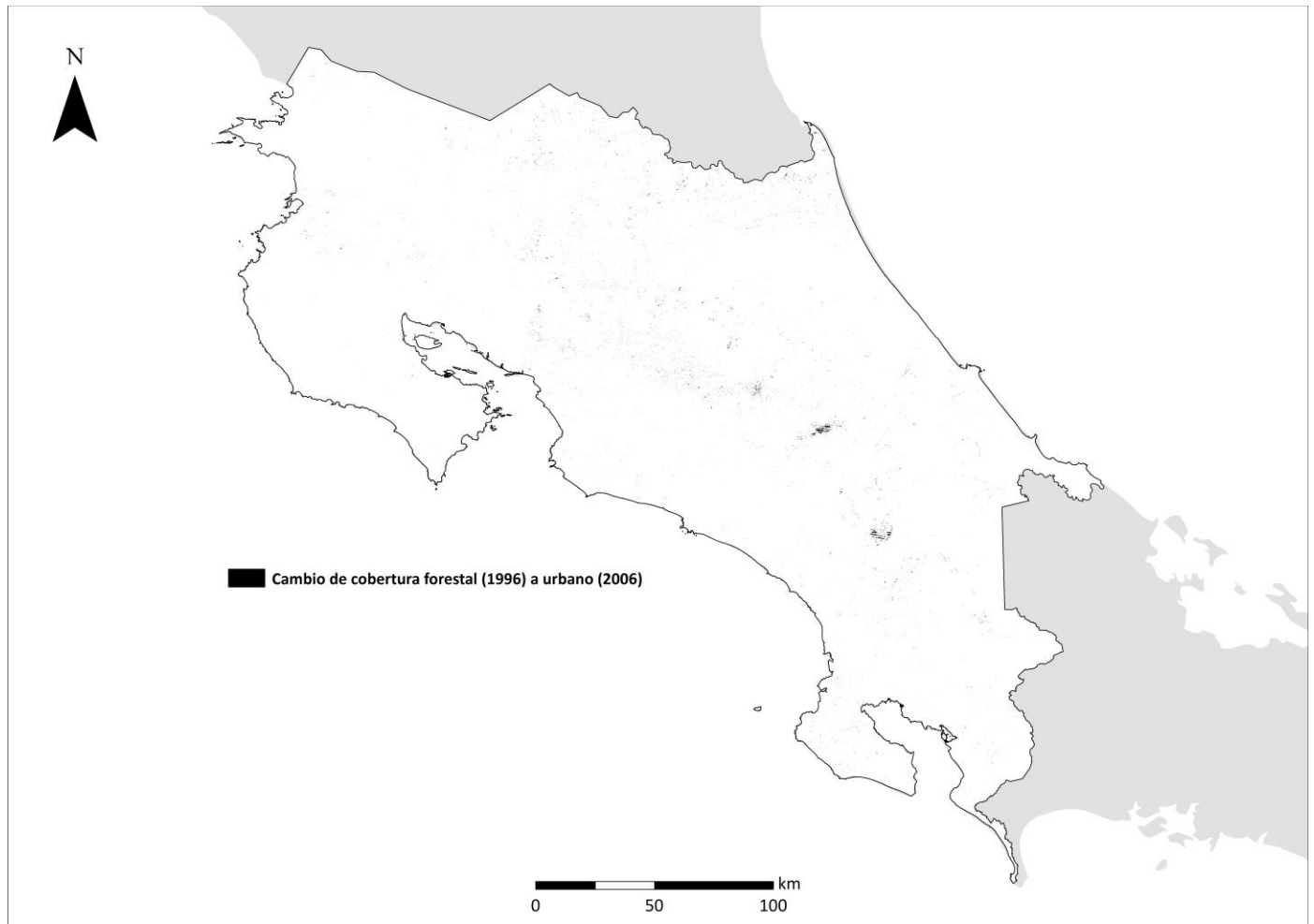
Anexo 1 Mapas de cambios de otros usos a uso urbano



Fuente: Elaboración propia.



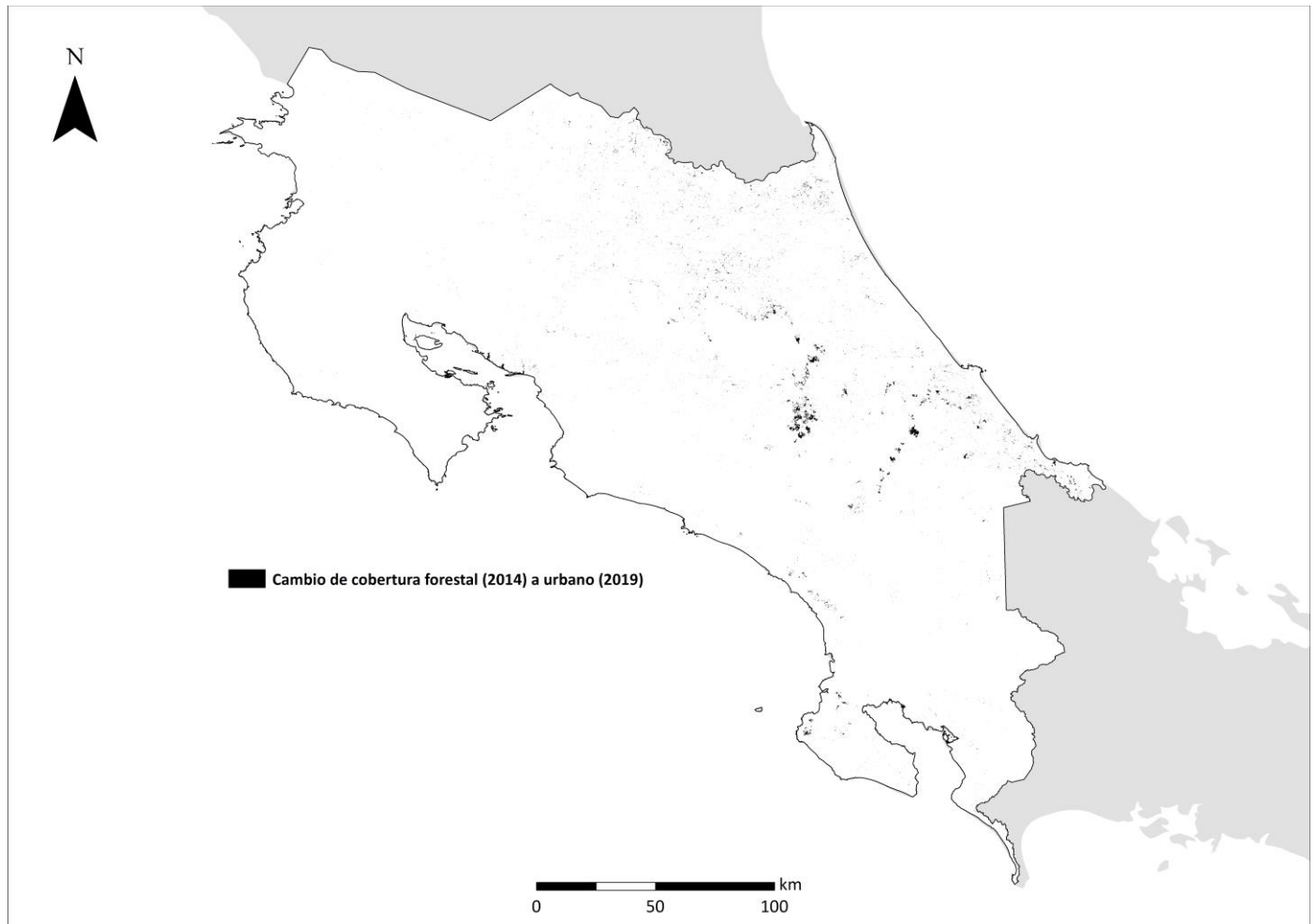
Fuente: Elaboración propia.



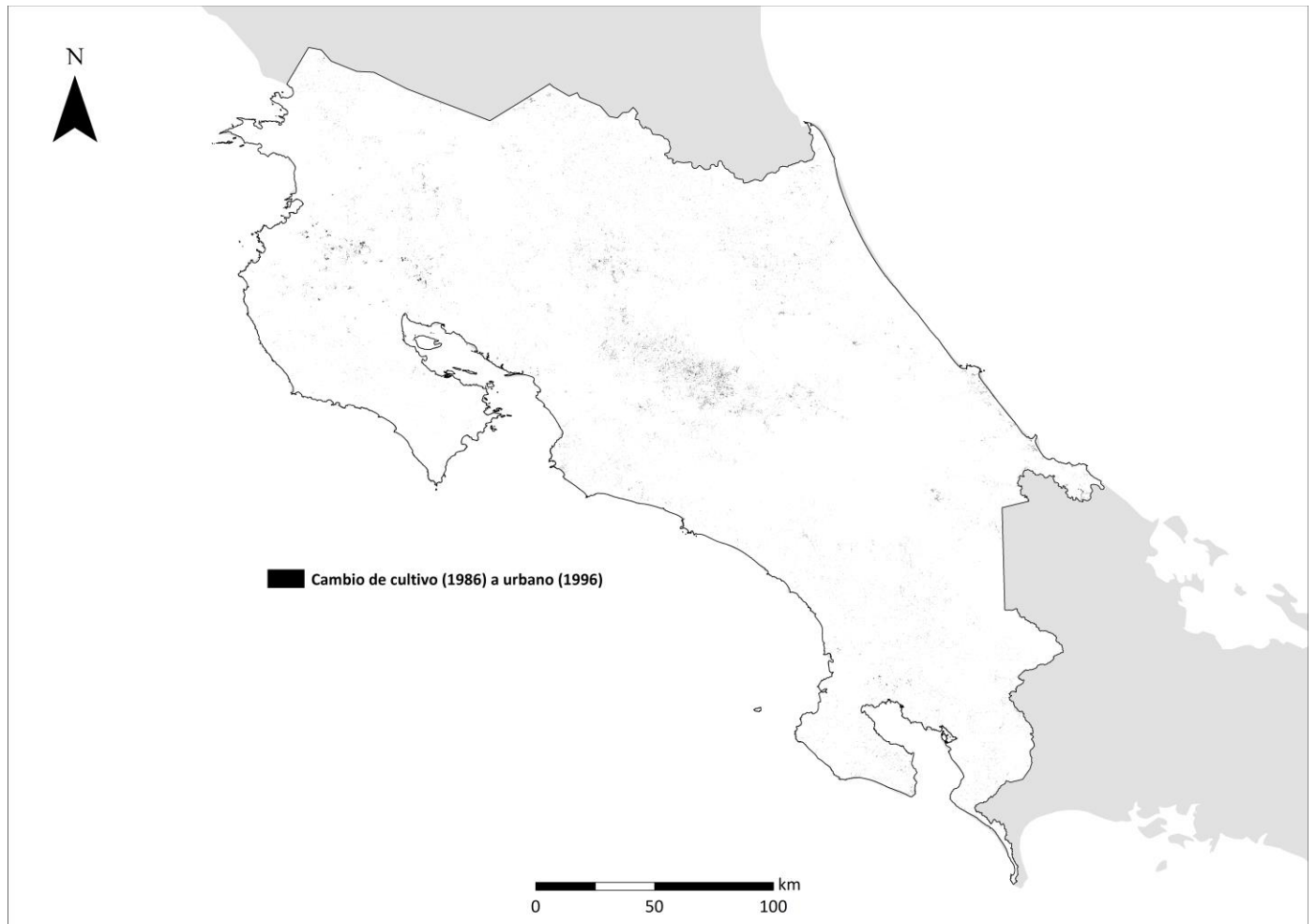
Fuente: Elaboración propia.



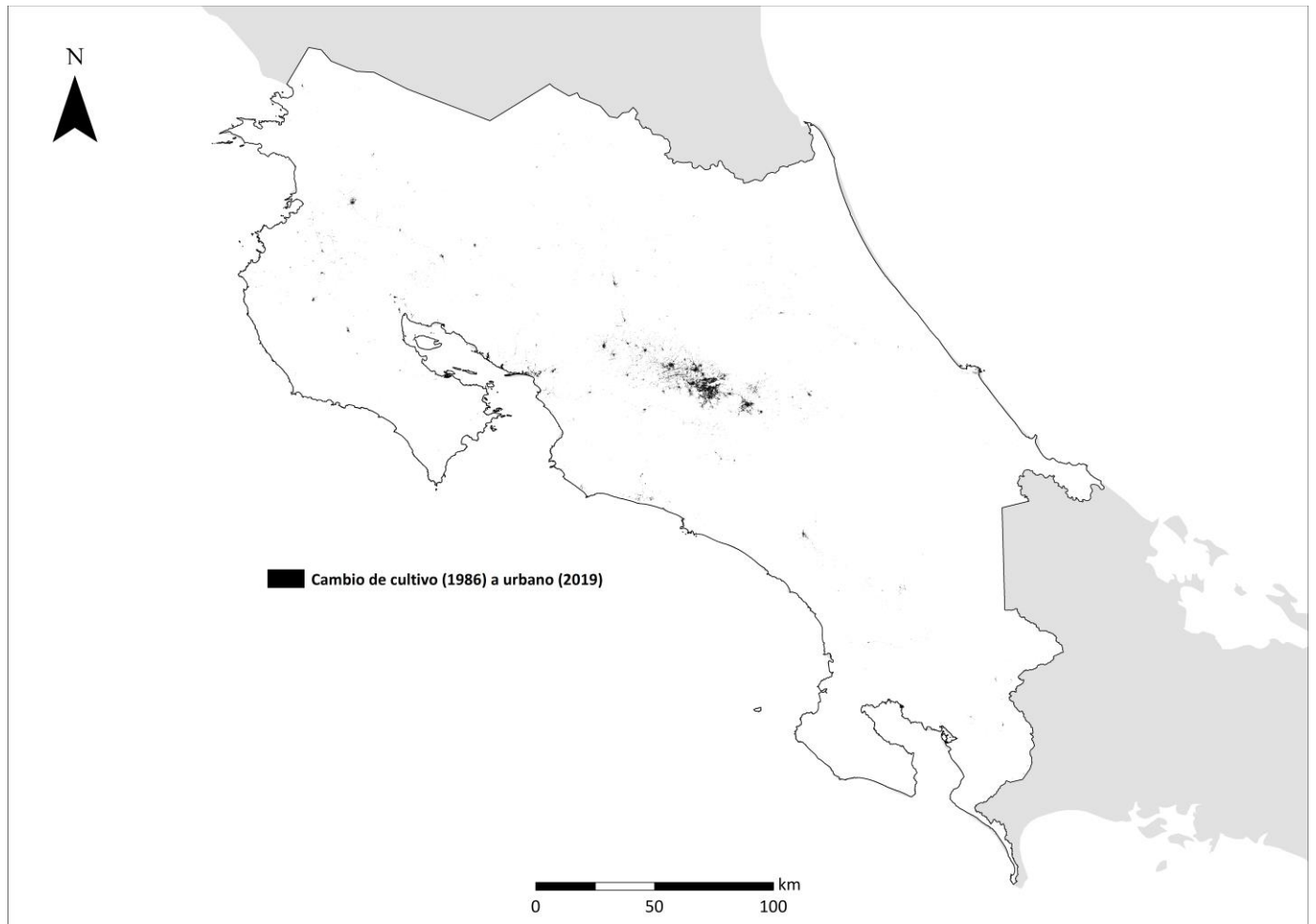
Fuente: Elaboración propia.



Fuente: Elaboración propia.



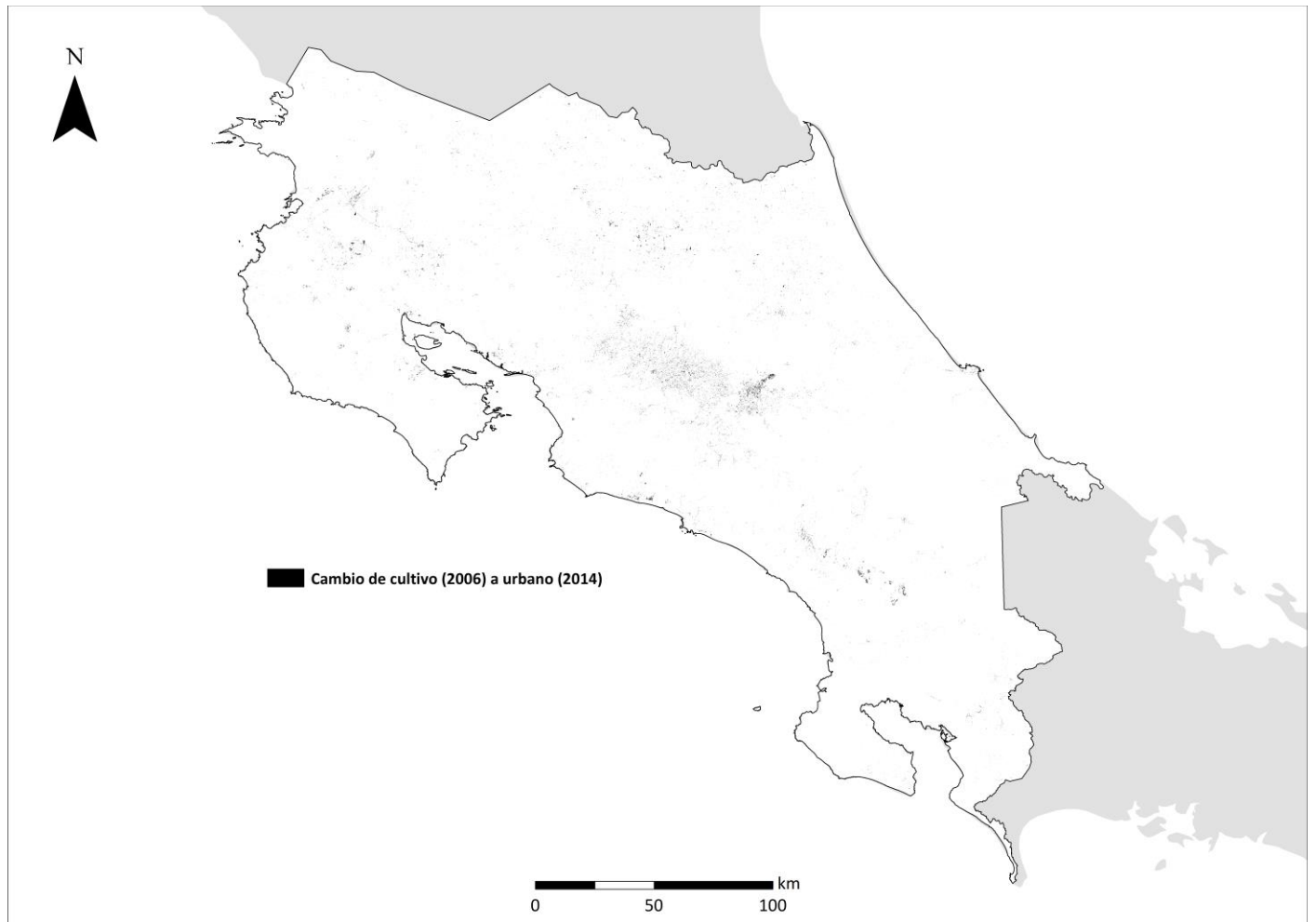
Fuente: Elaboración propia.



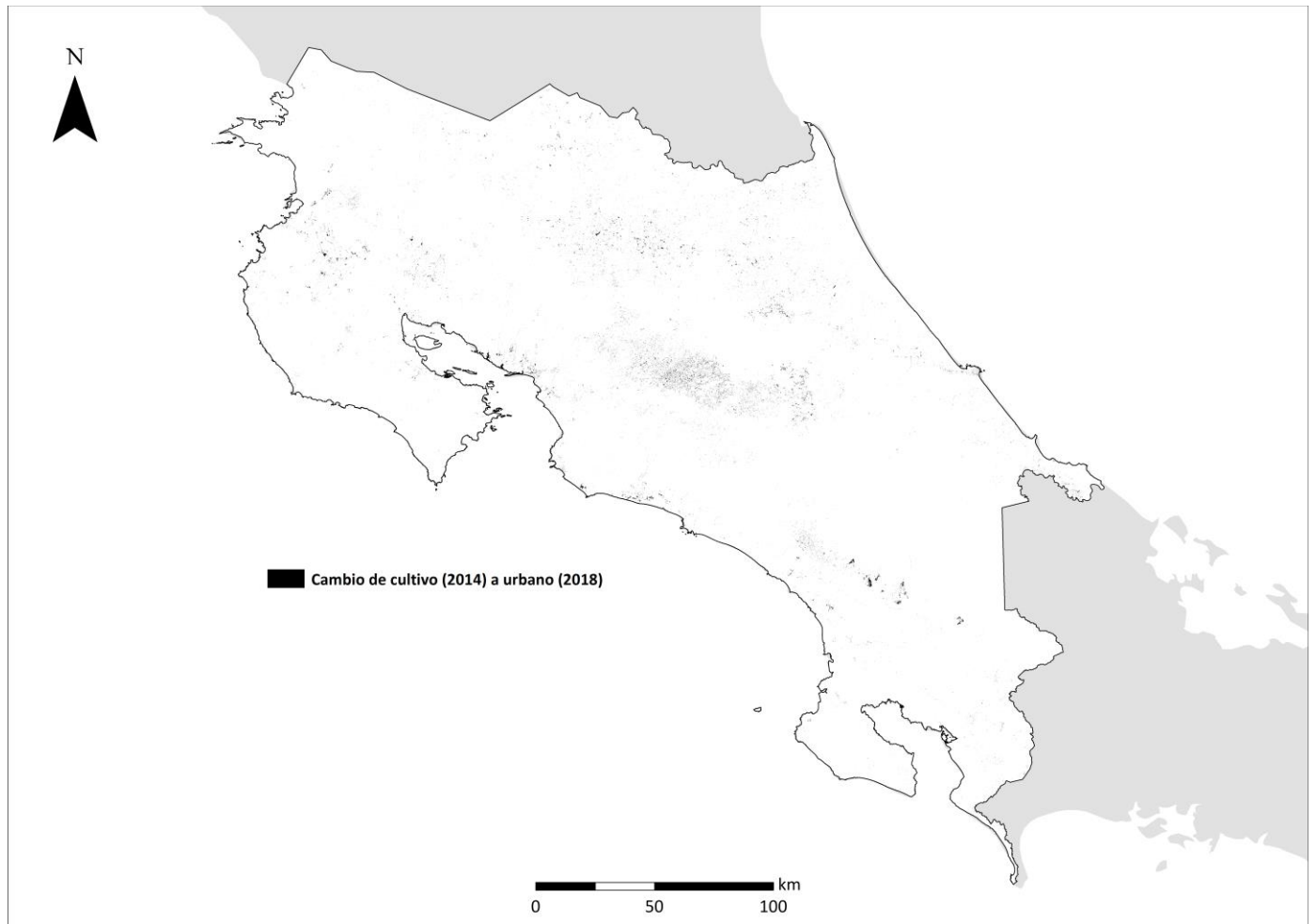
Fuente: Elaboración propia.



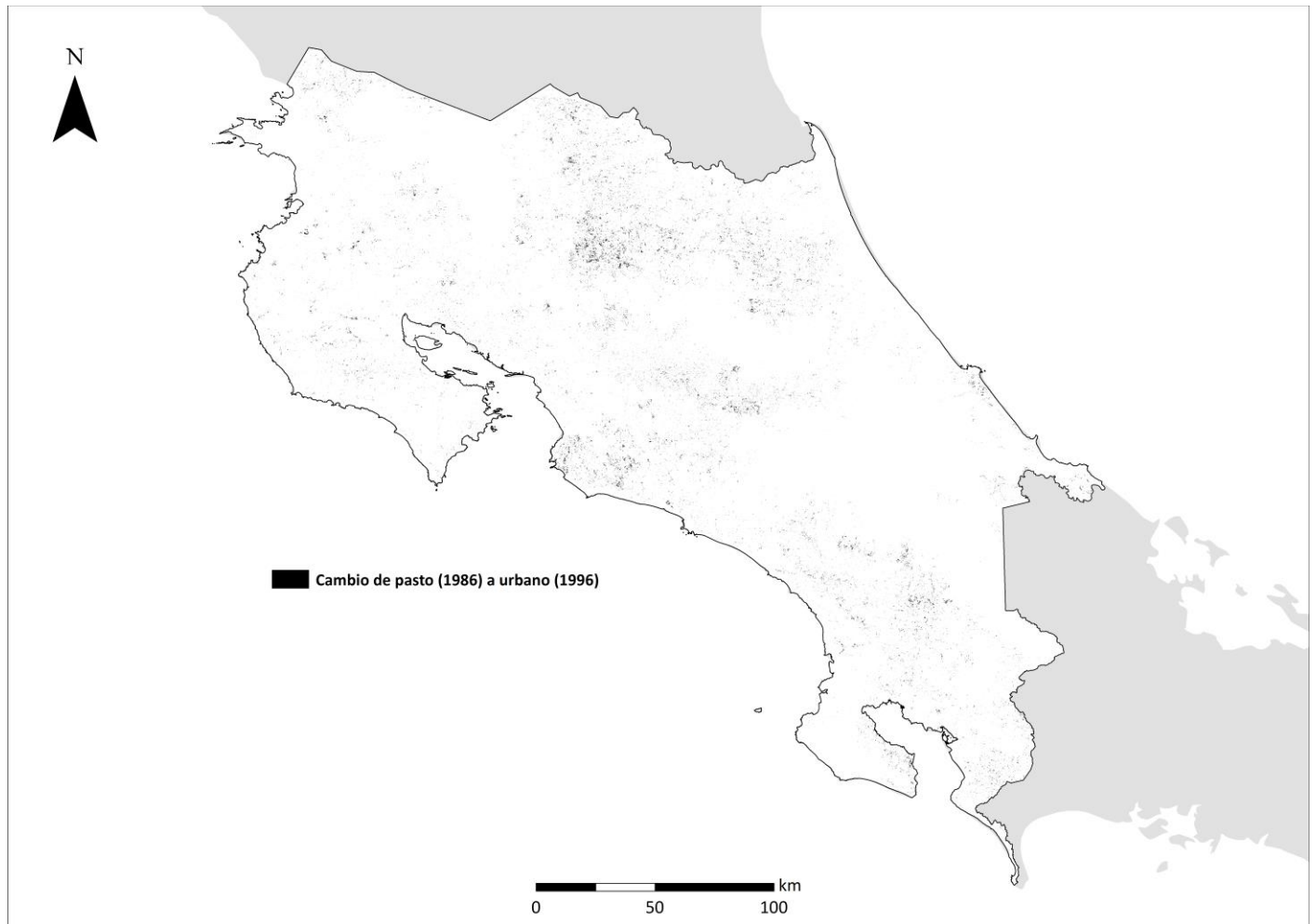
Fuente: Elaboración propia.



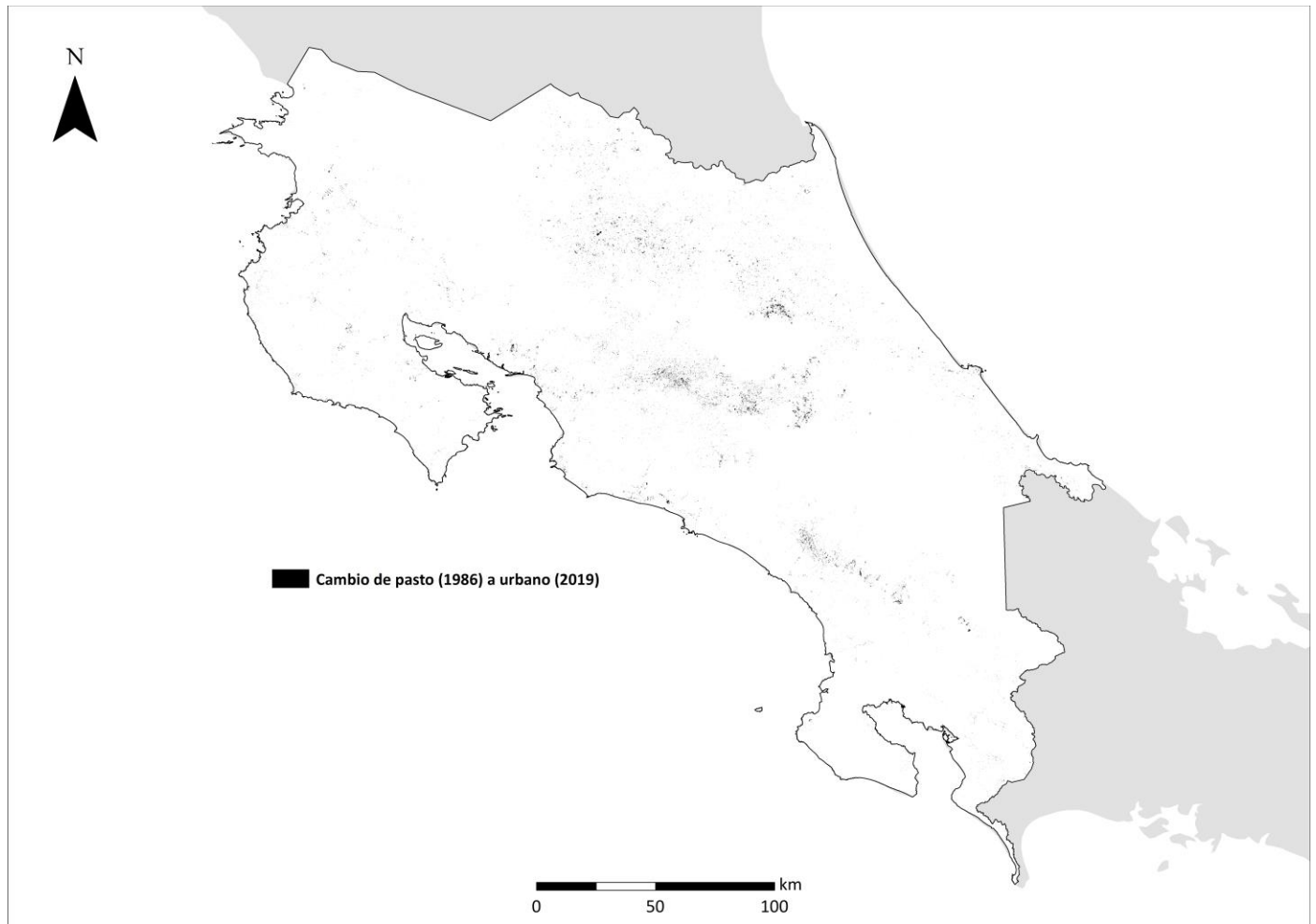
Fuente: Elaboración propia.



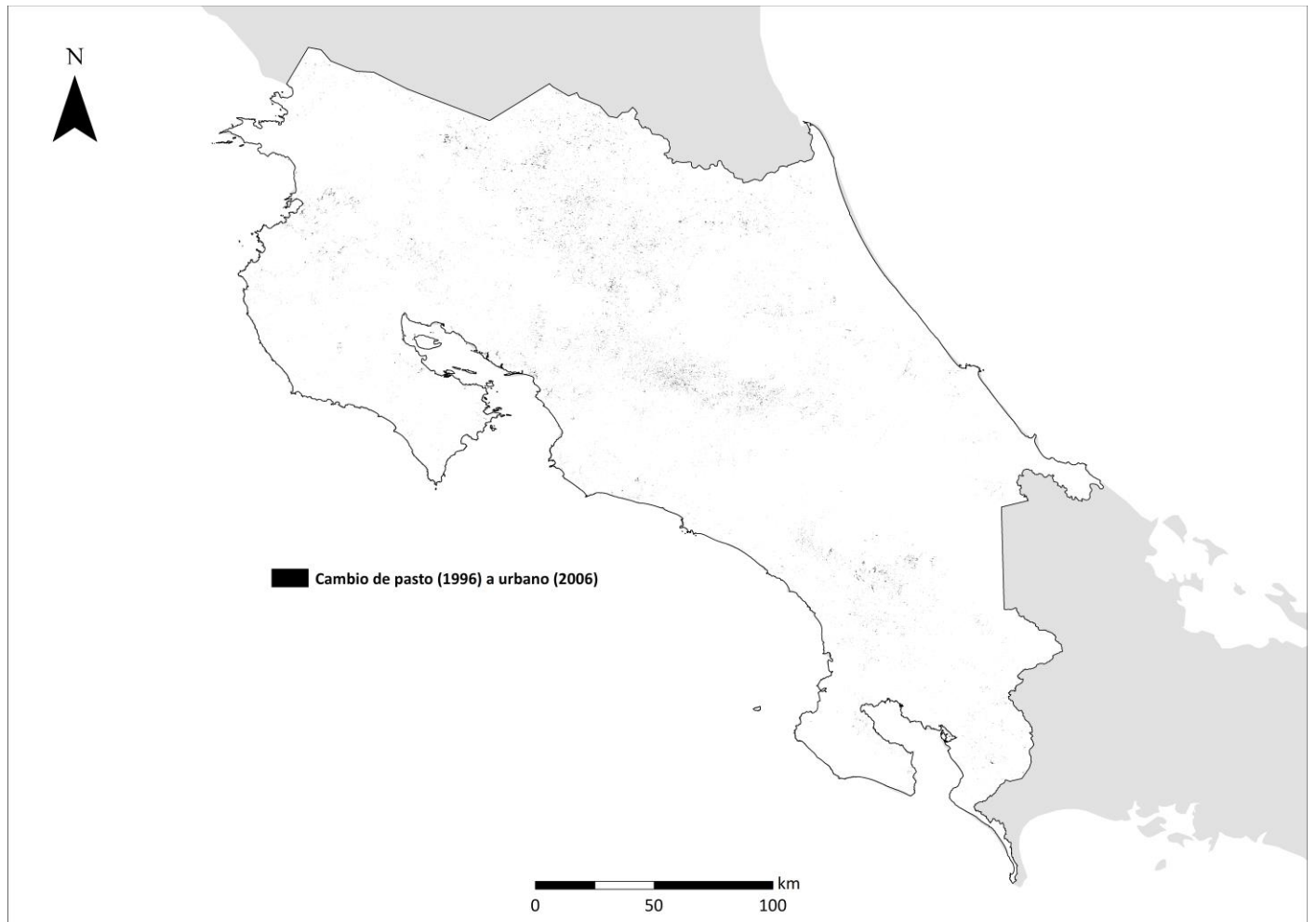
Fuente: Elaboración propia.



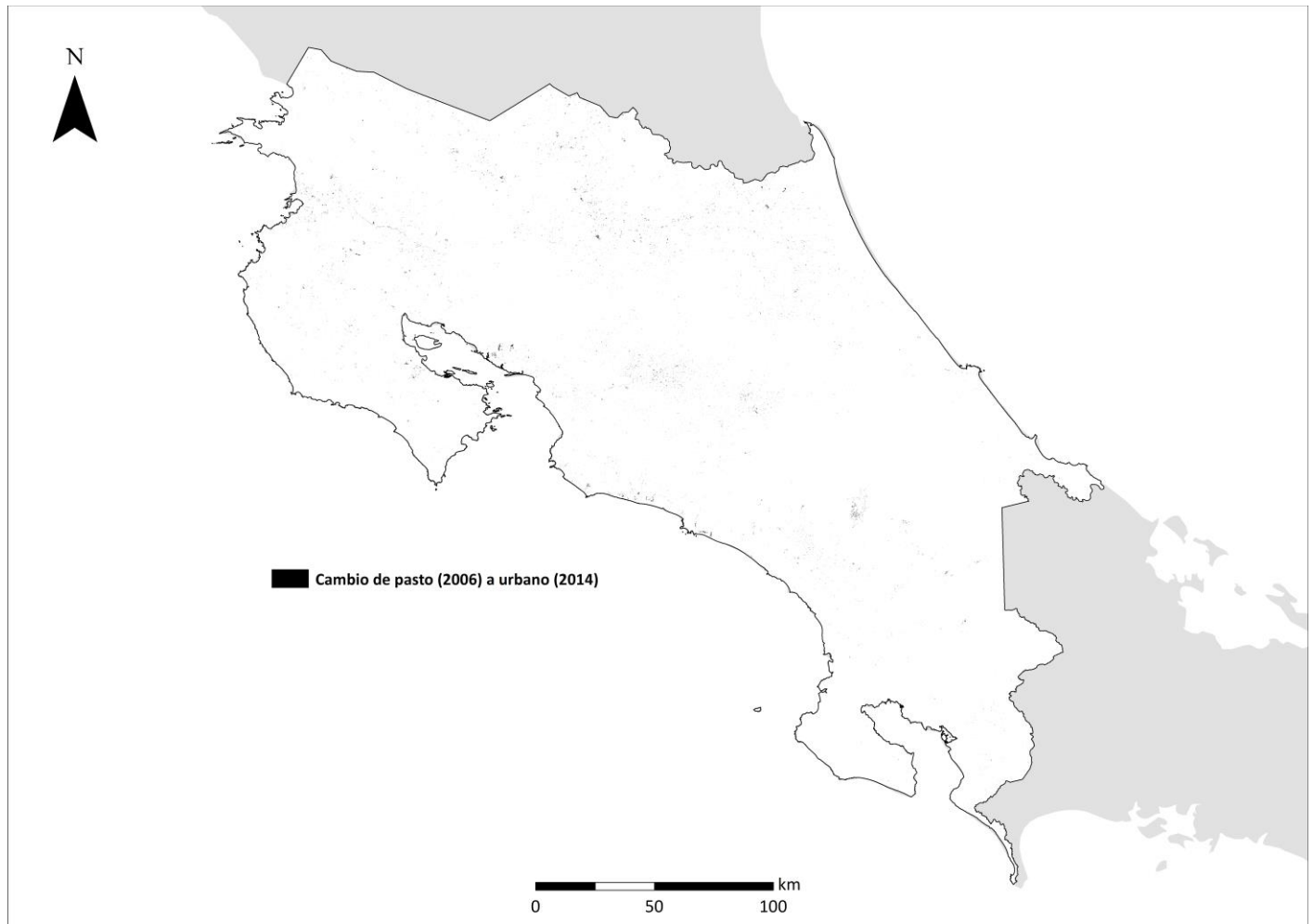
Fuente: Elaboración propia.



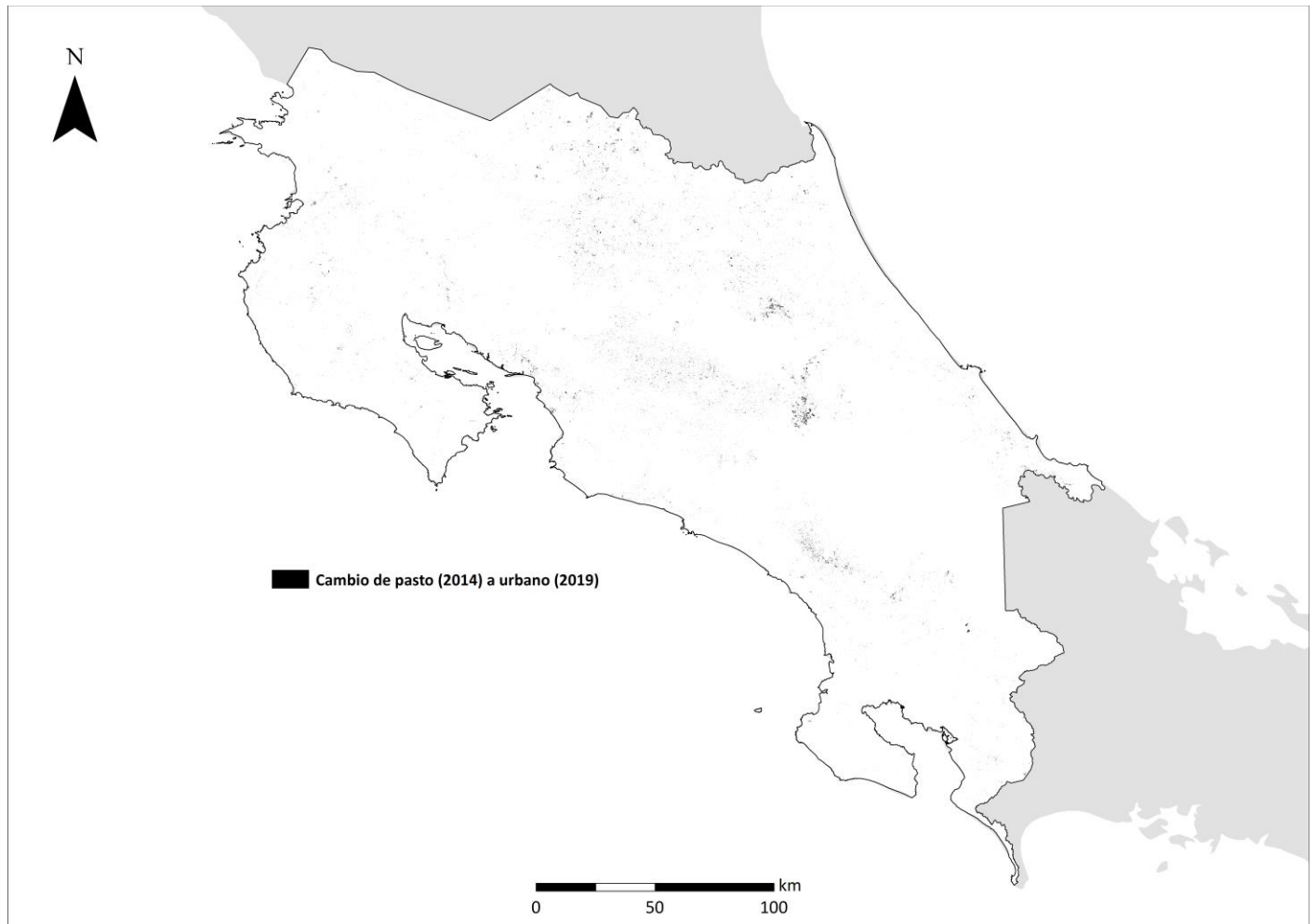
Fuente: Elaboración propia.



Fuente: Elaboración propia.



Fuente: Elaboración propia.



Fuente: Elaboración propia.