

RELACIÓN ENTRE DEFORESTACIÓN Y VARIABLES TOPOGRÁFICAS EN UN CONTEXTO AGRÍCOLA GANADERO, CANTÓN CUENCA

RELATION AMONG DEFORESTATION AND TOPOGRAPHIC VARIABLES IN A CATTLE AGRICULTURAL CONTEXT, CUENCA CANTON

Oswaldo Jadán^{1}, Hugo Cedillo¹, Pedro Zea¹, Pablo Quichimbo¹, Ángel Peralta³, Carlos Vaca²*

¹ *Docente Investigador de la Carrera de Ingeniería Agronómica, Dirección de Investigaciones de la Universidad de Cuenca**

² *Director del Departamento de Vinculación con la Colectividad en la Facultad de Ciencias Agropecuarias, Universidad de Cuenca*

³ *Investigador de ETAPA. Empresa Pública Municipal de Agua Potable, Cantón Cuenca*

** Autor para correspondencia: oswaldo.jadan@ucuenca.edu.ec*

Carrera de Ingeniería Forestal,
Universidad Nacional de Loja, Ecuador

Web: www.bosqueslatitudcero.com
Email: bosqueslatitudcero@unl.edu.ec

Recepción: 13 de abril del 2016
Aceptación: 27 de julio del 2016

Jadán, O, *et al.* 2016. Relación entre deforestación y variables topográficas en un contexto agrícola ganadero, cantón cuenca

RESUMEN

La deforestación históricamente ha tenido una evolución vinculada a muchos factores, entre ellos los topográficos. Sin embargo, estos factores no son considerados para el análisis de deforestación que permita conocer implícitamente los escenarios geográficos ligados al cambio de uso. En el presente estudio, se evaluó la deforestación en dos periodos cronológicos y su relación con la altitud y topografía. Se consideraron dos coberturas vegetales: Bosque y combinación de vegetación nativa: Bosque + Vegetación nativa y herbácea. Se aplicó métodos de análisis espacial para construcción de capas digitales y modelos de elevación digital, utilizando herramientas SIG. La cobertura bosque presentó pérdidas en superficie con mayor intensidad en el segundo periodo de análisis. No así toda la vegetación nativa combinada que únicamente presentó pérdidas en el segundo periodo. Los mayores cambios de uso, tanto en bosque como vegetación combinada son dirigidos para la conversión de tierras agrícolas. Se registró mayor deforestación en los sitios de mayor altitud, a excepción de la nativa combinada, que se incrementó en el primer periodo de estudio en los sitios con mayor altitud. Finalmente se registraron cambios de uso del suelo en sitios con bajas y moderadas pendientes, a excepción de la vegetación nativa combinada que se incrementó en el primer periodo de estudio en las zonas con menor pendiente. El conocimiento de patrones de deforestación permite conocer los escenarios de mayor incidencia para aplicar acciones pertinentes que permitan evitar el cambio de uso del suelo. .

Palabras clave: Andes, Azuay, altitud, pendiente, hidrológica.

ABSTRACT

Deforestation has historically been an evolution linked to many factors, including topographic. However, these factors are not considered for the analysis of deforestation that allows implicitly know the geographical scenarios linked to the change of use. In the present study, deforestation in two time periods and its relationship with altitude and topography was evaluated. Forest and combination of native vegetation: Forest + native vegetation and herbaceous vegetation cover two were considered. Methods of spatial analysis was applied for construction of digital layers and digital elevation models using GIS tools. He presented forest coverage losses in surface with greater intensity in the second period of analysis. Not, all combined native vegetation that presented only lost in the second period. The biggest changes of use, both in forest and vegetation combined are directed to the conversion of agricultural land. Higher deforestation was recorded at higher altitude sites, except for the combined native, which increased in the first period of study in higher altitude sites. Finally, changes in land use were recorded at sites with low and moderate slopes, except for the combined native vegetation increased in the first period of study in areas with lower slope. Knowledge of patterns of deforestation opportunity to experience the greatest impact scenarios to implement relevant actions to avoid changing land use.

Key words: Andes, Azuay, altitude, slope, hydrology.

INTRODUCCIÓN

La deforestación es un problema históricamente documentado en todo el planeta (Etter, McAlpine, Wilson, Phinn, & Possingham, 2006; Faminow, 1998; Skole & Tucker, 1993). Consiste en el cambio del uso del suelo desde la cobertura forestal y vegetación nativa como páramos a otros usos del suelo, siendo las coberturas agrícolas rurales resultantes de este cambio (Barracough & Ghimire, 2013; Faminow, 1998). A nivel global, las zonas que han experimentado una mayor deforestación han sido los trópicos y dentro de ellos resaltan los trópicos sudamericanos que se presentan como una de las regiones más deforestadas del planeta (FAO, 2015). En los bosques tropicales debido a la existencia de muchos actores vinculados con el aprovechamiento de sus recursos naturales, marcan una alta complejidad para explicar las causas de este fenómeno (Geist & Lambin, 2002). Sin embargo, una de las causas mayormente explicadas en la región tropical es el avance de la frontera agrícola para implementar actividades agrícolas y ganaderas (Etter *et al.*, 2006).

En la región tropical andina, actividades productivas ligadas a la alimentación humana y otras actividades antrópicas afectan notablemente a la permanencia de los ecosistemas nativos como páramos y bosques montanos (Keating, 1997; Steininger *et al.*, 2001). En esta región históricamente se practica la agricultura y ganadería de subsistencia o con fines comerciales (Buytaert *et al.*, 2006). En muchas áreas agrícolas la degradación de sus recursos complica el problema ambiental, especialmente los suelos por erosión y lixiviación de nutrientes (Brandt & Townsend, 2006). Esto provoca disminución en la producción y, por ende, en la productividad. También es una limitante para emprender procesos productivos a perpetuidad (Horgan, 2005; Vanacker *et al.*, 2003). Es así que para

mantener la producción con fines de subsistencia o comerciales los agricultores o ganaderos deciden buscar nuevas áreas con aptitudes idóneas para emprender procesos productivos (Pacheco, 2006).

Hace algunas décadas los sistemas de producción agrícola en la región andina se asentaban en las partes bajas en altitud, cercanos a las escasas vías y centros poblados dentro de las unidades de manejo conocidas como fincas (Gray, 2009; Wasserstrom & Southgate, 2013). Sin embargo, debido al avance de la frontera agrícola, se han deforestado zonas a mayor altitud, e incluso en lugares con fuertes pendientes, sin considerar la vulnerabilidad de los recursos para la producción (Armenteras, Rodríguez, Retana, & Morales, 2011). Sumado a esto, como grave problema, está la presión a zonas de importancia ecológica como son las fuentes de producción y regulación hídrica, que día a día disminuyen su extensión (Ataroff & Rada, 2000; Roa-García, Brown, Schreier, & Lavkulich, 2011).

Como consecuencia de este problema está la baja eficiencia de los ecosistemas naturales en la provisión de servicios ecosistémicos, debido a la desaparición o degradación de recursos, especialmente de los componentes estructurales de la vegetación (Peres *et al.*, 2010). Lamentablemente en Ecuador, no se han cuantificado los patrones de deforestación y su relación con atributos topográficos, como por ejemplo la altitud y la pendiente con diferentes niveles de análisis en la región andina.

Muchas instituciones desde hace algunas décadas se han encargado de cuantificar la deforestación a nivel regional y nacional (FAO, 2015; MAE, 2012). Para ello se han utilizado herramientas tecnológicas muy eficientes como los sensores remotos que han permitido cuantificar el cambio de uso del suelo en diferentes periodos de tiempo

y modelar proyecciones en zonas de alta incidencia (Armenteras *et al.*, 2011; Goerner, Gloaguen, & Makeschin, 2007).

En el caso de Ecuador como parte de deforestación, ha generado información histórica sobre la deforestación en el territorio ecuatoriano presentándola como información oficial publicada a partir del año 1990 hasta el año 2014, como una contribución para el proyecto quinquenal global “Global Forest Resources Assessment” (FAO 2015). Dentro este proyecto, el informe de Ecuador (FAO 2014) ha reportado tasas anuales de deforestación para los periodos: 1990-2000, 2000-2008, 2008-2014, con tasas de pérdida en 92 787 ha; 77742 ha y 47497 ha por año, respectivamente.

Sin embargo, aunque estas cifras demuestran una disminución en la tasa de deforestación, poco se conoce de los patrones espaciales de la deforestación en la región Andina y particularmente los relacionados con la topografía. De esta manera, validando la información generada por el estado ecuatoriano y con el fin de conocer patrones de deforestación a escala local en un área de importancia hidrológica dentro del cantón Cuenca, se desarrolló el presente análisis, cuyo objetivo planteado fue el de determinar las tasas de deforestación en dos periodos cronológicos: 1990 - 2000; 2000 – 2014 y su relación con la altitud y topografía, en un paisaje agrícola a nivel local en el Sur del Ecuador, provincia del Azuay.

MATERIALES Y MÉTODOS

Descripción del área de estudio

El área de estudio forma parte de las áreas de cogestión de la Empresa Pública de Agua Potable – ETAPA. Es una matriz de paisaje agrícola con importantes áreas de bosque, considerados de importancia hidrológica ya que dentro de sus cauces hídricos naturales están instaladas cinco captaciones de agua potable que abastecen a cinco parroquias del Cantón Cuenca. Se encuentra ubicada en el sur del Ecuador provincia del Azuay, cantón Cuenca, en un área agrícola de 150 000 ha (Figura 1).

Ecológicamente está dentro de dos ecosistemas naturales: Bosque siempre verde montano bajo y alto, y vegetación herbácea de páramo, distribuidos altitudinalmente sobre los 2000 msnm (Sierra, 1999). Las temperaturas promedio anuales oscilan entre 6 - 12 °C y precipitaciones promedios anuales entre 800 - 1500 mm (INAMHI, 2014). Los suelos son dominados por el grupo de Andosoles en las partes altas e Inceptisoles en las partes bajas (MAGAP, 2015).

Análisis de la información

Se utilizó la información cartográfica digital generada por el MAE (2012) cuya área mínima de muestreo o digitalización fue de 1 ha. Esto es importante ya que el área mínima se relaciona con la definición de bosque, que considera a los ecosistemas de vegetación arbórea regenerados naturalmente con una superficie mínima de 1 ha (Peralvo & Delgado, 2010).

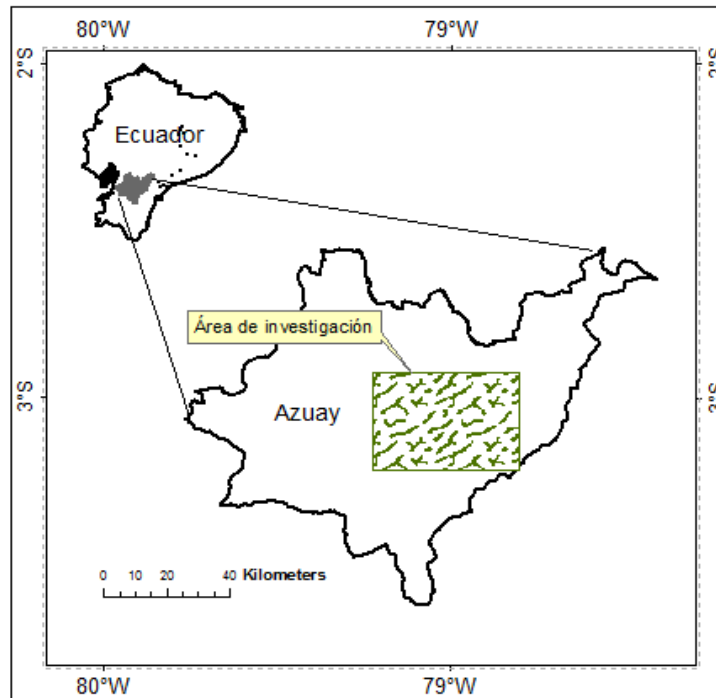


Figura 1. Mapa de ubicación del área de estudio o zona de importancia hidrológica en la Provincia del Azuay.

Para el levantamiento de la cobertura vegetal de los años 1990, 2000 y 2014 el Proyecto Mapa histórico de deforestación del Ministerio del Ambiente aplicó herramientas técnicas y científicas de teledetección para interpretar imágenes satelitales, aplicados anteriormente en algunos estudios similares en contextos tropicales (MAE, 2012; Puyravaud, 2003). Los niveles de análisis de coberturas vegetales fueron levantados con base a la clasificación propuesta por el (IPCC, 2006).

Las capas digitales, como resultado de los procesos de interpretación y análisis fueron descargadas del sitio web <http://patrimonio.ambiente.gob.ec/descargas.php> en el año 2015. Posteriormente, las coberturas vegetales fueron recortadas para el área de estudio. Se diseñaron mapas descriptivos que permitieron conocer visualmente el cambio de la cobertura vegetal y su dinámica en los tres años 1990, 2000 y 2014, correspondientes a dos periodos de estudio: 1990-2000 y 2000-

2014. Se utilizó el programa gvSig, versión 1.11.

Para el análisis de la deforestación se consideraron dos coberturas vegetales naturales: 1) el bosque (nativo) y 2) vegetación nativa combinada de: bosque + vegetación arbustiva y herbácea, representada por bosques secundarios y páramos; los bosques secundarios en etapa de sucesión temprana. Con las superficies de las coberturas en los tres años se calculó la deforestación y sus respectivas tasas para los dos periodos de estudio. También se realizó un análisis general de cambio de cobertura vegetal, de natural a antrópica y viceversa.

Seguidamente se elaboró un modelo de elevación digital MED con una resolución de 100 metros. A partir del MED se elaboraron capas temáticas de altitud y pendientes, que se constituyeron en los escenarios principales de evaluación y análisis. La capa de altitud fue reclasificada en dos categorías: 1) < 2500

msnm y 2) > 2500 msnm. La capa de pendiente en tres categorías: 1) 0 - 50%; 2) 50 – 100% y 3) > 100%. Se recortó para el límite del área de estudio y capas temáticas generadas tanto de altitud y pendiente la cobertura vegetal nacional de los años correspondientes a los periodos de estudio. Posteriormente se comparó y analizó la deforestación entre los dos periodos de estudio. Adicionalmente se comparó y estableció patrones de deforestación entre las categorías de pendiente y altitud. Para los cálculos de deforestación y sus tasas se utilizó las ecuaciones propuestas por Puyravaud (2003). Este análisis nos

permitió analizar la pérdida de cobertura vegetal bajo dos variables topográficas, en un área de importancia hidrológica inmersa dentro de un contexto agrícola ganadero en la provincia del Azuay.

RESULTADOS

La cobertura vegetal bosque fue disminuyendo secuencialmente en los tres años evaluados (Figura 2). La cobertura bosque + vegetación arbustiva y herbácea entre los años 1990 - 2000 se incrementó considerablemente, pero disminuyó muy intensamente en 2000 - 2014 (Tabla 1).

Tabla 1. Superficies de las coberturas vegetales registrados cronológicamente para el área estudio, en zonas de importancia hidrológica en la Provincia del Azuay.

Coberturas	1990	2000	2014
Bosque (ha/año)	31944,2	29676,1	23962,1
Bosque + Vegetación arbustiva y herbácea (ha/año)	85234,9	92061,6	62909,0

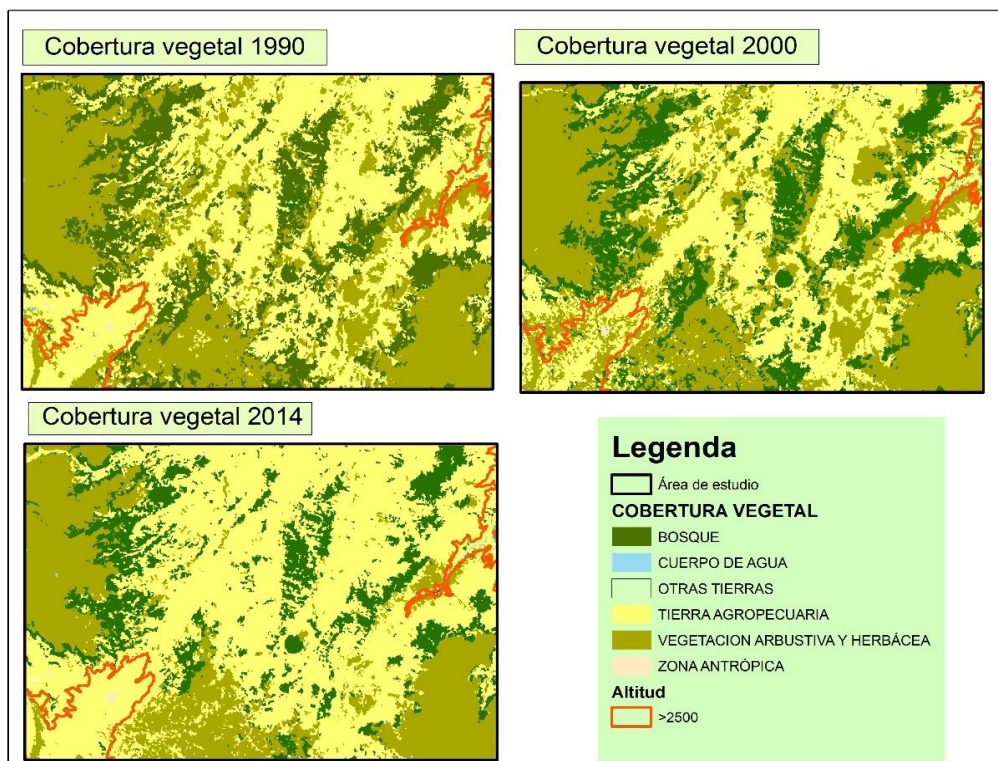


Figura 2. Mapas de coberturas vegetales en tres años cronológicos para el área de importancia hidrológica, Provincia del Azuay.

Deforestación en el área de estudio

En la cobertura bosque la deforestación fue negativamente inferior en el segundo

periodo de análisis frente al primer periodo (Tabla 2). En las coberturas bosque + vegetación arbustiva y herbácea en el

primer periodo se registran incrementos en superficie > 600 ha. No obstante, en el segundo periodo de análisis registran pérdidas importantes, superiores a 2000 ha (Tabla 2).

El cambio de uso de bosque a vegetación arbustiva y herbácea (Bos-VAH) presentó mayores valores de pérdida (> 5000 has) durante el periodo 1990 – 2000 (Figura 3a). En este mismo periodo de análisis, el cambio de uso de tierras agrícolas a

vegetación arbustiva y herbácea (TA-VAH) registró los mayores valores. Durante el periodo 2000 - 2014 los cambios de pérdidas fueron más intensos. Aquí, el cambio de vegetación arbustiva y herbácea a tierras agrícolas (VAH-TA) presentó mayores valores con grandes superficies > 20 000 ha de pérdida (Figura 3b). En este periodo las superficies recuperadas a vegetación natural dentro de las dos coberturas analizadas son bajas < 2000 has.

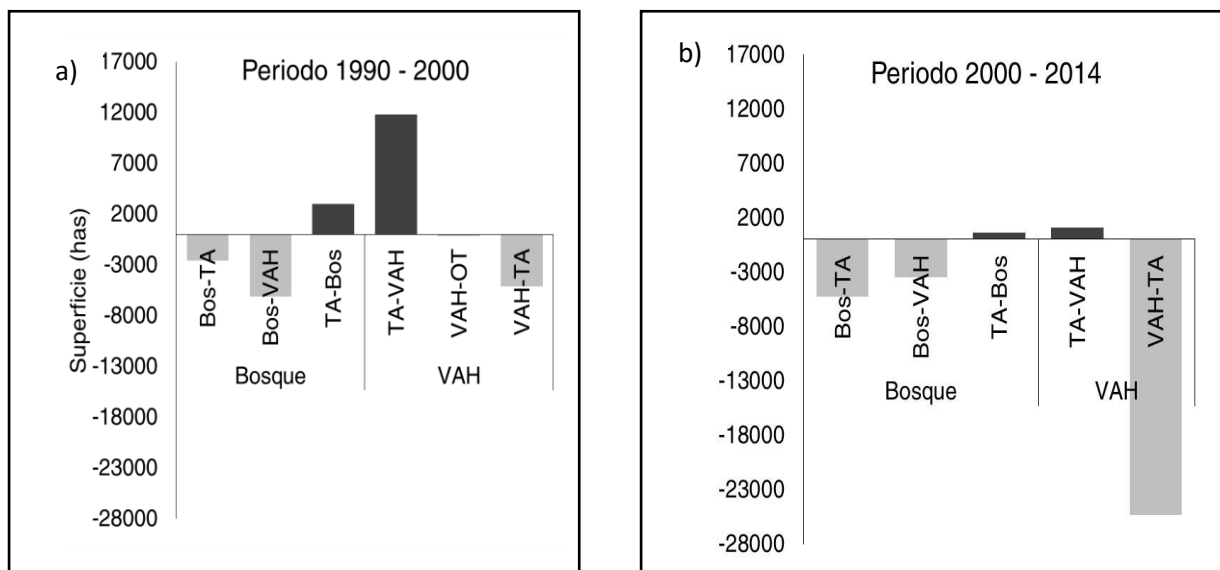


Figura 3. Valores totales de ganancias (valores positivos) y pérdidas (valores negativos) de superficie para las coberturas vegetales con superficies mayores a 100 ha. Bos: Bosque; TA: tierras agrícolas; VAH: vegetación arbustiva y herbácea.

Deforestación y altitud

La superficie total registrada en la primera categoría de altitud (≤ 2500 msnm) fue de 9875 ha y 141142 ha en la segunda categoría (> 2500 msnm). En la primera categoría (parte baja altitudinalmente), la cobertura de bosque se incrementó en pequeñas superficies durante el primer periodo de análisis, contradictoriamente al segundo periodo donde disminuyó, presentando una tasa de deforestación de -0,6% (Tabla 2). Bajo esta misma

cobertura, la deforestación fue superior en el segundo piso altitudinal, durante el segundo periodo de análisis. Considerando las coberturas de bosque + vegetación arbustiva y herbácea en los dos pisos altitudinales se registraron ganancias en el primer periodo de análisis (1990 - 2000) con 0,8 y 0,1%. No así en el segundo periodo (2000-2014) donde disminuyeron notablemente (-0,8% y -0,3%) (Tabla 2).

Tabla 2. Deforestación y tasas para los periodos de análisis 1990-2000 y 2000-2014, en dos tipos de cobertura vegetal y dos categorías de altitud en el cantón Cuenca.

Coberturas – categorías de altitud	Periodos de análisis			
	1990-2000		2000-2014	
	Deforestación (ha/año)	Tasa (%)	Deforestación (ha/año)	Tasa (%)
Bosque	-226,8	-0,1	-571,4	-0,2
Bosque + Vegetación arbustiva y herbácea	682,7	0,1	-2082,3	-0,3
Bosque (\leq 2500 msnm)	13,8	1,0	-15,4	-0,6
Bosque ($>$ 2500 msnm)	-240,7	-0,1	-556,0	-0,2
Bosque + Vegetación arbustiva y herbácea (\leq 2500 msnm)	174,7	0,8	-309,4	-0,8
Bosque + Vegetación arbustiva y herbácea ($>$ 2500 msnm)	506,8	0,1	-1859,0	-0,3

Deforestación y pendiente

La superficie registrada en la primera categoría de pendiente entre 0-50% fue de 122 860 has, en la segunda categoría 50-100% de 26600 ha y en la tercera con $>$ 100% fue de 1460 ha. El bosque, en las categorías de pendientes: 0-50% y 50-100% presentó pérdidas en su cobertura con mayores valores para el segundo periodo de análisis

(Tabla 3). En la tercera categoría de pendiente $>$ 100% se registró pérdidas leves en el segundo periodo de análisis. Las coberturas naturales bosque + vegetación arbustiva y herbácea solo registraron pérdidas leves de superficie en el segundo periodo de análisis en las tres categorías de pendiente, registrando tasas de deforestación negativas de -0,3%; -0,3%; -0,2%, respectivamente (Tabla 3).

Tabla 3. Deforestación y tasas para los periodos de análisis 1990-2000 y 2000-2014, en dos tipos de cobertura vegetal y tres categorías de pendiente, en áreas de importancia hidrológica en el cantón Cuenca.

Coberturas – categorías de pendientes	Periodos de análisis (años)			
	1990-2000		2000-2014	
	Deforestación (ha/año)	Tasa (%)	Deforestación (ha/año)	Tasa (%)
Bosque - 0-50%	-188,2	-0,1	-286,6	-0,2
Bosque - 50-100%	-39,7	0,0	-89,9	-0,2
Bosque - $>$ 100%	1,2	0,0	-5,5	-0,1
Bosque + Vegetación arbustiva y herbácea - 0-50%	478,6	0,1	-1552,7	-0,3
Bosque + Vegetación arbustiva y herbácea - 50-100%	189,7	0,1	-411,6	-0,3
Bosque + Vegetación arbustiva y herbácea - $>$ 100%	13,9	0,1	-18,1	-0,2

En el bosque (Figura 3a) la deforestación registrada, aunque leve < 500 ha/año, fue mayor en los sitios de mayor altitud en los dos periodos de análisis. Considerando la cobertura bosque + vegetación arbustiva y herbácea (Figura 3b) durante el periodo 1900-2000 se registró mayores incrementos en sitios de mayor altitud. Opuestamente, en esta misma cobertura en el periodo 2000-2014 se registraron altas pérdidas de cobertura vegetal (> 2000 ha) en relación con periodo anterior, en sitios de mayor altitud.

En la cobertura de bosque (Figura 3c) aunque con bajos valores, la deforestación presentó mayor intensidad en los sitios con menor pendiente y similar tendencia en los dos periodos de análisis. Considerando la

cobertura bosque + vegetación arbustiva y herbácea (Figura 3d) en el periodo de análisis 1900-2000 existe mayor recuperación de la cobertura natural en los sitios con menor pendiente. Contrariamente, en el periodo 2000-2014, existe una pérdida de cobertura intensa > 1500 ha, en los sitios con menor pendiente (Figura 3d).

Vegetación arbustiva y herbácea (b, d) comparando categorías de altitud (a, b) y pendientes (c, d) en dos periodos de análisis, en áreas de importancia hidrológica, Provincia del Azuay. Categorías de altitud 1: ≤ 2500 msnm; 2: > 2500 msnm. Categorías de pendientes 1: 0-50%; 2: 50-100%; 3: > 100%

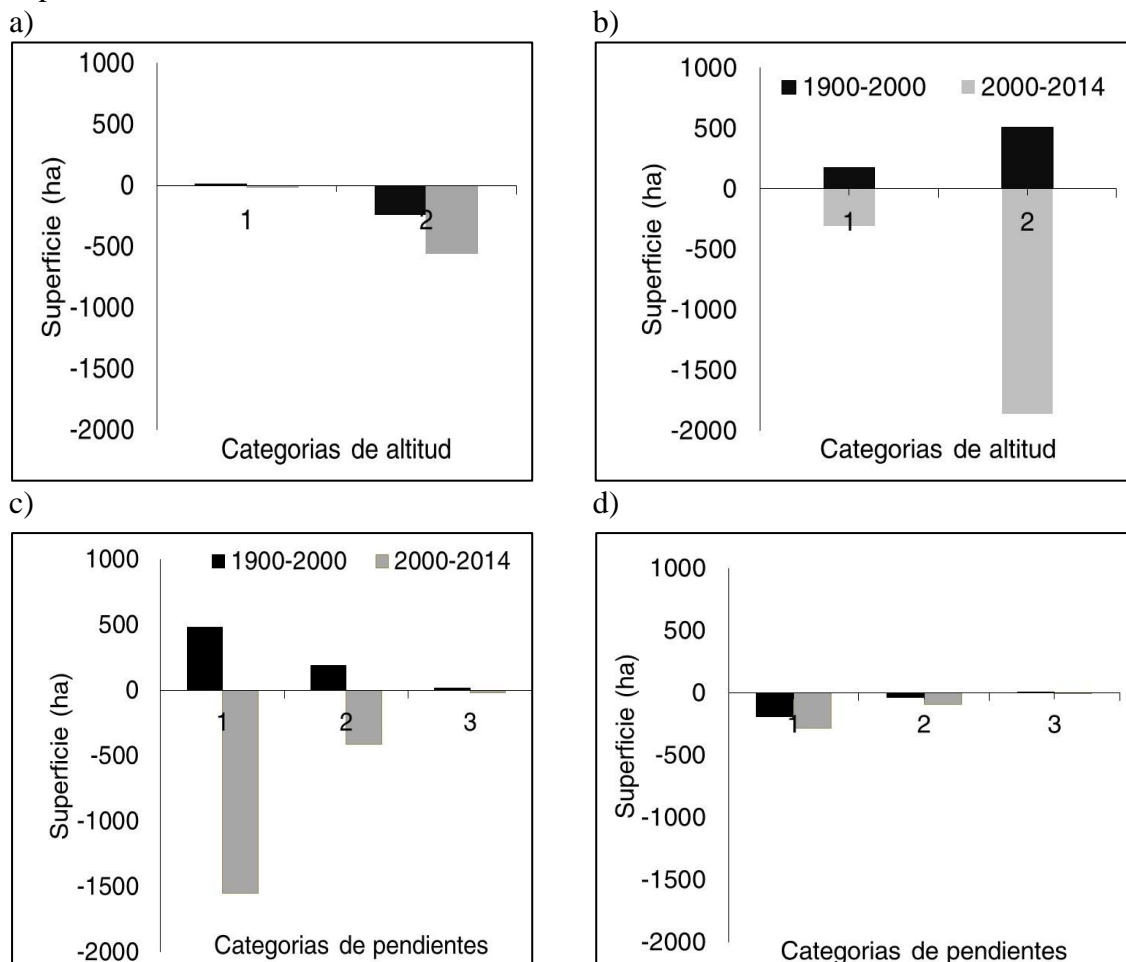


Figura 4. Patrones de deforestación en dos tipos de cobertura natural, Bosque (a, c) y Bosque +

DISCUSIÓN

Las tasas y deforestación obtenidas a nivel local para nuestra área de estudio son bajas en comparación a las tasas nacionales y regionales obtenidas por el Ministerio del Ambiente (MAE, 2012). Ante esta diferencia se torna relevante los análisis locales para tener aproximaciones reales en sitios donde se necesita una eficaz gestión, como son las áreas de importancia hidrológica. Las pérdidas totales de cobertura nativa y su transformación a tierras agrícolas, con mayor intensidad para el segundo periodo de estudio, son los resultados *per se* de la deforestación ligados al avance de la frontera agrícola. Las tierras agrícolas se constituyen espacios destinados a la agricultura y ganadería como lo manifiestan estudios realizados en áreas aledañas en la misma provincia del Azuay (Chacon-Vintimilla, Gagnon, Paré, & Proulx, 2003). También se registran incrementos en la vegetación nativa combinada con mayor intensidad en el primer periodo de análisis, proveniente de tierras agrícolas. Esto posiblemente esté ligado al abandono con mayor o menor intensidad de estas tierras por factores comunes del contexto andino tropical como, la agricultura itinerante, degradación de suelos en áreas de cultivo y también la migración (Gray, 2009; Jokisch, 2002) cuyos factores son bastante comunes en el contexto de estudio.

Históricamente el sector agropecuario en el Ecuador ha estado condicionado a incursionar dentro de la deforestación para emprender actividades agropecuarias, amparado institucionalmente mediante la Ley de Reforma Agraria (De Zaldívar, 2008; Redclift, 1978). Actividades de tala dirigidos a la implementación de cultivos, era la dinámica de cambio de uso del suelo que permitía acceder a la legalidad de los territorios ocupados (Gray, 2009). En ese entonces las áreas taladas dentro de los espacios ocupados denominados terrenos baldíos estaban cercanos a los pueblos, a

las escasas y precarias vías de comunicación terrestre y a fuentes de agua, que por lo general estaban presentes en las partes bajas dentro de las unidades de manejo o fincas. Estos postulados concuerdan con los resultados obtenidos por Cropper, Puri, Griffiths, Barbier, and Burgess (2001) y Freitas, Hawbaker, and Metzger (2010) quienes afirman que la deforestación tiene una asociación positiva con la corta distancia a caminos y la alta densidad vial dentro de las áreas rurales. En Ecuador, en las décadas de los 40 la red vial era muy reducida (Carvajal, 1950) por lo tanto, las partes altas de las fincas con mayor dificultad de acceso no eran deforestadas.

En los periodos evaluados la deforestación presentó mayores resultados en la segunda categoría de altitud, es decir en los sitios más altos. Factores reportados en otros países de la región andina como la apertura de vías (Locklin & Haack, 2003) crecimiento poblacional y demanda de alimentos, posiblemente estaría incidiendo sobre este patrón de deforestación (Etter *et al.*, 2006). En nuestro escenario de estudio están inmersas áreas de páramo que son considerados uno de los ecosistemas más frágiles del mundo, por lo que actividades antropogénicas causarían pérdidas irremediables en la funcionalidad de este ecosistema (Buytaert *et al.*, 2006; Stadel, 2005).

La deforestación registró los mayores valores en los sitios de menor pendiente por lo tanto existe una asociación negativa entre deforestación y pendiente. Este ha sido un patrón histórico ya que las áreas deforestadas con fisiografías bajas y moderadas han permitido al agricultor emprender sus actividades agrícolas legales con mayor facilidad y menor riesgo, especialmente la ganadería como es común en nuestro contexto de estudio (Delgado & Zarate, 2002). Así mismo estos resultados coinciden con los postulados de Gavier and Bucher (2004) y

Leguía Aliaga, Villegas Quino, and Aliaga Lordemann (2011) sobre estudios realizados en otros lugares andinos sudamericanos. Sin embargo, no es común en sitios donde se practican cultivos ilegales, documentándose aquí, las mayores tasas de deforestación en áreas con fuertes pendientes, baja densidad y poco acceso a caminos (Armenteras *et al.*, 2011).

CONCLUSIONES

Los resultados demuestran mayores tasas de deforestación para el segundo periodo de análisis (2000 – 2014) con las coberturas bosque + vegetación arbustiva y herbácea. Esto da a conocer incidencias reales y actuales de deforestación, aunque existe un régimen forestal regulatorio. La deforestación asociada positivamente con la altitud marca la dinámica del desarrollo rural, basado en el crecimiento de infraestructura, especialmente con vías de comunicación terrestre que facilitan el acceso y extracción de recursos. La deforestación asociada negativamente con las clases superiores de pendientes, ratifica la dinámica del uso del suelo en paisaje agrícolas donde se requiere de terrenos con topográficas moderadas para desarrollar eficientemente actividades agrícolas y ganaderas. Finalmente, aunque el tema de regulación e incentivos no fue motivo de este análisis, vale la pena mencionar que actividades ligadas positivamente al manejo y conservación de la vegetación, se deberían enfocar y vincular a los actores locales en las áreas de mayor incidencia. Esto permitirá disminuir las tasas de deforestación, y garantizar la existencia y funcionalidad a perpetuidad de los ecosistemas forestales, especialmente en zonas de importancia hidrológica como lo es nuestra área de estudio.

REFERENCIAS

Armenteras, D., Rodríguez, N., Retana, J., & Morales, M. (2011). *Understanding deforestation in montane and lowland*

forests of the Colombian Andes. Regional Environmental Change, 11(3), 693-705.

Ataroff, M., & Rada, F. (2000). *Deforestation impact on water dynamics in a Venezuelan Andean cloud forest. AMBIO: A Journal of the Human Environment*, 29(7), 440-444.

Barraclough, S. L., & Ghimire, K. B. (2013). *Agricultural expansion and tropical deforestation: International trade, poverty and land use: Routledge.*

Brandt, J. S., & Townsend, P. A. (2006). *Land use–land cover conversion, regeneration and degradation in the high elevation Bolivian Andes. Landscape Ecology*, 21(4), 607-623.

Buytaert, W., Célleri, R., De Bièvre, B., Cisneros, F., Wyseure, G., Deckers, J., & Hofstede, R. (2006). *Human impact on the hydrology of the Andean páramos. Earth-Science Reviews*, 79(1), 53-72.

Carvajal, F. (1950). *Ecuador: la evolución de su economía 1950-2008. estado del país*, 95.

Cropper, M., Puri, J., Griffiths, C., Barbier, E. B., & Burgess, J. C. (2001). *Predicting the location of deforestation: The role of roads and protected areas in North Thailand. Land Economics*, 77(2), 172-186.

Chacon-Vintimilla, G., Gagnon, D., Paré, D., & Proulx, D. (2003). *Impacto de la deforestación, pastizales, plantaciones de Eucalipto y Pino en suelos de bosque montano alto, en la Sierra Sur del Ecuador. Revista de Investigaciones de la Universidad del Azuay*, 11, 19-34.

De Zaldívar, V. (2008). *From agrarian reform to ethnodevelopment in the highlands of Ecuador. Journal of Agrarian Change*, 8(4), 583-617.

Delgado, O., & Zarate, E. (2002). *Los páramos de Azuay y Cañar. UNIVERSIDAD-VERDAD*, 197.

Etter, A., McAlpine, C., Wilson, K., Phinn, S., & Possingham, H. (2006). *Regional patterns of agricultural land use and deforestation in Colombia.*

- Agriculture, Ecosystems & Environment, 114(2), 369-386.
- Faminow, M. D. (1998). Cattle, deforestation and development in the Amazon: an economic, agronomic and environmental perspective: Cab International.
- FAO. (2015). *Evaluación de los recursos forestales mundiales 2015*. Informe Nacional, Ecuador. Retrieved from Roma:
- Freitas, S. R., Hawbaker, T. J., & Metzger, J. P. (2010). *Effects of roads, topography, and land use on forest cover dynamics in the Brazilian Atlantic Forest*. Forest Ecology and Management, 259(3), 410-417.
- Gavier, G. I., & Bucher, E. H. (2004). *Deforestación de las Sierras Chicas de Córdoba (Argentina) en el período 1970-1997* (Vol. 101): Academia nacional de ciencias Córdoba.
- Geist, H. J., & Lambin, E. F. (2002). *Proximate Causes and Underlying Driving Forces of Tropical Deforestation Tropical forests are disappearing as the result of many pressures, both local and regional, acting in various combinations in different geographical locations*. BioScience, 52(2), 143-150.
- Goerner, A., Gloaguen, R., & Makeschin, F. (2007). *Monitoring of the Ecuadorian mountain rainforest with remote sensing*. Journal of Applied Remote Sensing, 1(1), 013527-013527-013512.
- Gray, C. L. (2009). *Environment, land, and rural out-migration in the southern Ecuadorian Andes*. World Development, 37(2), 457-468.
- Horgan, F. G. (2005). *Effects of deforestation on diversity, biomass and function of dung beetles on the eastern slopes of the Peruvian Andes*. Forest Ecology and Management, 216(1), 117-133.
- INAMHI. (2014). *Anuario Meteorológico n° 51-2011: Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología*.
- IPCC. (2006). *IPCC guidelines for national greenhouse gas inventories: Intergovernmental Panel on Climate Change*.
- Jokisch, B. D. (2002). *Migration and agricultural change: The case of smallholder agriculture in highland Ecuador*. Human Ecology, 30(4), 523-550.
- Keating, P. L. (1997). *Mapping vegetation and anthropogenic disturbances in southern Ecuador with remote sensing techniques: implications for park management*. Paper presented at the Yearbook. Conference of Latin Americanist Geographers.
- Leguía Aliaga, J. D., Villegas Quino, H., & Aliaga Lordemann, J. (2011). *Deforestación en Bolivia: una aproximación espacial*. Revista Latinoamericana de Desarrollo Económico (15), 7-44.
- Locklin, C. C., & Haack, B. (2003). *Roadside measurements of deforestation in the Amazon area of Bolivia*. Environmental management, 31(6), 774-783.
- MAE. (2012). *Línea Base de Deforestación del Ecuador Continental*. Retrieved from Quito - Ecuador:
- MAGAP. (2015). *Manual de procedimientos de Geopedología*. Proyecto de levantamiento de cartografía temática a escala 1:25000, Lotes 1 y 2: Ministerio de Agricultura y Ganadería.
- Pacheco, P. (2006). *Agricultural expansion and deforestation in lowland Bolivia: the import substitution versus the structural adjustment model*. Land Use Policy, 23(3), 205-225.
- Peralvo, M., & Delgado, J. (2010). *Metodología para la generación del Mapa de Deforestación Histórica*. Quito - Ecuador, Ministerio del Ambiente y CONDESAN. In MAE (Ed.), Protocolo metodológico para la generación del Mapa de Deforestación Histórica en el Ecuador continental (pp. 28). Quito, Ecuador.

- Peres, C. A., Gardner, T. A., Barlow, J., Zuanon, J., Michalski, F., Lees, A. C., Feeley, K. J. (2010). *Biodiversity conservation in human-modified Amazonian forest landscapes*. *Biological Conservation*, 143(10), 2314-2327.
- Puyravaud, J.-P. (2003). *Standardizing the calculation of the annual rate of deforestation*. *Forest Ecology and Management*, 177(1), 593-596.
- Redclift, M. R. (1978). *Agrarian reform and peasant organization on the Ecuadorian coast: Athlone Press for the Institute of Latin American Studies*.
- Roa-García, M., Brown, S., Schreier, H., & Lavkulich, L. (2011). *The role of land use and soils in regulating water flow in small headwater catchments of the Andes*. *Water resources research*, 47(5).
- Sierra, M. (1999). *Propuesta preliminar de un sistema de clasificación de vegetación para el Ecuador continental: Proyecto Inefan/Gef-Birf y Ecociencia*.
- Skole, D., & Tucker, C. (1993). *Tropical deforestation and habitat fragmentation in the Amazon. Satellite data from 1978 to 1988*. *Science(Washington)*, 260(5116), 1905-1910.
- Stadel, C. (2005). *Agricultural and settlement frontiers in the tropical Andes: The páramo belt of northern Ecuador, 1960-1990*. *Mountain Research and Development*, 25(4), 386-387.
- Steininger, M. K., Tucker, C. J., Townshend, J. R., Killeen, T. J., Desch, A., Bell, V., & Ersts, P. (2001). *Tropical deforestation in the Bolivian Amazon*. *Environmental conservation*, 28(02), 127-134.
- Vanacker, V., Vanderschaeghe, M., Govers, G., Willems, E., Poesen, J., Deckers, J., & De Bievre, B. (2003). *Linking hydrological, infinite slope stability and land-use change models through GIS for assessing the impact of deforestation on slope stability in high Andean watersheds*. *Geomorphology*, 52(3), 299-315.
- Wasserstrom, R., & Southgate, D. (2013). *Deforestación, reforma agraria y desarrollo petrolero en Ecuador, 1964-1994*.