

ESTUDIO INTEGRADO DEL GRADO DE ANTROPIZACIÓN (INRA) A ESCALA DEL PAISAJE: PROPUESTA METODOLÓGICA Y EVALUACIÓN.

WILLIAM ANDRÉS MARTÍNEZ DUEÑAS
Biólogo-Investigador
Convenio COLCIENCIAS-Universidad del Cauca
Grupo de Investigaciones ANTROPOS
Vicerrectoría de Investigaciones
UNIVERSIDAD DEL CAUCA – COLOMBIA
Carrera 2 No. 1A-25 urbanización Caldas
Tel: 01157- 28 209800 ext. 2618
Fax: 01157- 28 209860
Email: wmarti@unicauca.edu.co y necrobichos@hotmail.com
Popayán – Colombia

RESUMEN

El estudio del impacto antrópico sobre los ecosistemas y sus efectos se han abordado desde múltiples perspectivas que evalúan aspectos biológicos, físicos y socioeconómicos, entre otros; no obstante estas perspectivas son abordadas individualmente con enfoques meramente descriptivos y poco integrados y usualmente empleando tecnologías y conceptos de acceso restringido.

Sin embargo, tener una idea del ambiente antrópico desde la escala del paisaje, puede tener implicaciones que van, desde la comprensión de esta nueva fuerza forjadora del paisaje terrestre, el ser humano (y el correspondiente desarrollo de la noosfera), hasta la planificación de aspectos relacionados con el desarrollo de las sociedades humanas, como ordenamiento territorial y uso, manejo y conservación del espacio, desde un punto de vista durable y equitativo que propenda por el bienestar de las comunidades, la humanidad y la vida en general.

Teniendo en cuenta la necesidad de estudiar de manera sistemática, comparativa, cuantitativa y cualitativa la modificación antrópica de los ecosistemas desde una visión integral (inicialmente desde las ciencias naturales) y a partir de tecnologías de fácil acceso y comprensión, que no excluyan sectores sociales, se plantea el *Índice*

iNtegrado Relativo de Antropización (INRA), que es una medida de la antropización que integra, tanto los aspectos urbanísticos, como las coberturas vegetales y otro tipo de coberturas y usos del suelo identificables en una unidad del paisaje.

Este índice permite entender la antropización de manera cuantitativa y cualitativa (cartografía temática de fácil comprensión) como un mosaico o un gradiente de ecosistemas con diferentes grados de modificación antropogénica.

En esta ponencia se presenta un primer aporte a nivel conceptual y metodológico sobre la antropización y se expone como esto puede tener trascendencia en campos tan diversos como el ordenamiento territorial, construcción participativa de éticas ambientales, desarrollo durable y evaluación del efecto de las actividades humanas sobre los sistemas bióticos. Además permitirá estudiar la evolución y los patrones de desarrollo de los paisajes y ecosistemas antropogénicos, el recurso común biofísico en el cual nos encontramos inmersos y que está siendo forjado por la mente humana.

Para evaluar la eficacia y coherencia del INRA, se aplicó este a una franja de paisaje interandino (Popayán- Colombia, 1700-1900 msnm). Este análisis se basó en la interpretación de fotografías aéreas de la zona y se hizo de manera manual, obteniendo valores y cartografías sobre la antropización de la zona. Con el fin de verificar la correspondencia de este análisis a escalas y emergencias inferiores, se realizó una evaluación a nivel de microhábitat y se analizó desde la aproximación jerárquica; También se experimentó como este índice puede mostrar el efecto antropogénico sobre los sistemas biológicos, examinando la relación entre antropización y la abundancia y diversidad de insectos saprófagos, considerados indicadores ambientales, encontrando resultados positivos.

Finalmente se presenta una reflexión sobre el ambiente antropogénico y como la aparente destrucción de hábitats, puede traer consigo la construcción de nuevos, con posibilidades de durabilidad autónoma, evidenciando la posibilidad de aprender de las

configuraciones que de manera azarosa han sobrevivido el paso del tiempo y han perpetuado por décadas el bienestar de las comunidades y la biota que ahí habitan.

INTRODUCCIÓN

El ser humano, es un animal de aparición reciente en la tierra, trae junto con su capacidad para crear la capacidad de modificar drásticamente el paisaje, que sumado a esa característica impalpable que lo identifica, la cultura, lo hace capaz de modificar el ambiente donde habita, casi de la misma manera como lo hacen las fuerzas geológicas¹.

Esta drástica modificación del ecosistema, es determinante en la configuración especial de la biota (Lobo, 2000) y en la aparición de nuevos hábitats (Martínez, 2003) que son ocupados por los denominados organismos sinantrópicos (Mariluis, 1999; James y Harwood, 1969).

Para estudiar el efecto de ese cambio de los ecosistemas por acción humana sobre los diversos sistemas biológicos, es necesario desarrollar un método sistemático, comparativo y cuantitativo, que permita establecer el efecto de la antropización sobre los diferentes elementos de los ecosistemas. Es por esto que este documento pretende mediante la propuesta de un método para medir la antropización y la aplicación de este a un caso específico, poder contribuir a suplir dicha necesidad.

¹"En 1945, Vernadski presentó el concepto del noosfera, la emergente fase histórica de la tierra dónde el hombre se ha desarrollado como la fuerza geológica dominante, el principal factor forjador del paisaje, así como la vida se había tornado en una nueva e importante fuerza geológica que formó la cara de la tierra en el Precámbrico tardío" (Brandt, 2000,: 184)."

"In 1945, Vernadski presented the concept of the noosphere, the emerging historical phase of the earth, where man developed as the dominating geological force, the main landscape forming factor, just as life had developed as a new and important geological force forming the face of the earth from the late Precambrian (Brandt, 2000: 184)".

Antropización

Un concepto clave en el desarrollo de este documento y la investigación correspondiente, es el de antropización. Al hacer una revisión bibliográfica sobre este, se encuentra que a pesar de que es frecuente encontrar artículos donde se trata de la influencia de factores antropogénicos sobre diversos sistemas biológicos, (Wear et al., 1998; Reynaud y Thioulouse, 2000; Limburg y Schmid, 1990; Blair, 1999; McDonnell y Pickett, 1990; Halffter y Arellanos, 2001; Lobo y Morón 1993) no se menciona una definición clara y precisa para el concepto de antropización, hecho que puede estar relacionado con la ausencia de una medida integrada y cuantitativa de este fenómeno, el cual solo se ha tratado de una manera cualitativa o con base en factores indicadores, más no como la modificación antrópica del paisaje en conjunto.

Una aproximación a lo que intuitivamente entiende el que escribe sobre este concepto es el de hemerobia (*hemeroby*), que hace referencia al impacto de las intervenciones humanas en los ecosistemas (medida de la influencia antrópica) (Steinhardt, et al., 1999); de otro lado, en los estudios de gradientes urbano-rurales, donde es claro que se trata el impacto humano sobre el ecosistema y/o sus componentes, se propone como indicador clave de este impacto a la urbanización, que hace referencia a una medida de la cantidad de habitaciones humanas en un área, que se presenta a manera de gradiente, es decir, un ordenamiento espacial que va de un valor mayor a uno menor o viceversa (McDonnell y Pickett, 1990),

A partir de la anterior observación y teniendo en cuenta que el concepto de antropización es un elemento fundamental en este documento, se entenderá, como *el grado de modificación de un ecosistema original por efectos antropogénicos, sumado a la dificultad que esa modificación representa para que el ecosistema se regenere y a la cantidad de elementos antropogénicos que contenga*².

² Esto último se plantea, debido a que es más parsimonioso pensar en el proceso por el cual un ecosistema modificado por el hombre para efectos agrícolas se regenere, que un ecosistema densamente urbanizado. Además, un sector urbano tiene más elementos antropogénicos (entiéndase

El objetivo de este trabajo es desarrollar y evaluar un método que permita medir la antropización de un paisaje desde las técnicas de la percepción remota de una manera eficiente y sencilla, que de paso a entender, de manera numérica y grafica, un área como un mosaico de ecosistemas con diferentes grados de antropización o como un gradiente antrópico.

Sobre como se ha abordado la antropización en estudios faunísticos y del paisaje

Una medida aproximada a la que se necesitaba para esta investigación, es el índice de hemerobia (*Hemeroby index*) (Steinhart, et al., 1999), el cual trata diferentes grados de intervención antrópica de los ecosistemas y arroja un valor numérico inherente a dicha modificación, no obstante este no se adapta al modelo que se propone en este documento, ya que no provee un diseño metódico del tipo rejilla de celdas el cual permite la correlación entre las variables que se miden dentro de cada celda; además, la implementación de este índice requiere de tecnologías complejas y de un grado de conceptualización mucho mas profundo y especializado que el de la medida que aquí se presenta.

Otros autores tratan el efecto de la antropización sobre diversos sistemas biológicos de manera cualitativa o con base en algún factor indicador, pero ninguno lo trata de manera integrada, es decir, teniendo en cuenta los diferentes tipos de coberturas y/o usos del suelo que se identifican en el paisaje; por ejemplo, Halffter y Arellano (2001) estudiaron la comunidad de escarabajos estercoleros de un paisaje con diferentes escenarios de cambio antrópico (México), para determinar si existía una respuesta a dicho cambio; estos autores asumen la antropización desde un punto de vista cualitativo de acuerdo con la conservación de coberturas vegetales (conservación de la cubierta arbórea, lo cual ellos asumen como un reflejo de la intensidad de la

antropogénicos no a todos los que el hombre maneja, sino los que aparecieron como novedad evolutiva con él: la tecnología humana). (Morin, 1983; Maya, 2001).

intervención humana) asignando tres valores a la perturbación antrópica (baja, media y alta). De manera mucho más superficial Lobo y Morón (1993), tratan el efecto antrópico sobre las comunidades de coleópteros a lo largo del tiempo en áreas protegidas mexicanas. En los dos anteriores trabajos se menciona la escasez de estudios donde se trate el efecto de la antropización sobre las comunidades biológicas en el trópico, pero en ninguno de ellos se trata de una manera sistemática una medida cuantitativa de la antropización.

Steenmans y Pinborg (2000), diseñaron un índice para medir el grado de fragmentación antropogénica a partir de rejillas de celdas similar al que se propone en este estudio, no obstante, ellos lo limitan a dos tipos de coberturas, una de conectividad sensitiva y otra de conectividad no sensitiva, el resto del paisaje es tratado de una manera neutral, lo cual era de esperarse, pues tratan específicamente la fragmentación, que es solo una de las consecuencias de la antropización, mas no la antropización del paisaje en conjunto; además, estos autores ponderan las coberturas de una manera que no se adapta a las necesidades requeridas para el estudio presentado en este documento.

Otros trabajos donde se trata el efecto de los fenómenos antropogénicos sobre los ecosistemas, son aquellos donde se estudia el efecto de los gradientes urbano-rurales sobre diferentes sistemas o elementos biológicos; por ejemplo, Blair (1999) estudia el efecto de un gradiente urbano-rural sobre aves y mariposas, tomando como punto central del gradiente, un sitio urbanizado a partir del cual se muestrea un área circundante con un radio de 3 km (USA); empleando una metodología similar en el neotrópico (*point-count method*), Reynaud y Thioulouse (2000) estudiaron el cambio de la diversidad de aves a lo largo de un gradiente urbano-rural en Cayenne (French Guiana). Estos dos trabajos clasifican la modificación antropogénica de acuerdo a variables que incluyen aspectos de vegetación y factores físicos como ruido, densidad urbana, incremento poblacional, entre otros, pero su análisis espacial no presenta una metodología que abarca el área de estudio en su totalidad, sino puntos que los autores consideran estratégicos.

Tampoco se encontró una medida adecuada que no requiriera sistemas tecnológicos costosos y de alta complejidad; esto llevó a desarrollar un sistema de medición cuantitativa de la antropización basado en la percepción remota, que es mensurada de manera sistemática, permitiendo correlacionarla con diversas variables; también permite hacer comparaciones entre las unidades de análisis y entender cualquier fragmento del paisaje como un mosaico de ecosistemas con diferentes grados de antropización o como un gradiente antrópico.

MÉTODO PROPUESTO PARA MEDIR LA ANTROPIZACIÓN: ÍNDICE INTEGRADO RELATIVO DE ANTROPIZACIÓN INRA

Para la estimación del grado relativo de antropización se debe partir de fotografías aéreas, imágenes satelitales o de cualquier otro tipo información espacial gráfica que permita identificar las características necesarias para estimar la antropización de un área a estudiar. La escala de trabajo o de resolución puede ser relativa a las necesidades de análisis, al detalle que requiera el investigador o a la compatibilidad con otros análisis.

En primer lugar se deben definir las dimensiones de las unidades análisis (**UA**), es decir, al área a la cual se le va a asignar un valor de antropización. Después de que se han definido las dimensiones de las UA, se debe determinar cuantas de estas unidades se trabajarán y cual es su ubicación espacial en una fotografía aérea, en una imagen satelital o en cualquier otro tipo información espacial gráfica, como cartografías temáticas sobre usos del suelo o coberturas vegetales.

Ya teniendo ubicada la zona a analizar y sus respectivas unidades de análisis, se procede a dividir cada una de éstas en cien partes iguales, las cuales se llamarán subunidades de análisis (**SUA**) (el numero de SUA puede ser definido por el investigador).

El paso a seguir, se enmarca dentro de los análisis de uso de suelo o cobertura del suelo (*land used/land cover*) (Steinhardt, et al., 1999). Se propone trabajar con tres coberturas de base (coberturas definidas con base en las usadas por Linburg y Schmidt, 1990):

- **Urbanas**, que incluyen áreas residenciales, industriales, estériles y pavimentadas.
- **Agrícolas y/o rurales**, que incluyen cultivos, pastizales y tierras de rancho (≅ pastoreo).
- **Bosque**, que incluyen bosques, humedales y corrientes de agua³.

Cuando ya se han definido las coberturas o usos del suelo sobre el área de estudio, se les debe asignar un valor entre cero (0) y uno (1), esto con el fin de darle a cada SUA un valor de antropización parcial, aportando un valor equivalente a la cobertura o uso de suelo a la medida de la antropización de las UA. La determinación de estos valores parciales de antropización es inherente a la zona de estudio, lo que le confiere carácter relativo al INRA.

Después de haber determinado las coberturas y/o usos de suelo y haberles asignado un valor entre cero (0) y uno (1) a cada uno de acuerdo al grado cualitativo de antropización estimado dentro de ellas, se procede asignarle este valor a cada SUA de acuerdo a la cobertura y/o uso de suelo que dentro de ella se identifique.

Ya identificados los valores de antropización para cada SUA, se procede a estimar el grado relativo de antropización por unidad de análisis con base en la siguiente expresión:

$$INRA = \frac{\sum SUA}{100}$$

³ Estas categorías son usadas para un estudio del efecto de un gradiente urbano-rural sobre las comunidades de peces en ríos de New York.

Donde, $\sum \text{SUA}'$ = la sumatoria del valor de antropización parcial de todas las SUA.

El hecho de que se empleen todas las categorías de antropización determinadas a partir de la identificación de los usos de suelo o de coberturas, es lo que le otorga la característica de integrado al INRA.

Correspondencia espacial del INRA

Con el fin de darle correspondencia espacial al INRA, se puede emplear un método sencillo basado en el concepto de unidad pictórica (píxel), donde las SUA y las UA, toman la característica de un píxel o unidad pictórica (textura, color, etc) equivalente al valor o categoría de la antropización determinada dentro de ellas.

APLICACIÓN DEL INRA A UN PAISAJE CON DIFERENTES GRADOS DE ANTROPIZACIÓN

Zona de estudio

El INRA fue evaluado en un sector del valle interandino de río Cauca en la meseta de Popayán (Colombia – Suramérica) (1750 msnm). Según el registro arqueológico y paleoecológico, este valle ha sido modificada por el ser humano desde hace por lo menos 10.000 años, desde la frontera pleistoceno/holoceno (Gnecco, 2000; Gnecco y Mora, 1997), presentándose el periodo agrícola desde hace por lo menos 5.000 años (Behling et al., 1998; Wille et al., 2001), lo cual a generado un mosaico de ecosistemas con diferentes grados de antropización, encontrándose parches de bosque nativo (Sucesión secundaria (Behling et al., 1998; Wille et al., 2001)), sectores rurales dedicados a la ganadería y la agricultura y zonas con diferentes densidades urbanas.

En la figura 1 se presenta un fragmento representativo de este tipo de configuración del paisaje al cual se le aplicó el índice de antropización.

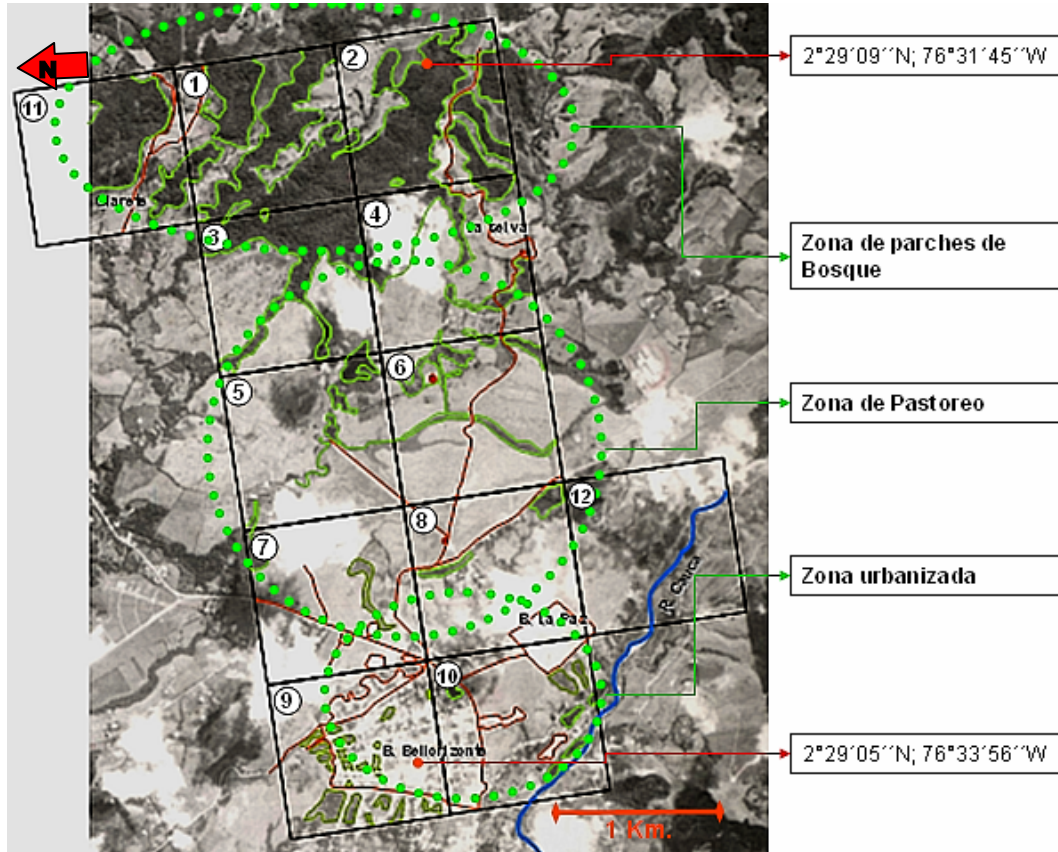


Figura 1. Zona de estudio y unidades de análisis. En rojo se limitan las zonas urbanas y carreteras y en verde las zonas de vegetación arbórea. Fotografía aérea No. 000021, IGAC C-2449 del 20 de Marzo de 1991, escala: 1:60.000.

Para medir la antropización en la zona a estudiar, se eligió una franja rectangular de 12 km² (5 x 10 km aprox.), donde se distinguieron diferentes grados de antropización, lo cual permitirá probar la eficacia del INRA.

Usos y/o coberturas del suelo identificadas

En las fotografías aéreas de la zona de estudio, fue posible diferenciar cinco diferentes usos de suelo, a los cuales se les asignó valores entre 0.00 y 1.00 de acuerdo con el grado de modificación que se distinguió y/o a la cobertura/uso determinada (Tabla 1).

Tabla 1. Valores de antropización parciales y coberturas correspondientes, asignadas a las celdas de 0,01 Km² (SUA) en la zona de estudio que sirvieron de insumo para la cuantificación del INRA.

Categoría	Valor de antropización	Tipo de cobertura identificada
A	0.00	Bosque ¹
B	0.25	Vegetación arbórea sobre drenajes alejados del bosque, y ocasionalmente, vegetación arbórea en huertas caseras ²
C	0.50	Zonas de pastoreo de ganado vacuno
D	0.75	Zona urbana menos densa (menor reflectancia de luz que en la categoría siguiente y presencia de parches de vegetación)
E	1.00	Zona urbana muy densa (zona con mayor reflectancia de luz en la zona de estudio y vegetación no diferenciable)

¹ Parches de bosque probablemente en sucesión secundaria (Wille et al, 2001), con dominancia del dosel por roble (*Quercus* sp.)

² Esta vegetación arbórea sobre los drenajes presentan extensiones en apariencia largas, pero muy angostas, donde no es posible diferenciar un interior de la vegetación de un borde, por esto se diferencia esta cobertura de la denominada bosque, donde si es posible diferenciar un interior de un borde. Las huertas caseras son policultivos de pancojer en pequeñas extensiones de tierra contiguas a lugares de habitación, donde se presentan parches de vegetación arbórea.

Estas categorías se registraron a una resolución de 0,01 Km² (SUA), encontrando los valores para cada UA de cada una de las categorías (Tabla 2). La categoría mas frecuente fue C (0,50), que corresponde a las zonas de pastoreo, ocupando el 65% del total del área de estudio. Este tipo de uso de suelo o cobertura se puede considerar

como la matriz de los otros tipos de coberturas identificados; esta, alcanza sus mayores valores en los cuadrantes C5, C6, C7 y C12, ocupando mas del 80% del total de cada cuadrante (Tabla 2, Figura 2, Figura 3).

La siguiente cobertura más extensa es A (0,00), esta ocupa el 24% del total del área de estudio. Esta cobertura, alcanza sus mayores valores en los cuadrantes C1, C2 y C11, cuadrantes donde se encuentran partes de los fragmentos de bosque, ocupando en cada uno mas del 50% del total de cada cuadrante (Tabla 2, Figura 2, Figura 3).

Para la zona urbana se diferenciaron dos tipos de categorías, que diferirían de acuerdo con la densidad que se podía apreciar en las fotografías aéreas y a la presencia de pequeños parches de vegetación. Entre estas categorías, la mas frecuente fue la identificada con el valor de antropización de 0.75 (D), es decir la menos densa, que ocupó el 8% del total de la zona de estudio y presentó el mayor valor en el cuadrante C9, ocupando el 51% del área del cuadrante. La categoría E (1.00) o mas densamente urbanizada solo ocupó el 1% de la zona de estudio, presentando el mayor valor en el cuadrante C8, en el cual ocupó el 9% (Tabla 2, Figura 2, Figura 3).

La vegetación arbórea sobre drenajes y la vegetación arbórea de huertas caseras (categoría B), ocupó el 3% del área de estudio presentando el mayor valor en el cuadrante C9, donde esta categoría estuvo representada principalmente por vegetación de huertas caseras (Tabla 2, Figura 2, Figura 3).

Tabla 2. Número de celdas de 0.01km² (SUA) ocupadas por cada categoría de antropización identificada en el área de estudio, para cada cuadrante, con los cuales se calculo el I.N.R.A. de las unidades de análisis.

Cuadrante	A (0,00)	B (0,25)	C (0,50)	D (0,75)	E (1,00)
C1	65	0	35	0	0
C2	61	0	39	0	0
C3	43	0	57	0	0
C4	35	0	65	0	0
C5	7	0	93	0	0
C6	18	0	82	0	0
C7	3	3	83	11	0
C8	0	6	81	4	9
C9	0	13	36	51	0
C10	0	8	61	25	6
C11	51	0	49	0	0
C12	0	6	93	1	0
Total	283	36	774	92	15
%	0,24	0,03	0,65	0,08	0,01

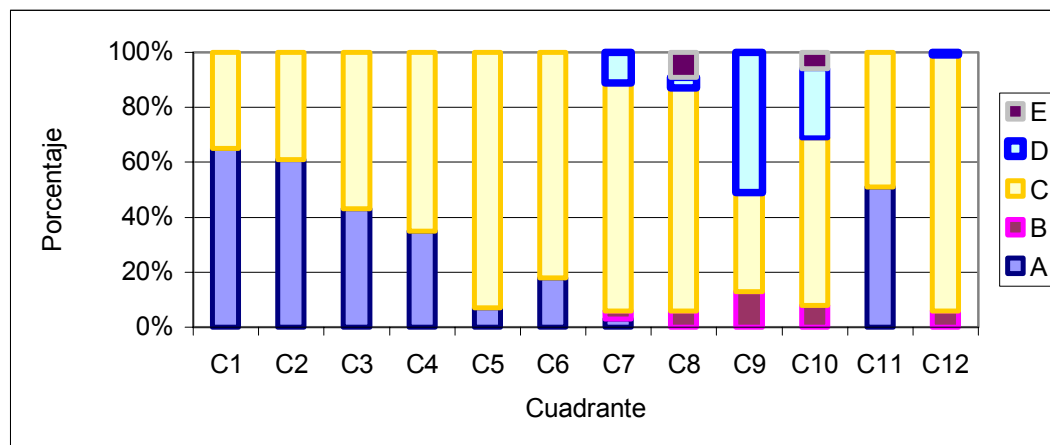


Figura 2. Porcentaje por tipo de antropización (categorías en tabla 1) para cada cuadrante de muestreo.

La información para cada celda de 0,01 Km² (SUA) se presenta en la figura 3, donde se ha asignado un color específico para cada categoría de antropización y de esta manera poder observar la correspondencia espacial de esta información y dar paso al cálculo del grado de antropización (INRA) de las UA de 1 Km².

La figura 3, se puede comparar con la figura 1 (ver también figura 6), para verificar la congruencia de la información presentada en colores a una resolución de 0,01 Km² (SUA) con las fotografías aéreas de aspecto real.

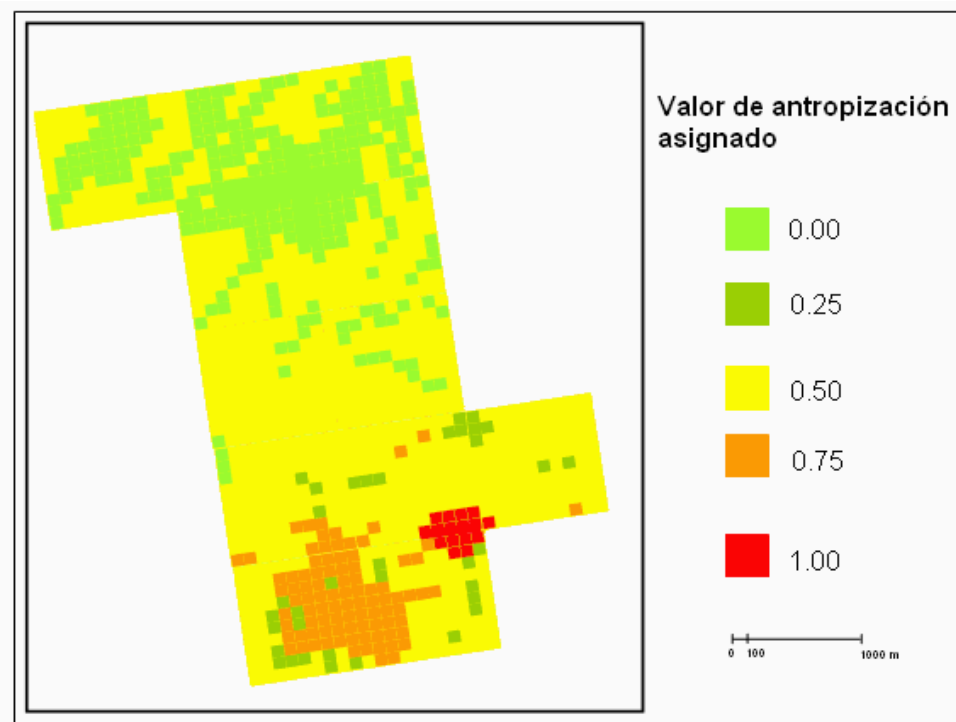


Figura 3. Grados de antropización parciales a una resolución de 0,01 Km² (SUA).

Con base en los valores de antropización parciales para las celdas de 0,01 Km² (SUA) se calculó el INRA para cada cuadrante de 1 Km² (UA) (Tabla 3, Figura 4, Figura 5). Los valores más altos de antropización se encuentran en los cuadrantes C9 (59,50), C10 (57,25), C8 (54,00), C7 (50,50) (Tabla 3, Figura 4, Figura 5), que corresponden a los cuadrantes donde se encuentran las zonas urbanas, el cuadrante C9 presenta el mayor valor, debido a que el 51% de este cuadrante está constituido por zona urbana (Figura 1).

Los valores más bajos de antropización, se encuentran en los cuadrantes C1 (17,50) C2 (19,50), C11 (24,50), C3 (28,50) y C4 (32,50), donde se encuentra el fragmento de

bosque estudiado (Tabla 3, Figura 4, Figura 5). El menor valor de antropización corresponde al cuadrante C1, el cual está constituido en un 65% por bosque (Figura 2, Figura 3).

Los cuadrantes C5, C6 y C12, presentan valores de antropización entre 40 y 50 (Tabla 3, Figura 4, Figura 5), representando el área donde predominan las zonas de pastoreo (más del 80% en cada cuadrante) (Figura 2, Figura 3).

Tabla 3. Grados de antropización (INRA) para cada uno de los cuadrantes de muestreo (UA).

Cuadrante UA	Grado de antropización (INRA)
C1	17,50
C2	19,50
C3	28,50
C4	32,50
C5	46,50
C6	41,00
C7	50,50
C8	54,00
C9	59,50
C10	57,25
C11	24,50
C12	48,75

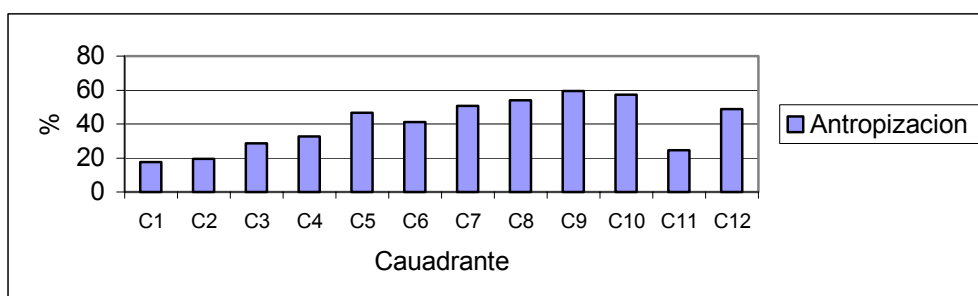


Figura 4. Grado de antropización (INRA) para cada cuadrante de muestreo.

Los grados de antropización encontrados para cada cuadrante de muestreo fueron diferenciados a escala espacial por medio de colores en tonos de verdes y rojos, como se muestra en la figura 5. Los tonos corresponden proporcionalmente al grado de antropización.

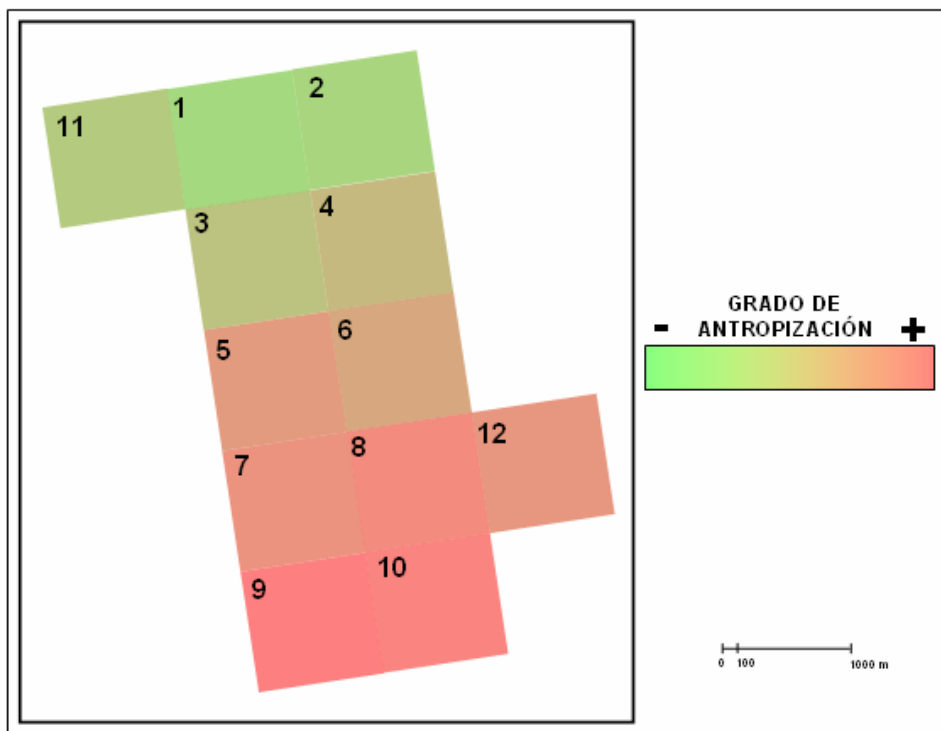


Figura 5. Grados de antropización para cada una de las unidades de análisis (UA).

Finalmente en la figura 6, se muestran los mapas de antropización obtenidos y se compara con la fotografía aérea de la zona, con el fin de mostrar la congruencia del análisis gráfico de la antropización con las fotografías de aspecto real, evidenciando que el procedimiento empleado para medir la antropización (INRA) de las unidades de muestreo es útil y eficiente, permitiendo establecer sencillamente una medida cuantitativa y fiable de la variación espacial de la antropización constituyéndose en una herramienta importante para el estudio del impacto antrópico sobre los ecosistemas.

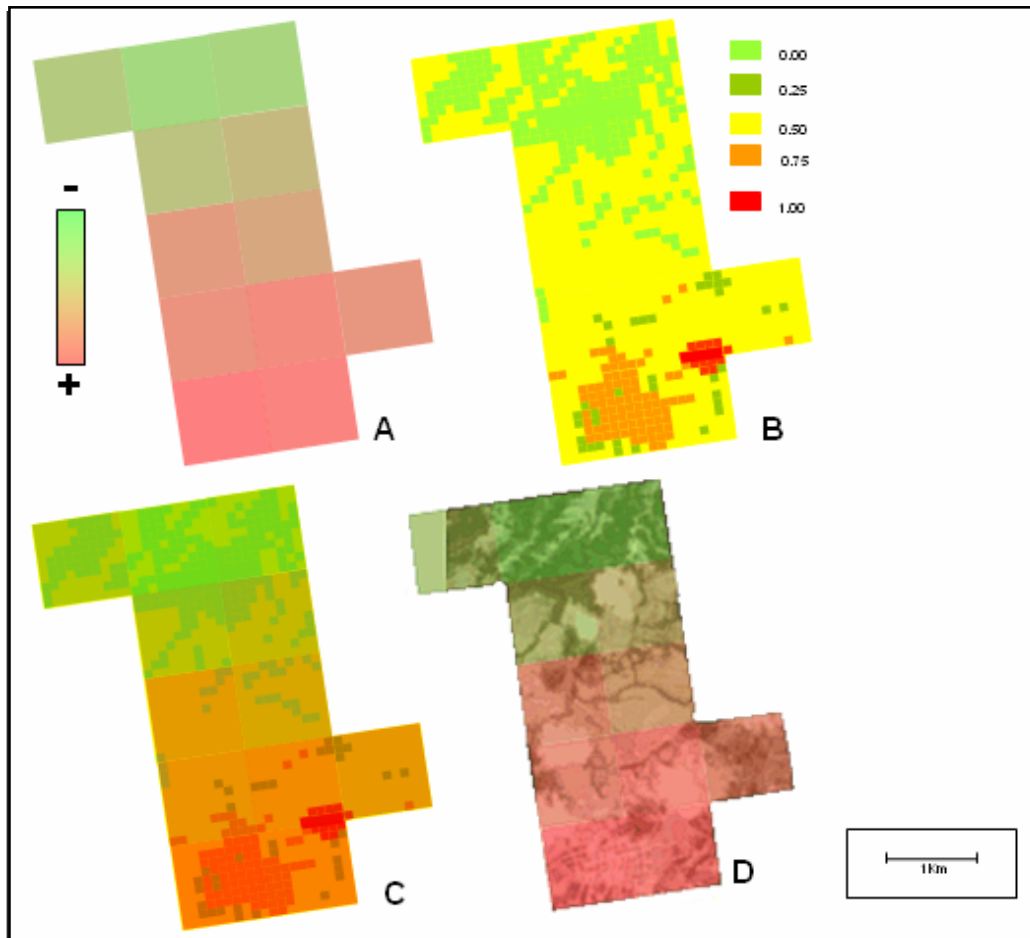


Figura 6. Comparación entre los tipos de análisis de antropización y la fotografía aérea de la zona de estudio.

BIBLIOGRAFÍA

1. BEHLING, H. NEGRET, A. J. and HOOGHMSTRA. 1998. *Late Quaternary vegetational and climatic change in the Popayán region, southern Colombian Andes.* Journal of Quaternary Science (1998) 13(1): 43-53.
2. BLAIR, R. B. 1999. *Birds and butterflies along an urban gradient: surrogate taxa for assessing biodiversity?* Ecological Applications, 9(1): 164-170.

3. BRANDT, J. 2000. *The landscape of landscape ecologists*. Landscape Ecology 15: 181–185.
4. GNECCO, C. 2000. Ocupación temprana de bosques tropicales de montaña. Editorial Universidad del Cauca. Serie estudios sociales. Popayán. 174p.
5. GNECCO, C. y MORA, S. 1997. *Late pleistocene/early Holocene tropical forest occupations at san Isidro and Peña Roja Colombia*. American Antiquity 71: 683 - 690.
6. HALFFTER, G. Y ARELLANOS, L. 2001. *Variación de la diversidad en especies de Scarabaeinae (Coleoptera: Scarabaeidae) como respuesta a la antropización de un paisaje tropical*. En: Tópicos sobre Coleoptera de México. Navarrete-Heredia, J. L. Fierros-López, H. E. y Burgos-Osorio, A. (Eds). Universidad de Guadalajara-Universidad Autónoma del Estado de Morelos. Guadalajara, México.
7. JAMES, M.T. y HARWOOD, R. F. 1969. Herms's Medical Entomology. 6th ed. Macmillan.
8. LIMBURG, K. y SCHMIDT, R. 1990. *Patterns of fish spawning in Hudson River tributaries: response to an urban gradient?*. Ecology, 71(4): 1238-1245.
9. LOBO, J.M. 2000. *¿Es posible predecir la distribución geográfica de las especies basándonos en variables ambientales?*. <http://entomologia.rediris.es/pribes/index2.htm>. En PRIBES 2000, Martin-Piera, F. Morrone, J.J. Melic, A. (Eds). <http://entomologia.rediris.es/pribes/index2.htm>.
10. LOBO, J.M. Y MORÓN, M.A. 1993. *La modificación de las comunidades de Coleópteros Melolonthidae y Scarabaeidae en dos áreas protegidas mexicanas tras dos décadas de estudios fáusticos*. G. it. Ent., 6: 391-406.

11. MARILUIS, J.C. 1999. *Notas sobre moscas mtilizadas, su importancia sanitaria y ecología (Díptera: Calliphoridae)*. Rev. Soc. Entomol. Argent. 58 (1-2).
12. MARTINEZ, W.A. 2003. Diversidad y distribución horizontal de Calliphoridae (Insecta: Diptera) en un valle interandino con diferentes grados de antropización (Popayán – Colombia). Trabajo de Grado para optar al título de Biólogo. Facultad de Ciencias Naturales, Exactas y de la Educación, Universidad del Cauca. 142 p.
13. MAYA, A. A. 2001. El retorno de Ícaro. Muerte y vida de la filosofía. Una propuesta ambiental. La razon de la vida VI. Corporación Universitaria Autónoma de Occidente. Cali. 294p.
14. McDONNEL, M. J. and PICKETT, S. T. A. 1990. *Ecosystem structure and function along urban-rural gradient: an unexploited opportunity for ecology*. Ecology, 71(4) 1232-1237.
15. MORIN, E. 1983. El Método II. La vida de la Vida. Ediciones Cátedra. Madrid. 543p.
16. POPE, et al. 1994. *Remote sensing of tropical wetlands for malaria control in chiapas, Mexico*. Ecological Applications, 4(1): 81-90.
17. REYNAUD, P. A. and THIOLOUSE, J. 2000. *Identification of birds as biological markers along a neotropical urban-rural gradient (Cayenne, French Guiana), using co-inertia analysis*. Journal of Environmental Management 59, 121-140.
18. STEENMANS, C. AND PINBORG, U. 2000. 5. *Anthropogenic fragmentation of potential semi-natural and natural areas*. en: from land cover to landscape diversity in the european union. European Commission - DG AGRI, EUROSTAT

and the Joint Research Centre (Ispra) - and the European Environmental Agency. <http://europa.eu.int/comm/agriculture/publi/landscape/ch5.htm>.

19. STEINHARDT, F. et al. 1999. Hemeroby index for landscape monitoring and evaluation. En: PYKH, Y.A. HYATT, D. E. AND LENZ, R. J. (eds): *Environmental Indices – System Analysis Approach*. Oxford, EOLSS Publ., pp. 237-254.
20. WEAR, D.N. TURNER, M. G. NAIMAN, R. J. 1998. *Land cover along an urban-rural gradient: implications for water quality*. *Ecological Application*, 8(3): 619-630.
21. WILLE, M; HOOGHIEMSTRA, H; BEHLING, H; VAN DER BORG, K y NEGRET, A.J. 2001. *Environmental change in the Colombian subandean forest belt from 8 pollen records: the last 50Kyr*. *Veget Hist Archeobot* (2001) 10:61-77.