

Cambio del uso y cobertura de la tierra y la conservación del bosque en dos áreas protegidas

Costa Rica

A pesar de que los efectos producidos por el cambio de uso y cobertura de la tierra en Costa Rica han ocasionado grandes cambios en su paisaje, la presencia de parques nacionales y sus guardaparques han influido positivamente en las transiciones de bosque, vegetación secundaria y páramo.

Tania Bermúdez Rojas
Gilberto Páez
Sergio Velásquez
Estella Motte

RESUMEN

En la zona comprendida entre los parques nacionales Volcán Irazú y Volcán Turrialba en Costa Rica, se determinó la estructura espacial del paisaje, se analizaron los cambios del uso y cobertura de la tierra en un período que comprende 20 años (fueron analizados tres años: 1978, 1992 y 1998) y se identificaron los factores que han influido en dicho cambio. La información necesaria se obtuvo de interpretación de fotografías aéreas. Con la utilización de índices de diversidad y el análisis de procesos de Markov se estimó la estructura y los cambios de uso para cada período de tiempo analizado y por medio de regresiones logísticas multinomiales se estimó los factores asociados a los cambios. Los resultados indicaron que existe una tendencia del paisaje a agregarse, sin presentar dominancia por ningún tipo de uso y cobertura de la tierra, y con una ligera disminución de la diversidad del paisaje. Hay una pequeña pero sostenida recuperación de zonas boscosas y de vegetación de páramo y transiciones de usos muy dinámicos de pastos y cultivos, que tienden a cambiar entre ellos. Los factores que inciden en los cambios de cobertura no boscosa a boscosa, presentan significancia; concluyendo, que la política del país en materia de áreas protegidas contribuye positivamente al mantenimiento de la cobertura boscosa a pesar de existir ocupación dentro de sus áreas.

Palabras claves: Utilización de la tierra; áreas silvestres protegidas; cobertura forestal; paisaje; protección forestal; Costa Rica.

SUMMARY

Change of Land Use and Covering and Forest Conservation in Two Protected Areas. In the area between Volcano Irazú National Park and Volcano Turrialba National Park in Costa Rica, the space structure of the landscape was determined; it analyzes the change of the land use / covering for a period of 20 years (1978, 1992, 1998), as well as, the factors that have influenced in this change. The information to carry out this work was obtained through air picture. Then, using diversity indexes and Markov probabilities the structure and the land use/cover change for every analyzed period was determined. Finally, using multinomial logistic models, the factors associated to the changes. The results suggest a tendency of the landscape to be added without presenting dominance for any type of land use / cover, was determined and a small decreasing of landscape diversity was found too. There is a small and constant recovery of forest areas and moor vegetation with very dynamic uses as the grasses and cultivations, but that they spread to change among them. The factors that influence in the change to non-forest covering as to forest, present statistical significance; concluding that the protect areas policy of the country contribute positively to the maintenance of the forest covering in spite of existing occupation inside them.

Key words: Land use; protected areas; forest covering; landscape; forest protection; Costa Rica.

El nuevo paradigma de la sustentabilidad y el manejo de ecosistemas requiere de un buen conocimiento de la dinámica del paisaje y los procesos ecológicos para dar respuestas sobre el dónde, cuándo y el por qué, que eventualmente pueden ser utilizadas por planificadores y tomadores de decisiones (Turner *et al.* 1996).

El efecto provocado por el cambio de uso/cobertura de la tierra en Costa Rica, ha producido grandes cambios en el paisaje. Por lo tanto se hace indispensable mantener las zonas fuera y dentro de las áreas protegidas en buen estado y entender el funcionamiento y estructura del paisaje, integrando aspectos biológicos y socioeconómicos.



Foto: Guiselle Brenes.

Cráter del Volcán Turrialba y vegetación de páramo característica de la zona.

Este es el caso de la zona comprendida entre los parques nacionales Volcán Irazú y Volcán Turrialba de Costa Rica, zonas con una alta riqueza de biodiversidad (Vacaflor 1997) y de gran importancia en términos de recursos hídricos (ICE 1999). Comprender los procesos de cambio

y uso de suelo que han afectado a la zona a lo largo del tiempo, permite elaborar estrategias de manejo que garanticen el uso racional y sustentable de los distintos recursos albergados en la zona de estudio.

Este trabajo describe la estructura del paisaje, se estiman las probabilidades de cambio y patrones de uso/cobertura de la tierra en los últimos 20 años y se caracterizan algunas variables (biofísicas y socioeconómicas) que han incidido en el cambio de la cobertura vegetal en la zona comprendida entre ambos parques nacionales.

Materiales y métodos

Para la interpretación del uso/cobertura de la tierra (Cuadro 1) se utilizaron fotografías aéreas. Se trabajó con series completas de toda la zona de estudio de los años 1978, 1992 y 1998. Todas las fotografías en formato digital se procedieron a orthocorregir, por medio del software PCI Geomatic. Se utilizaron los vectores de carreteras y ríos de Costa Rica como puntos de control para bajar el error (RMS) y georeferenciar las fotografías. Por último, se utilizó el modelo de elevación digital generado a partir de las curvas de nivel a cada 10 metros de la cartografía de Costa Rica 1:25000.

Las orthofotos generaron series de tiempo que se utilizaron para la clasificación del uso/cobertura y digitalización de los mapas con el software Arcview 3.2. Se realizaron cinco giras de verificación de campo a la zona de estudio, tomando coordenadas geográficas con un Sistema de Posicionamiento Geográfico (GPS) por sus siglas en inglés luego se compararon con la interpretación hecha en el laboratorio de Sistema de Información Geográfica del CATIE.

La presente investigación es un proceso espacio-temporal, por lo tanto, la unidad de información básica constituye la celda o pixel, (PCI Geomatics 2000, Chuvieco 1996). Se utilizó un tamaño de celda de 20 m x 20 m (400 m²) (Baritto 2000). Cada una de las celdas que componen la imagen ofrece información con características propias que permite estimar cambios a través del tiempo y el espacio.

Todos los estudios relativos a eventos dinámicos espacio-temporales tienen una alta autocorrelación espacial (Bockstael 1996). La estimación basada en muestras dispersas aleatoriamente se reduce a magnitudes menores. Por lo tanto, se generó un conjunto aleatorio de puntos (20 m x 20 m) entre un n=500 a n=3.000, que se relacionaron con el mapa de uso/cobertura de la tierra de 1998, obteniendo para cada punto un número exacto de coordenadas y su uso. Aplicando la curva de la varianza mínima del cambio en los tipos de uso/cobertura del suelo con relación al tamaño de la muestra se estimó el tamaño "n" (Steel y Torrie 1997; Scheaffer *et al.* 1987) en 1.833 puntos, redondeándose a 2.000 puntos para facilitar el manejo de los datos.

Se calcularon los índices y medidas descriptivas del paisaje para obtener los patrones y características de la estructura espacial en los tres años analizados (1978, 1992, 1998). Se utilizaron medidas como áreas, densidad; e índices de contagio¹, de dominancia y de diversidad de Simpson y de

1 Adyacencia de los tipos de uso/cobertura.

Shannon (Farina 1999, O'Neill *et al.* 1988, Turner y Ruscher 1988, Li y Reynolds 1993). El cálculo de estos índices se obtuvo por medio del software Fragstats versión 3.0 utilizado para el análisis de paisajes y fragmentación (Kramer 1997, Corrêa 2000).

Modelos de análisis de probabilidad de cambio en el uso de la tierra

Los cambios en el paisaje pueden ser estimados por medio de análisis estocásticos. Un proceso estocástico es aquel que representa eventos aleatorios y se miden en términos de probabilidades. Los modelos probabilísticos en general son indicados para la medición de cambio o transición en el uso de la tierra y ofrece una forma simple para interpretar la complejidad de relaciones entre las variables. Un modelo probabilístico usado comúnmente en ecología y geografía para describir procesos de sucesión o difusión espacial son las cadenas de Markov (Lambin 1994), el cual se basa en las probabilidades de transición o cambio de un estado a otro, o sea de un uso/cobertura de la tierra a otro.

Los modelos de Markov pueden ser expresados en notación matricial; para este caso la muestra aleatoria simple de n= 2.000 compuesta por cada celda de 20 m x 20 m puede tomar alguno de los valores discretos nominales de uso/cobertura en un tiempo determinado. Para este caso en particular la matriz de probabilidad fue de 7 x 7, es decir, 49 masas probabilísticas posibles para cada evento de cambio que abarca de 1978 a 1992 y de 1992 a 1998.

Hay que aclarar que lo más importante para este trabajo se refiere al bosque, o a otro tipo de cobertura que brinde conexión y hábitat a especies de flora y fauna; así que la diferenciación entre cultivos o el tener un gran número de categorías no es necesario para cumplir con los objetivos de la investigación.

Además, las probabilidades condicionales mostraron que no todas las 49 transiciones (cambios de un uso/cobertura a otro) ocurren, otras tienen una probabilidad muy baja de ocurrencia y otras son ecológicamente

Cuadro 1. Tipología de uso/cobertura presentes en el área de investigación.

Identificador Sigla	Tipo de uso/cobertura	Descripción
Sd	Suelo desnudo	Con escasa cobertura vegetal
Pa	Pasto	Pasturas con menos de 10% de cobertura arbórea
Cu	Cultivos agrícolas	Área con cultivos anuales predominantemente de papa y coliflor
P/Ar	Pasto con árboles	Pastos con árboles dispersos predominantemente <i>Quercus</i> sp.
Vp	Vegetación de páramo	Vegetación achaparrada y arbustiva muy cercana al volcán
Bs	Bosque secundario	Matorrales, bosques secundarios de sucesión temprana
Bp	Bosque primario	Bosque con cobertura continua entre 100% y 70%, además de franjas de bosque de galería

te no viables (por ejemplo usos no forestales a bosque primario) generadas por errores en la utilización de sensores remotos como las fotografías aéreas, que para este estudio fue de 13 metros. Bajo este criterio se agruparon y se generó una variable transformada, multinomial Y, con tres niveles o estados posibles, a saber:

$$Y = \{C0, C1, C2\}$$

Donde:

C0: Transiciones con muy bajas o nulas probabilidades de ocurrencia (Tcbaja).

C1: Transición a cobertura no boscosa (incluye cultivos, pastos con y sin árboles y suelo desnudo) (TCNoBos)

C2: Transición a cobertura boscosa (incluye el bosque primario, secundario y la vegetación de páramo, ya que esta última es una vegetación natural del área) (TCBos)

Los factores que inciden en el cambio de uso/cobertura de la tierra, pueden ser estimados considerando los estados C0, C1, C2. De esta forma se aplicó un modelo de regresión multinomial logística (Multinomial logit) que describe la relación entre una variable de respuesta categórica y un conjunto de variables explicativas continuas y discretas (Agresti 1990); utilizando los parámetros estimados a partir de la razón de máxima verosimilitud (Turner *et al.* 1996).

La matriz de variables explicativas (X) usadas en el análisis es exclusivamente de naturaleza espacial, que posiciona la variable de respuesta Y en función de las variables independientes X. Las variables utilizadas son distancia a carreteras (km), distancia a casas y lecherías (km), costo de acce-

so (distancia asociada a un coeficiente de fricción), altitud (msnm), pendiente (grados), áreas de influencia de los parques nacionales (dentro o fuera de las áreas protegidas) y zonas de vida².

Resultados y discusión

Cuantificación del uso/cobertura de la tierra y estimación de índices descriptivos del paisaje

El número de fragmentos y la densidad en el paisaje es mayor en 1978 presentando 164 fragmentos y una densidad de 2,68 en 100 hectáreas (Cuadro 2). Veinte años después hay una disminución de 17 fragmentos y una densidad 2,4 fragmentos en 100 hectáreas, esto podría indicar que el grado de fragmentación del paisaje está disminuyendo; sin embargo, podría resultar confuso ya que el paisaje puede estar aislándose al desaparecer los fragmentos.

Los índices de contagio (Cuadro 3) no presentan diferencias significativas entre cada periodo de tiempo, indicando una relativa estabilidad en el ecosistema (un valor cercano a cero indica patrones altos de dispersión y que todas las posibles adyacencias ocurren en igual proporción. Valores iguales o cercanos a 1 indican un paisaje con usos/coberturas agrupadas). Todos los valores obtenidos indican (entre 0,5 y 0,6) que los fragmentos tienen una tendencia a agruparse (agregarse).

La zona de estudio presenta altos niveles de precipitación anual y temperaturas un poco adversas para la colonización humana, por lo que tal vez estos factores relacionados con las zonas de vida (precipitación, tempe-

2 En el área existen tres zonas de vida (Holdridge 1978):Bosque Pluvial Montano Bajo, Bosque Pluvial Montano y Bosque muy Húmedo Montano Bajo.

ratura y evapotranspiración) puedan ser limitantes a cambios agrícolas o productivos que ayudan a mantener un ecosistema más agregado.

Para los índices de diversidad (Cuadro 3) aplicados en los tres periodos analizados tampoco se observan diferencias marcadas indicando la estabilidad del paisaje. El índice de dominancia tampoco presenta diferencias marcadas entre los distintos periodos analizados. Los valores más cercanos a 1 indican que el paisaje está dominado por un solo uso o cobertura (O'Neill *et al.* 1988, Farina 1999), así para la zona de estudio el valor obtenido nos indica que los fragmentos de distintos usos/ coberturas están representados en proporciones cercanas

o parecidas, sin haber dominancia de ningún uso específico.

Cambios en el uso/cobertura de la tierra entre los años 1978,1992 y 1998

La transición más relevante fue de suelo desnudo a bosque secundario (Cuadro 4). Este comportamiento se puede explicar ya que gran cantidad del suelo desnudo observado en 1978 se encontraba cerca del volcán Irazú, que en la década de los años 60, presentó una gran actividad volcánica, que pudo haber ocasionado alteraciones por derrumbes en las montañas cubiertas de bosque; sin embargo no se dispone de una referencia anterior para corroborar esta afirmación.

Los otros dos usos con una mayor probabilidad de cambio son pasto con árboles y pastos, estos tienen transiciones a cultivos y a bosque secundario, aunque en menor proporción. Este cambio de una actividad productiva a otra, como son los pastos a cultivos, puede deberse al fomento del cultivo de la papa en el principio de la década de los 90, que se dio en las zonas cercanas a las faldas del volcán Irazú (ICE 1999).

En menor proporción hay transiciones de cobertura boscosa a usos como pasto, pasto con árboles y cultivos; así como también transiciones de bosque secundario a pastos, por lo tanto no todas las transiciones fueron en la dirección de conservación y recuperación de bosque.

La diagonal representa el no cambio de los distintos usos; es decir, la estabilidad del sistema en el tiempo.

En las transiciones de 1992 a 1998 (Cuadro 5), los usos/cobertura más estables son igual que en la transición anterior bosque primario y páramo, con la diferencia en suelo desnudo donde llega a estabilizarse. También se nota una clara diferencia en los usos más dinámicos, en donde cultivos y bosque secundarios tienen la menor proporción de persistencia.

Los cultivos tienden a regresar a la actividad productiva de pastizales, debido quizás al poco resultado que tuvo el cultivo de la papa en la zona. La transición de pastos con árboles a bosques secundarios observados entre 1978 a 1992 puede indicar el abandono paulatino de las actividades agrícolas a través del tiempo.

Al reagrupar los siete usos/cobertura de la tierra en cobertura boscosa y cobertura no boscosa se observó una mayor estabilidad, en ambos periodos analizados de 1978 a 1992 y 1992 a 1998 (Cuadro 6).

Modelos de cambio del uso/cobertura de tierra en función de las variables explicativas

Las probabilidades de transición a coberturas no boscosa (pastos, pastos con árboles, cultivos y suelo desnudo), y coberturas boscosas (bosque, vegetación secundaria y de páramo) resultó significativa para casi todas las variables y en los dos periodos anali-

Cuadro 2. Parámetros espaciales para cada tipo de uso/cobertura de la tierra en los tres periodos.

	Área (ha)	Porcentaje del paisaje	Número de fragmentos	Densidad**	Área*** promedio (ha)	Desviación estándar	Coefficiente de variación %
Paisaje en 1978							
Suelo desnudo	102,5	1,7	17	0,28	6,0	10,6	175,0
Pasto	1523,8	24,9	74	1,21	20,6	57,8	280,4
Cultivo	154,2	2,5	6	0,10	25,7	34,6	134,5
Pasto con árboles	680,0	11,1	18	0,29	37,8	66,1	175,1
Vegetación de páramo	377,8	6,2	4	0,06	94,5	130,0	137,6
Bosque secundario	312,6	5,1	5	0,08	62,5	108,8	173,9
Bosque primario	2961,8	48,4	40	0,65	74,0	413,1	557,9
Paisaje en 1992							
Suelo desnudo	70,3	1,2	18	0,29	3,9	9,8	250,1
Pasto	1036,1	17,0	73	1,19	14,2	46,1	324,6
Cultivo	313,4	5,1	5	0,08	102,7	201,2	196,0
Pasto con árboles	603,0	9,9	30	0,49	20,1	59,0	293,5
Vegetación con páramo	370,0	6,1	2	0,03	185,0	127,6	69,0
Bosque secundario	471,8	7,7	5	0,08	64,2	122,3	190,5
Bosque primario	3198,7	52,3	25	0,41	127,9	584,0	456,4
Paisaje en 1998							
Suelo desnudo	71,7	1,2	14	0,23	5,1	9,6	188,1
Pasto	1238,5	20,2	71	1,16	18,8	56,7	300,9
Cultivo	294,2	4,8	6	0,10	49,0	68,4	139,4
Pasto con árboles	519,3	8,5	19	0,31	27,3	67,6	247,2
Vegetación con páramo	360,3	5,9	3	0,05	120,1	130,6	108,8
Bosque secundario	337,1	5,5	4	0,06	59,3	91,2	153,9
Bosque primario	3292,8	53,8	30	0,49	109,8	544,0	495,6

**Densidad :número de fragmentos de cada uso/cobertura entre el área total de cada uso/cobertura,

***Área promedio de cada fragmento en cada uso/fragmento,

Cuadro 3. Área, diversidad, dominancia y otros parámetros espaciales estimados para todo el paisaje en los tres años analizados.

Medidas e índices	1978	1992	1998
Área total del paisaje (ha)	6112,820	6112,590	6113,810
Número de fragmentos	164	158	147
Densidad de fragmentos(n/100ha)	2,683	2,585	2,404
Número de usos (riqueza de parches)	7	7	7
Tamaño promedio de los fragmentos (ha)	37,273	38,687	41,591
Desviación estándar del tamaño de los fragmentos (ha)	212,355	244,414	254,579
Coefficiente de variación del tamaño de los fragmentos (%)	569,723	631,769	612,109
Índice de contagio (%)	0,593	0,591	0,615
Índice de dominancia	0,311	0,259	0,274
Índice de diversidad de Shannon	1,427	1,452	1,366
Índice de diversidad de Simpson	0,683	0,674	0,647

zados (1978-1992 y 1992-1998), como distancia a carreteras, la distancia a casas, la distancia como un costo de acceso, la altitud, la pendiente y la presencia de los Parques Nacionales (Cuadro 7). Sin embargo la dirección (signo positivo y negativo) varió de acuerdo al tipo de transición. La única variable que no resultó significativa fue zonas de vida.

Las transiciones a cobertura no boscosa, contrario a lo esperado, crece a medida que aumenta la altitud y se alejan las carreteras. Sin embargo hay que recalcar que en la zona de estudio, a pesar de presentar grandes alturas, también se localizan zonas relativamente planas.

Sader y Joyce (1988) encontraron para Costa Rica una alta relación entre la pendiente, las carreteras y la presencia de bosque. Ellos demostraron que con el crecimiento de las vías de acceso como calles, carreteras y caminos aumentaban la tasa de deforestación, quedando remanentes de bosque solo en aquellas zonas con gran pendiente, donde era sumamente costoso la construcción de vías de comunicación. Con los efectos marginales volvemos a confirmar lo anterior, observando una influencia positiva de la pendiente y las distancias como costo de acceso, a las transiciones a coberturas boscosas.

A diferencia de la distancia a carreteras, la distancia como un costo de acceso influye positivamente en la probabilidad de transición a cobertura boscosa. Esta diferencia de signo en variables asociadas a carreteras, se

Cuadro 4. Matriz de probabilidades de transición markovianas para el período de 1978 a 1992

Tt _i	t _{n+1}	1992						
		Sd	Pa	Cu	P/Ar	Vp	Bs	Bp
1978	Sd	0,571	0,000	0,000	0,000	0,029	0,400	0,000
	Pa	0,000	0,598	0,170	0,029	0,006	0,172	0,025
	Cu	0,000	0,196	0,783	0,000	0,000	0,022	0,000
	P/Ar	0,000	0,032	0,204	0,597	0,028	0,139	0,000
	Vp	0,008	0,000	0,000	0,000	0,940	0,053	0,000
	Bs	0,000	0,080	0,000	0,000	0,000	0,830	0,089
	Bp	0,002	0,033	0,018	0,028	0,001	0,002	0,916

Sd = Suelo desnudo Cu = Cultivos Vp = Vegetación de páramo Bp = Bosque primario
Pa = Pasto P/Ar = Pasto con árboles Bs = Bosque secundario

Cuadro 5. Matriz de probabilidad de transición markovianas para el periodo de 1992 a 1998

Tt _i	t _{n+1}	1998						
		Sd	Pa	Cu	P/Ar	Vp	Bs	Bp
1992	Sd	0,913	0,000	0,000	0,000	0,000	0,087	0,000
	Pa	0,000	0,808	0,085	0,005	0,000	0,079	0,022
	Cu	0,000	0,632	0,324	0,011	0,000	0,032	0,000
	P/Ar	0,000	0,083	0,000	0,781	0,000	0,124	0,012
	Vp	0,022	0,029	0,000	0,037	0,890	0,022	0,000
	Bs	0,000	0,112	0,000	0,000	0,000	0,664	0,224
	Bp	0,004	0,032	0,004	0,013	0,002	0,005	0,941

Sd = Suelo desnudo Cu = Cultivos Vp = Vegetación de páramo Bp = Bosque primario
Pa = Pasto P/Ar = Pasto con árboles Bs = Bosque secundario

Cuadro 6. Matriz de probabilidades de transición markovianas para usos/coberturas agrupadas, para los periodos de tiempo entre 1978 a 1992 y de 1992 a 1998.

	1992		1998	
	Cobertura boscosa	Cobertura no boscosa	Cobertura boscosa	Cobertura no boscosa
1978	0,927	0,073	0,938	0,062
1992	0,193	0,807	0,1	0,9

debe quizás a que la distancia como un costo incluye la pendiente y un coeficiente de fricción. La distancia a casas influye negativamente a la tran-

sición a cobertura no boscosa, así que a mayor distancia disminuye la probabilidad de transición a pastos, y otros cultivos. Esto resulta lógico ya que en

Cuadro 7. Parámetros estimados por medio de la razón de máxima verosimilitud para los períodos de tiempo entre 1978 a 1992 y de 1992 a 1998.

Parámetros estimados 1978-1992	Transición a cobertura no boscosa TCNoBos		Transición a cobertura boscosa TCBos		Parámetros estimados 1992-1998	Transición a cobertura no boscosa TCNoBos		Transición a cobertura boscosa TCBos	
	Coficiente	Error estándar	Coficiente	Error estándar		Coficiente	Error estándar	Coficiente	Error estándar
Intercepto	-0,0269ns	0,1246	0,0283ns	0,1246	Intercepto	-0,2647**	0,1241	0,2661**	0,1257
Discarr	0,00079**	0,00009	-0,0007**	0,00009	Discarr	0,0008**	0,0001	-0,0008**	0,0001
Cambio	-0,0104*	0,0059	0,0105*	0,0059	Cambio	0,0187**	0,0061	-0,0136**	0,0067
Discasa	-0,00026**	0,00004	0,00026**	0,00004	Discasa	-0,00025**	0,00004	0,0002**	0,00004
Costo	-0,00029	0,00002	0,00029**	0,00002	Costo	-0,00033**	0,00002	0,00032**	0,00002
Altitud	0,00015**	0,00005	-0,00015**	0,00005	Altitud	0,0002**	0,00005	-0,0002**	0,00005
Pendiente	-0,00087**	0,0002	0,00087**	0,0002	Pendiente	-0,0005**	0,0001	0,0006**	0,0002
Parque	-0,2004**	0,0338	0,2003**	0,0338	Parque	-0,1674**	0,0348	0,1736**	0,0353
Zovida	-0,04285ns	0,0263	0,0428ns	0,0263	Zovida	-0,0239ns	0,0271	0,0327ns	0,0283

**Significativo al (p<0,05), * significativo al (p<0,08), ns= no significativo

Discarr: distancia de carreteras

Discasa: distancia a casas y lecherías

Parque: áreas de influencia de los parques nacionales

Costo: distancia como un costo de acceso

Zovida: zonas de vida

la zona de estudio la gran mayoría de los habitantes cuentan con pequeñas lecherías y varias cabezas de ganado que dejan pastando cerca de sus casas.

La presencia de parques nacionales dentro de la zona de estudio influye positivamente a las transiciones de bosque, vegetación secundaria y de páramo. A pesar de que la mayoría de las propiedades dentro de las dos áreas protegidas son privadas (ya que no han sido pagadas por el gobierno), la presencia de guardaparques en el área parece haber influenciado positivamente la protección de la zona (comunicación personal funcionarios del MINAE 2001). Además las políticas ambientales ejecutadas en años recientes a permitido la recuperación de amplias zonas deforestadas en Costa Rica, que eventualmente podrían haber influido en el área de estudio, con el pago de servicios ambientales.

Todas las variables explicativas son consistentes en el tiempo tanto en su significancia como en su dirección. De esta manera se puede suponer dos cosas: o que el ecosistema está entrando a un equilibrio, sin grandes cambios a través del tiempo o que el periodo de análisis es muy pequeño para observar estas diferencias.

Conclusiones

- De acuerdo a los parámetros de contagio, diversidad y dominancia analizados para los tres años, se puede concluir que los paisajes tienen una tendencia a agregarse, no presentan dominancia por ningún tipo de uso/cobertura de la tierra con un decrecimiento muy pequeño en la diversidad del paisaje.
- Dentro de los usos/cobertura de la tierra en los 20 años analizados, el bosque primario presenta la mayor estabilidad en el tiempo. Se observa una disminución en el suelo desnudo en los primeros 14 años, cambiando a bosque secundario, para luego estabilizarse en los últimos 6 años. En los dos periodos de tiempo hay una marcada tendencia a cambiar de una actividad productiva a otra como es de pastos a cultivo y viceversa.
- A nivel general, en el primer periodo de tiempo analizado se observa un aumento en la probabilidad de transición de cobertura no boscosa a cobertura boscosa, disminuyendo esta probabilidad en los últimos seis años.
- De las variables analizadas que inciden en los cambios tanto a cobertura boscosa como a no boscosa en los

20 años analizados, todas presentan significancia con excepción de las zonas de vida presentes en el área de estudio.

- En el caso analizado las áreas protegidas contribuyen positivamente al mantenimiento de la cobertura boscosa a pesar de existir ocupación dentro de sus áreas, concluyendo que existe un manejo adecuado de los dos parques nacionales. 🌳

Tania Bermúdez Rojas
Máster en Manejo y Conservación de
Bosques Tropicales y Biodiversidad
Correo electrónico:
Tania@grupogalileo.com

Gilberto Páez
CATIE
Correo electrónico:gpaez@catie.ac.cr

Sergio Velázquez
CATIE
Correo electrónico:svelazque@catie.ac.cr

Estella Motte
CATIE
Correo electrónico:emotte@catie.ac.cr

Literatura citada

- Agresti, A. 1990. *Categorical data analysis*. New York, EUA. 558 p.
- Baritto, F. 2000. *Dinámica de factores asociados al uso de la tierra e implicaciones sobre el colapso ambiental de 1999 en la costa Norte de Venezuela*. Tesis Mag. Sc. Turrialba, Costa Rica, CATIE. 104 p.
- Bockstael, N. 1996. *Modeling Economics and Ecology: the importance of a spatial perspective*. *American Journal Agricultural Economics* 78:1168-1180.
- Corrêa, AP. 2000. *Evaluación de patrones del paisaje y los ecosistemas para fines de recuperación, conservación y manejo de biodiversidad en un paisaje fragmentado*. Tesis Mag. Sc. Turrialba, Costa Rica, CATIE. 105 p.
- Chuvieco, E. 1996. *Fundamentos de teledetección espacial*. Madrid, Rialp. 565 p.
- Farina, A. 1999. *Principles and Methods in Landscape Ecology*. New York, Chapman & Hall. 225 p.
- Holdridge, L.R. 1978. *Ecología basada en zonas de vida*. San José, Costa Rica, IICA, 216p.
- ICE (Instituto Costarricense de Electricidad). 1999. *Plan de manejo integral de la Cuenca del Río Reventazón*. Informe de Diagnóstico. Caracterización económica. San José, Costa Rica. 35 p.
- Kramer, E. 1997. *Measuring landscape change in remnant tropical dry forest*. In Laurance, W.F; Bierregaard Jr., RO. Eds. *Tropical forest remnants: ecology, management and conservation of fragmented communities*. London, The University of Chicago Press. p. 386-399.
- Lambin, E. 1994. *Modelling Deforestation Processes. Trees tropical Ecosystem Environment Observations by Satellites*. Community European. 98p. (Trees Series B: Research Report European commission).
- Li, H; Reynolds, JF. 1993. *A new contagion index to quantify spatial patterns of landscapes*. *Landscape Ecology* 8(3):155-162.
- O'Neill, RV; Krummel JR; Gardner, RH; Sugihara, G; Jackson, B; De Angelis, DL; Milne, BT ;Turner, MG; Zygmunt, B; Christensen, SW; Dale, VH; Granham, RL. 1988. *Indices of landscape pattern*. *Landscape Ecology* 1(3):153-162.
- PCI Geomatics. 2000. *OrthoEngine Airphoto Edition. User Guide. Version 7.0*. Richmond Hill, Ontario, Canada. 244p.
- Sader, SA; Joyce, AT. 1988. *Deforestation rates and trends in Costa Rica, 1940 to 1983*. *Biotropica* 20 (1):11-19.
- Scheaffer, R L; Mendenhall, W; Ott, L. 1987. *Elementos de muestreo*. Trad. G. Rendón; J.R. Gómez. Ed. Iberoamericana. p. 55-60.
- Steel, RGD; Torrie, J.H; Dickey, D.A. 1997. *Principles and procedures of statistics: a biometrical approach*. New York, McGraw-Hill. 666 p.
- Turner, M; Ruscher, L. 1988. *Change in Landscape pattern in Georgia, USA*. *Landscape Ecology* 1(4):241-251.
- Turner, M; Wear, D; Flamm, R. 1996. *Land ownership and land-cover change in the southern Appalachian highlands and the Olympic Peninsula*. *Ecological Applications* 6(4):1150-1172.
- Vacaflor, NE. 1997. *Planificación estratégica aplicada en áreas protegidas: El caso del Parque Nacional Volcán Turrialba*. Tesis Mag. Sc. Turrialba, Costa Rica, CATIE. 243 p.