
VEGETACIÓN Y USO DE LA TIERRA EN EL ESTADO NUEVA ESPARTA, VENEZUELA: UN ANÁLISIS DESDE LA ECOLOGÍA DEL PAISAJE

VIRGINIA SANZ, MAILÉN RIVEROS, MYLENE GUTIÉRREZ y RAFAEL MONCADA

RESUMEN

La isla de Margarita es una de las regiones de Venezuela que ha sufrido mayores cambios en la estructura socioeconómica en los últimos 40 años. Desde 1970 la agricultura y la pesca han perdido importancia en favor del turismo y los servicios, lo que ha llevado a la expansión del urbanismo. No ha habido una evaluación del impacto de estos cambios sobre los ambientes de la isla, por lo que se planteó realizar una evaluación cuantitativa de la vegetación y usos actuales, incluyendo un análisis de fragmentación de la vegetación natural. El paisaje en la isla de Margarita es muy diverso; se identificaron 30 coberturas, correspondiendo 19 a tipos de vegetación y 11 a usos de la tierra. La vegetación dominante está compuesta por matorrales y, en segundo lugar, por cardo-

nales. Los ambientes con mayor fragmentación son bosques secos y matorrales asociados a quebradas, debido a factores naturales. Las mayores transformaciones del paisaje producto del crecimiento urbano son en el sector oriental de la isla, donde se concentra el 97% de los usos. Dado que las áreas residenciales se han desarrollado en zonas llanas que rodean montañas, los mayores efectos de la fragmentación identificados a la escala de trabajo (1:50.000) se asocian a la vegetación natural en estas zonas altas, sin afectar a un tipo de vegetación en particular. Las otras dos islas del estado Nueva Esparta, Coche y Cubagua, tienen un paisaje más homogéneo, dominado por matorrales ralos y cardonales, con una extensión limitada de usos urbanos en Coche.

Los seres humanos, en su proceso de desarrollo, causan diversas transformaciones en el medio ambiente. Uno de los factores que se ha identificado como causante de mayores impactos es la destrucción de ambientes naturales para convertirlos en tierras dedicadas a actividades agropecuarias o urbanas (Sanderson *et al.*, 2002; Goudi, 2006). Al presente, la pérdida y fragmentación del hábitat es la mayor amenaza a la biodiversidad a nivel mundial (Sala *et al.*, 2000).

El estado Nueva Esparta es una de las regiones de Venezuela que tiene mayor historia de ocupación por humanos. Desde el 2300 AC existen indicios de

presencia de grupos indígenas recolectores, cazadores y pescadores, con una agricultura rudimentaria, por lo que su impacto en los ecosistemas terrestres ha debido ser muy bajo (Cruxent y Rouse, 1961; Ayala, 1996). Desde 1532 comienza la ocupación por parte de los colonizadores españoles en la isla de Margarita, donde amplían los terrenos dedicados a la agricultura e introducen la ganadería vacuna, equina y caprina, además de mantenerse la pesca como actividad económica principal hasta el siglo XX (Vila, 1991). Sin embargo, es a partir de la década de los 70, con los decretos de Zona Franca (1971) y Puerto Libre (1974), que se inicia un proceso acelerado de urbanización y de-

sarrollo de vialidad para satisfacer la creciente demanda de la actividad turística y de servicios. En un plazo de 40 años, la población residente pasó de 180.000 habitantes en 1970 a una población proyectada de 460.000 para el año 2011 (INE, 2011), recibiendo además, una población flotante de aproximadamente 2.700.000 visitantes en el año 2009 (CORPOTUR, 2011). En la década de 1990 a 2001 fue el cuarto estado del país con mayor tasa de crecimiento relativo (41,7%; INE, 2011). Esta alta tasa de crecimiento lleva implícita la expansión de áreas para uso humano.

La pérdida o conversión de los ambientes nativos es obviamente el

PALABRAS CLAVE / Cambios Uso de la Tierra / Coche / Cubagua / Fragmentación / Isla Margarita / Urbanismo /

Recibido: 30/09/2011. Aceptado: 09/11/2011.

Virginia Sanz. Licenciada en Biología y Doctora en Ecología, Universidad Central de Venezuela (UCV). Investigadora, Centro de Ecología, Instituto Venezolano de Investigaciones Científicas (IVIC). Dirección: Centro de Ecología, IVIC. Carretera Panamericana km 11, Altos de Pipe, Estado Miranda, Venezuela. e-mail: vsanz@ivic.gob.ve

Mailén Riveros. Licenciada en Biología, UCV, Venezuela. Doctorado en Ecología y Medio Ambiente, Universidad Complutense de Madrid, España. Coordinadora asociada, Presidencia del Instituto Nacional de Desarrollo Rural (INDER), Ministerio del Poder Popular para la Agricultura y Tierras, Venezuela.

Mylene Gutiérrez. Licenciada en Geografía, UCV, Venezuela. Maestría en Sistemas de Información Geográfica, Universidad de Girona, España. Profesora y Coordinadora del Servicio de Sistemas de Información Geográfica y Tecnologías de Información Ambiental (SIGTIA), Centro de Estudios Integrales del Ambiente (CENAMB), UCV, Venezuela.

Rafael Moncada: Licenciado en Biología, UCV, Venezuela.

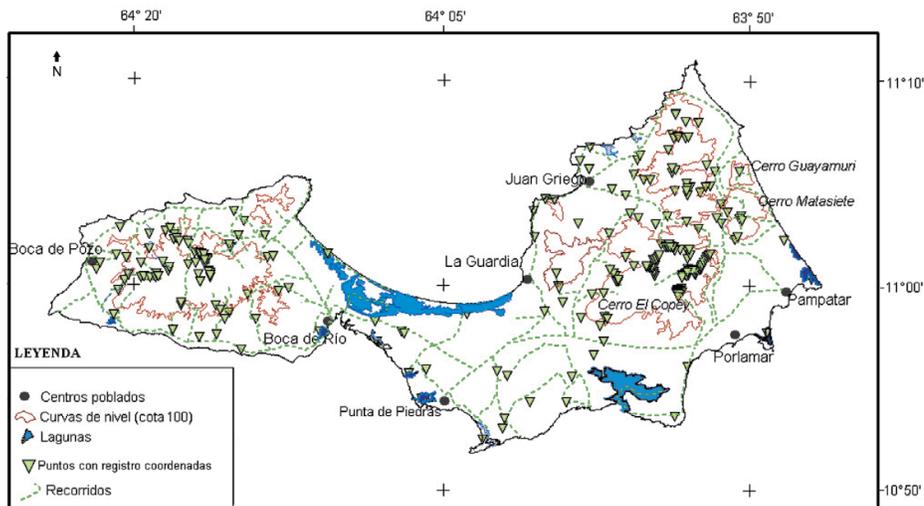


Figura 1. Recorridos realizados y puntos específicos evaluados en la isla de Margarita para las verificaciones de campo del mapa de vegetación y uso de la tierra, año 2008.

efecto más dramático sobre la conservación de la biodiversidad, pero la fragmentación de los mismos también tiene efectos negativos porque degrada los remanentes de vegetación al generar efecto de borde en los parches que persisten. El efecto de borde se define como los cambios que ocurren en las zonas límite (ecotono) entre la vegetación natural y una matriz perturbada o degradada que altera las condiciones microclimáticas y que, por lo tanto, afecta también a los componentes bióticos modificando la composición de especies, la abundancia e interacciones entre ellas (Laurance, 2004; Kupfer *et al.*, 2006).

Además del brusco cambio en los usos de la tierra, que impacta a cualquier sistema natural, el estado Nueva Esparta es el único de carácter eminentemente insular en Venezuela, formado por tres islas: Margarita, Coche y Cubagua, lo que representa una condición de mayor vulnerabilidad a los cambios ambientales y a la fragmentación. Margarita es la más diversa de las tres, tanto en paisajes naturales, como en relación a la biodiversidad de plantas y animales. En la isla se encuentran al menos 20 subespecies endémicas de vertebrados terrestres, nueve de ellas amenazadas de extinción (Sanz, 2007).

A pesar de la situación planteada, a la fecha no se cuenta con una evaluación cuantitativa actualizada de la cobertura de los distintos tipos de vegetación y uso, y tampoco del grado de fragmentación que poseen. El único estimado previo realizado sobre la vegetación de la isla de Margarita se basa en información de 1991 (González, 2007), que incluye una descripción detallada de 102 unidades de vegetación. Sin embargo, no se conoce la disponibilidad de cartografía que presente la ubicación espacial de los distintos tipos de cober-

tura existentes actualmente en las tres islas del estado. Por lo tanto, nos planteamos como objetivos realizar un mapa de vegetación y uso actual a escala 1:50.000, a fin de cuantificar las coberturas existentes en las islas del estado Nueva Esparta y realizar un análisis de fragmentación de las unidades naturales para determinar su estado de conservación.

Métodos

El estado Nueva Esparta está formado por tres islas: Margarita (952km²), Coche (55km²) y Cubagua (25km²), ubicadas en el Mar Caribe (10°40'-11°11'N; 63°45'-63°25'O), a unos 25km de la costa continental de Venezuela. La isla de Margarita, presenta dos sectores, el oriental, que es el más extenso y la península de Macanao al oeste. Cada una de estas regiones presenta macizos montañosos, que en el lado este alcanzan los 930msnm y en Macanao no sobrepasan los 750msnm. Coche y Cubagua, por su parte, tienen un relieve de colinas bajas, de menos de 50msnm. El clima es cálido todo el año, con una temperatura promedio anual de 27°C. La precipitación promedio anual es menor a 400mm para Coche, Cubagua y las zonas costeras de Margarita. Sin embargo, en esta última debido a la topografía y efecto de los vientos alisios, el patrón de lluvia es más complejo, llegando a los 900mm anuales en las cumbres de las montañas, con grandes variaciones espaciales e interanuales (MARNR, 1997).

La versión actual de la cobertura de vegetación y uso se realizó a partir de las siguientes fuentes: imágenes de satélite multispectrales SPOT 5, ASTER y ortofotomapas y fotografías aéreas a escala 1:25.000 del Instituto Geográfico de Venezuela Simón Bolívar del año 1998

(Proyecto PITSA). Se escogieron las imágenes de satélite disponibles con menor cobertura de nubes (ASTER 8611 y 8613 de agosto 2004; 8605 de abril 2005; y SPOT 6063 de diciembre 2007, 3873 y 7572 de febrero 2008). Las imágenes fueron sometidas a corrección geométrica, realces y mejoras de contraste con el método de Gauss y *Percentage LUT* en la combinación de bandas 3-2-1 para resaltar la vegetación, utilizando el programa *ERDAS Imagine v. 9.2* (Leica Geosystems Geospatial Imaging). Posteriormente, se incorporaron a un sistema de información geográfica existente de la isla de Margarita basado en el programa *MapInfo Professional v. 8.5* (MapInfo Corp.), que contiene capas de topografía, hidrografía y vialidad. Posteriormente se realizó la interpretación visual de las imágenes de satélite y fotografías aéreas, para la identificación de las unidades de vegetación y uso, partiendo del conocimiento previo del área de estudio y apoyados en el sostenido trabajo de campo. Para confirmar algunos detalles específicos se recurrió de manera auxiliar a la aplicación gratuita basada en internet, *Google Earth*. Una capa preliminar de la vegetación y uso de la tierra fue verificada en campo a través de extensos recorridos a pie o en vehículo, incluyendo numerosas localidades en las tres islas (Figura 1). En cada sitio se registraron las coordenadas UTM-REGVEN con un geoposicionador satelital y se tomaron fotografías panorámicas.

En la cuantificación de los tipos de cobertura se calculó la extensión absoluta y relativa de cada tipo de vegetación y uso en cada una de las tres islas y para la isla de Margarita, se incluyeron 12 métricas que describen la estructura del paisaje (Tabla 1) empleando el programa *Fragstats* (McGarigal *et al.*, 2002). El paisaje puede ser considerado como una superficie espacialmente heterogénea, integrada por áreas tanto naturales como intervenidas por el hombre, que pueden identificarse como unidades homogéneas o 'parches', entre las cuales se establecen relaciones espaciales (Forman y Godron, 1986). Las métricas del paisaje se basan en el análisis de las áreas, perímetros, distancias y conectividad de los parches que integran el mosaico del paisaje, aspectos clave en el análisis del impacto de la fragmentación (Saunders *et al.*, 1991). Dada la gran cantidad de métricas asociadas al reconocimiento de la estructura del paisaje, así como a la correlación que se presenta en muchas de éstas debido al tipo de cálculo basado en áreas y perímetros (Hargis *et al.*, 1998), se efectuó un análisis de componentes principales (ACP) con las variables estandarizadas para determinar cómo respondían distintos tipos de vegetación al efecto conjunto de las métricas que estiman la fragmentación.

TABLA I

MÉTRICAS UTILIZADAS PARA ESTIMAR EL GRADO DE FRAGMENTACIÓN EN DISTINTAS UNIDADES DE VEGETACIÓN DE LA ISLA DE MARGARITA

Nombre métrica	Definición
Clase	
Área (ha)	Área absoluta de cada clase de vegetación (ha)
Área (%)	Área relativa de cada clase de vegetación (%)
NP	Número de parches de cada clase de vegetación
Área prom	Área promedio de los parches de cada clase
Área CV	Coefficiente de variación del tamaño de parche de cada clase
IPM	Índice del parche más grande de una clase de vegetación. Representa el % del paisaje que pertenece a un determinado parche
Forma y borde	
DB	Densidad de borde: cantidad o longitud de borde de cada clase por unidad de área (m/ha). A mayor valor, mayor borde y más fragmentación
Forma prom	Índice de forma promedio de los parches de cada clase (a mayor valor, mayor complejidad de forma). Forma= 1 cuando todos los parches de la clase son cuadrados.
Forma CV	Coefficiente de variación del índice de forma de los parches de cada clase
Proximidad y conectividad	
Prox prom	Índice de proximidad promedio de los parches de la misma clase. El índice de proximidad es 0 si no hay parches del mismo tipo en el radio de búsqueda (50m), incrementa cuantos más parches haya de la misma clase y estén más cercanos.
Prox CV	Coefficiente de variación del índice de proximidad de los parches de la misma clase
Conect	Índice de conectividad. Porcentaje de la máxima conectividad posible entre los parches de la misma clase. Fluctúa entre 0 (no hay ningún parche dentro de un radio de búsqueda de 50m) a 100 (todos los parches están dentro del radio de búsqueda).

Para detalles de la formulación matemática de cada métrica referirse al manual del programa FRAGSTATS, disponible en línea en www.umass.edu/landeco/research/fragstats/fragstats.html

Resultados y Discusión

Isla Margarita

Se identificaron 30 coberturas diferentes, de las cuales 19 corresponden a distintos tipos de vegetación o ambientes naturales y 11 a ecosistemas transformados cuya cobertura está integrada por diversos usos de la tierra. La variedad de tipos de vegetación, que parte de las playas arenosas, manglares, salinas y cardonales a nivel del mar, hasta los bosques nublados en los topes de algunas montañas son producto de la presencia de varios macizos montañosos de casi 1000m de altura. Al estar ubicada al norte del continente Suramericano, expuesta a los vientos alisios, se produce el llamado efecto *Massenerhebung* (Grubb y Whitmore, 1966), que ocasiona que los vientos cargados de humedad provenientes del mar cho-

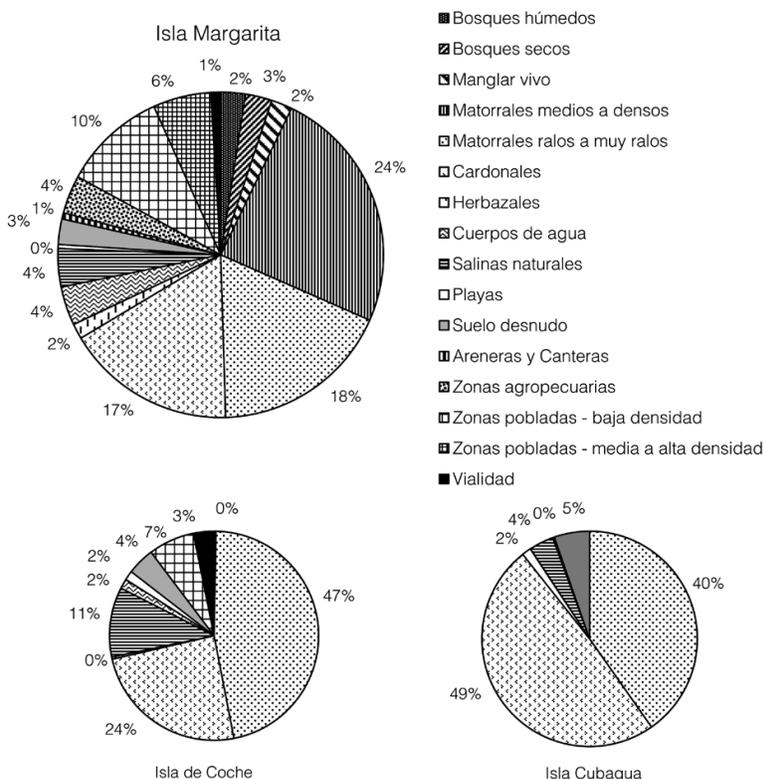


Figura 2. Áreas relativas (%) de las unidades de vegetación y uso identificadas en las islas de Margarita, Coche y Cubagua (estado Nueva Esparta) para el año 2008. El valor de 0% representa una cobertura <1%.

quen con las montañas y descarguen las lluvias a alturas menores que en el continente. La disposición de las montañas produce un efecto diferencial de la precipitación, con zonas altas y vertientes al norte recibiendo más pluviosidad que las laderas a sotavento o en las partes más bajas. En las montañas se produce una sustitución de los tipos de vegetación desde las partes más bajas y secas hacia las cumbres que es donde se encuentran los bosques con mayor desarrollo estructural.

La unidad de vegetación más extensa en la isla de Margarita corresponde a los matorrales, en sus diversos grados de cobertura y composición florística, que cubren el 41% de la isla (40.292ha; Figura 2; Tabla II). Esta vegetación cubre las colinas y las faldas bajas de los cerros, tanto del lado este de la isla como en la península de Macanao (Figura 3). En segundo lugar de importancia se encuentran los cardonales (matorrales dominados por la cactácea *Stenocereus griseus* y leguminosas) y herbazales con cactáceas columnares, con 17% de cobertura. Se extienden en las planicies costeras, usualmente por debajo de los 100msnm, principalmente en Macanao y en la zona del istmo (Figuras 2 y 3; Tabla II). Los otros ambientes naturales tienen coberturas muy pequeñas en relación a los anteriores, <5% y se encuentran distribuidos en toda la isla (Figuras 2 y 3; Tabla II). La excepción son los bosques húmedos, presentes casi exclusivamente en el sector oriental

de la isla, con un parche muy pequeño en la península de Macanao.

El uso dominante es el dedicado a las áreas urbanas (que, además de las residenciales, incluye zonas turísticas e infraestructura de servicios como puerto, aeropuerto, plantas eléctricas, etc.), con 16% de cobertura, para un área total de unas 15.000ha (Figura 2; Tabla II). Se diferencian dos agrupaciones de desarrollo urbano en función de la densidad de población y la vegetación remanente. Con baja densidad se encuentran los pueblos tradicionales que han ido creciendo paulatinamente y las zonas agrícolas en las partes bajas, adyacentes a centros poblados, que se encuentran en proceso de conversión a zonas residenciales, preservando áreas verdes. En conjunto ambas alcanzan el 10%. Las zonas con mediana a alta densidad de urbanización corresponden al gran conglom-

TABLA II
VALORES DE 12 MÉTRICAS ASOCIADAS CON DISTINTAS MEDIDAS DE EXTENSIÓN Y FRAGMENTACIÓN
PARA LAS COBERTURAS DE VEGETACIÓN Y USO DE LA TIERRA IDENTIFICADAS
EN LA ISLA DE MARGARITA PARA EL AÑO 2008

Nombre unidad	Área (ha)	Área (%)	NP	Área/densidad		IPM	DB	Forma y borde			Conectividad	
				Área prom (ha)	Área CV			Forma prom	Forma CV	Prox prom	Prox CV	Conect
Bosque húmedo	2.322	2,4	8	290,2	154,3	0,6	0,5	2,3	36,2	0,0	0,0	0,0
Bosque seco	2.514	2,6	57	44,1	154,7	0,1	1,6	2,9	52,0	9,7	423,6	0,2
Manglar vivo	1.989	2,1	70	28,4	354,1	0,3	-	-	-	-	-	-
Matorral denso	6.894	7,2	42	186,3	226,0	1,0	1,9	2,3	51,4	155,0	257,9	0,7
Matorral denso en quebradas	2.410	2,5	113	21,3	117,9	0,1	3,1	3,0	59,6	23,2	331,8	0,2
Matorral medio	13.116	13,8	84	156,1	165,8	0,7	4,0	2,4	51,5	253,8	387,7	0,3
Matorral montano denso	78	0,1	2	39,1	4,9	0,0	0,0	2,1	6,8	156,4	4,9	100,0
Matorral bajo denso de <i>Calliandra</i>	726	0,8	51	14,2	161,4	0,1	0,6	2,0	37,4	17,6	272,0	0,5
Matorral ralo	7.622	8,0	113	67,5	200,8	0,5	2,7	2,0	37,7	103,5	505,9	0,2
Matorral muy ralo	9.446	9,9	158	59,8	266,2	0,6	3,7	2,2	52,3	361,8	306,5	0,3
Cardonal	11.980	12,6	97	123,5	231,9	1,0	3,9	2,4	63,5	457,7	347,9	0,4
Herbazal con cactáceas columnares	4.136	4,3	34	121,6	176,4	0,5	1,2	2,2	48,8	241,2	369,7	0,9
Herbazal	1.156	1,2	26	44,5	155,0	0,1	0,5	1,9	33,9	22,8	306,8	0,9
Herbazal halófito	280	0,3	18	15,6	112,9	0,0	0,2	1,8	29,7	6,1	283,5	0,7
Salina natural	3.618	3,8	46	78,7	217,6	0,4	1,6	2,6	53,7	267,5	369,1	0,4
Cuerpo de agua natural	2.804	2,9	110	25,5	534,2	0,4	-	-	-	-	-	-
Manglar muerto	692	0,7	98	7,1	169,0	0,0	-	-	-	-	-	-
Playa	375	0,4	38	9,9	306,6	0,1	-	-	-	-	-	-
Suelo desnudo natural	1.053	1,1	56	18,8	125,1	0,0	-	-	-	-	-	-
Cuerpo de agua artificial	184	0,2	10	18,4	127,0	0,0	-	-	-	-	-	-
Suelo desnudo deforestación	1.343	1,4	107	14,5	246,3	0,1	-	-	-	-	-	-
Arenera o Cantera	589	0,6	20	29,5	92,6	0,0	0,7	2,8	59,3	9,7	426,8	0,3
Zonas agropecuarias	3.609	3,8	106	34,0	285,5	0,3	1,4	1,7	35,5	10,6	888,3	0,1
Zonas agropecuarias con urbanización	1.821	1,9	9	202,3	104,7	0,2	0,5	2,6	41,2	381,9	176,0	5,6
Centro poblado tradicional	7.643	8,0	70	109,2	192,3	0,6	2,2	2,2	34,4	37,1	480,9	0,2
Zona turística	346	0,4	13	26,6	105,3	0,0	-	-	-	-	-	-
Infraestructura	363	0,4	11	33,0	172,4	0,1	-	-	-	-	-	-
Centro poblado mediana densidad	2.295	2,4	23	94,0	109,9	0,2	0,6	2,0	41,1	451,3	192,5	1,7
Centro poblado alta densidad	2.818	3,0	3	939,5	155,4	1,0	0,4	1,9	63,8	2.999,6	158,1	9,5
Vialidad	932	1,0	19	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Total	95.156	100,0										

En negritas se resaltan los tres valores más altos para cada variable relacionados con la mejor calidad de la clase de vegetación.

rado urbano de Porlamar-Los Robles-Pampatar, donde predomina la arquitectura de edificios y el casco urbano de Juan Griego, al norte y también los nuevos desarrollos de urbanizaciones tipo *townhouse*, con poca vegetación. El crecimiento urbano ha tenido un desarrollo espacial muy desigual, concentrándose el 97% del mismo en el sector oriental (Figura 3).

Las áreas agrícolas son muy poco importantes hoy en día, con una extensión de 3.600ha (4%). Este valor está un poco subestimado porque no es posible delimitar con precisión las zonas de conucos en las laderas de las montañas a la escala de trabajo, dado que los cultivos se alternan con frutales, lo que los hace similares a la vegetación natural circundante.

Los porcentajes de coberturas naturales no coinciden en todos los casos con lo reportado previamente por González (2007), posiblemente debido a discrepancias en la asignación de categorías de

vegetación. Este autor refiere un valor de 9% para los cardonales, por ejemplo, en contraposición a nuestro valor de 17%, sin que sea factible un incremento real de esta vegetación en 20 años. Por lo tanto, no es adecuado establecer comparaciones entre ambos trabajos.

Análisis de fragmentación

Al comparar distintos tipos de vegetación se considera que está en mejor estado de conservación la que presente las siguientes tendencias para distintas variables: mayor extensión, distribuida en pocos parches, con tamaños promedio de parche más grandes y baja variabilidad entre ellos. En cuanto a las variables asociadas con la forma del parche, son más adecuadas las clases de vegetación con parches de formas menos complejas o menos alargadas, por sufrir de menor efecto de borde o paisajes con menor densidad de

borde, dado que reflejan menor heterogeneidad espacial y menor fragmentación. El último grupo está formado por las variables que definen el aislamiento de los parches de una misma unidad de vegetación. En este caso parches más cercanos presentan mayor conectividad y favorecen el movimiento de fauna entre ellos, lo que permite que se mantengan funciones esenciales de los ecosistemas como pueden ser la polinización y dispersión de semillas, por ejemplo.

En la isla de Margarita los tipos de vegetación que tienden a cumplir con la mayoría de esos requisitos son los cardonales y tres tipos de matorrales (densos, medios y muy ralos) (Tabla II; Figura 4). Tienen coberturas altas, con relativamente pocos parches, área promedio de parches de 120-190ha, formas mas bien simples y con buena proximidad entre ellas. Aunque los cardonales tienen alta densidad de borde, lo que indicaría más fragmentación,

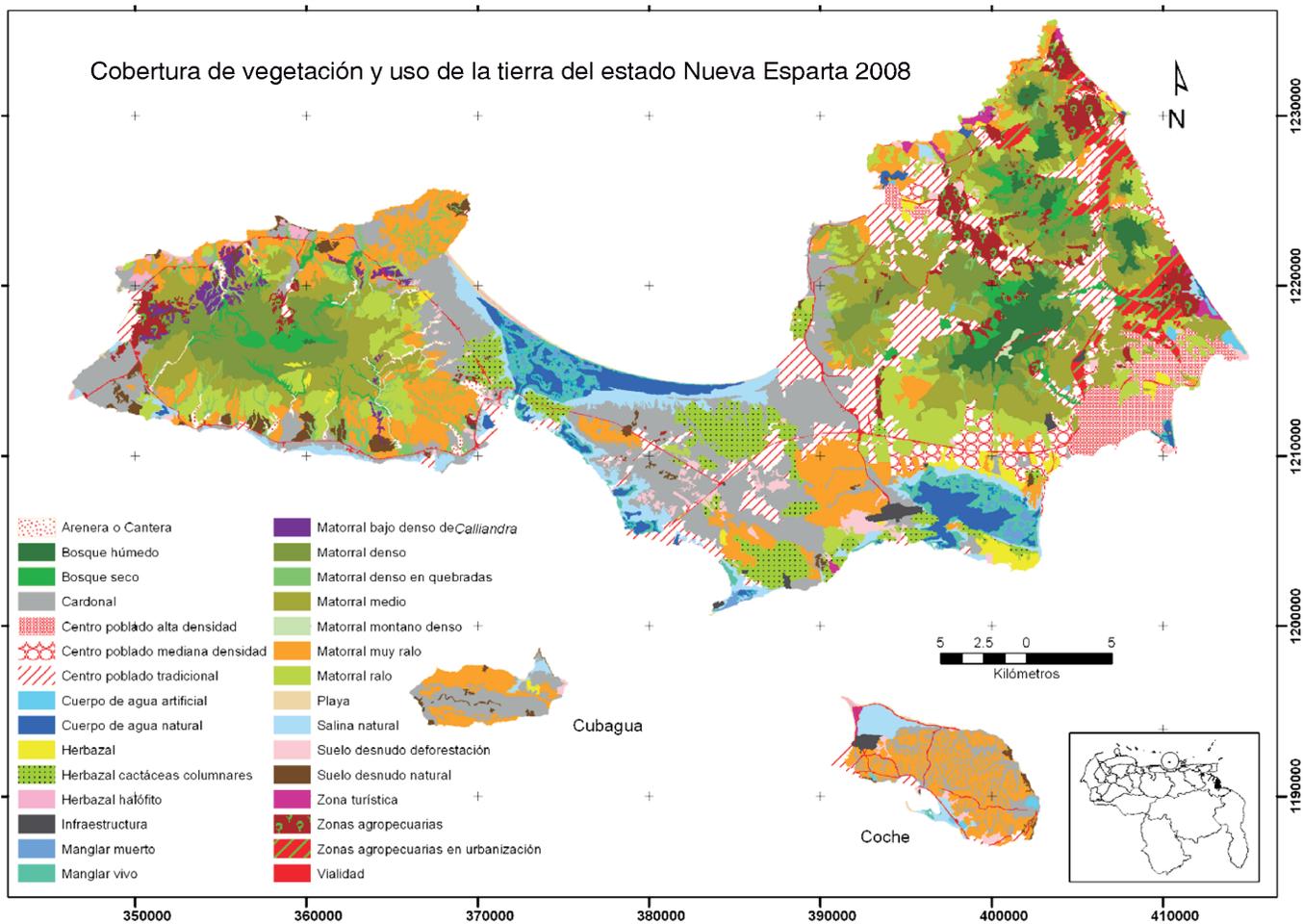


Figura 3. Mapa de vegetación y uso de la tierra del Estado Nueva Esparta, año 2008.

esta medida está parcialmente correlacionada positivamente con el tamaño de la unidad de vegetación (Tabla II). En el extremo opuesto se encuentran los matorra-

les asociados a quebradas y, en menor grado, los bosques secos, que muestran la menor cobertura, el mayor índice de forma, lo que refleja formas complejas, con

mucho borde y el grado de fragmentación y aislamiento más grandes (Tabla II; Figura 4). Los bosques húmedos, a pesar de tener poca extensión, se encuentran dispersos en pocos parches de buen tamaño, con formas simples y baja cantidad de borde, sin embargo están completamente aislados uno de otro (Tabla II; Figura 4).

Un aspecto importante al analizar los efectos de la fragmentación es el contraste entre los distintos tipos de coberturas adyacentes (Kupfer *et al.*, 2006). Un parche determinado rodeado de una matriz altamente contrastante presentará mayores efectos negativos que si estuviera inmerso en una matriz con mayor similitud estructural. En el caso de la isla de Margarita, las montañas tienen un contraste gradual entre algunos tipos de vegetación. Es el caso de los bosques secos a altitudes mayores a los 300msnm, están adyacentes a bosques húmedos o matorrales altos y densos, lo que ofrece una continuidad estructural en muchos casos y amortigua los impactos de la fragmentación. Incluso muchas de las zonas agrícolas en las montañas, sobre todo en el parque nacional cerro El Copey, son zonas de cultivos

TABLA III
ÁREAS ABSOLUTAS, RELATIVAS Y NÚMERO DE PARCHES DE LAS UNIDADES DE VEGETACIÓN Y USO IDENTIFICADAS EN LAS ISLAS DE COCHE Y CUBAGUA EN EL AÑO 2008

Clase	Coche			Cubagua		
	Área (ha)	Nº parches	% área	Área (ha)	Nº parches	% área
Manglar vivo	15	2	0,3	-	-	-
Matorral muy ralo	2575	48	46,7	990	4	40,3
Cardonal	1348	50	24,4	1207	9	49,1
Herbazal halófito	19	2	0,3	-	-	-
Herbazal	-	-	-	34	1	1,4
Salina natural	596	7	10,8	91	2	3,7
Cuerpo de agua artificial	83	6	1,5	-	-	-
Playa	79	7	1,4	7	3	0,3
Suelo desnudo natural	79	6	1,4	-	-	-
Suelo desnudo - deforestación	155	12	2,8	103	16	4,2
Centro poblado tradicional	238	4	4,3	28	1	1,1
Zona turística	33	3	0,6	-	-	-
Infraestructura	122	2	2,2	-	-	-
Vía de tierra	57	4	1,0	-	-	-
Vía asfaltada lenta	118	4	2,1	-	-	-
Total	5518	157		2458	36	

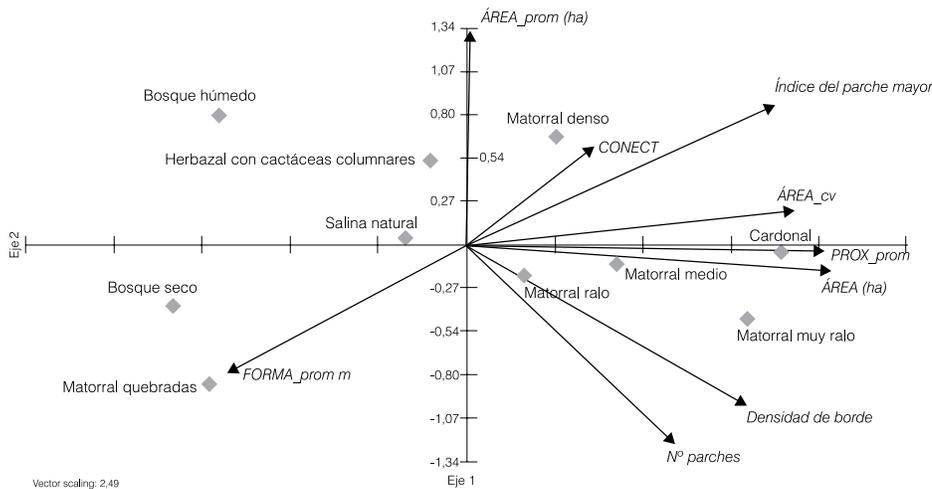


Figura 4. Análisis de componentes principales de nueve variables relacionadas con la fragmentación de los principales tipos de vegetación identificados en la isla de Margarita. Ambos ejes acumulan el 72% de variabilidad.

de especies arbóreas, como mamey (*Mamea americana*), níspero (*Manilkara zapota*) y mango (*Mangifera indica*), en muchos casos ya entremezclados con el bosque nativo.

Una matriz naturalmente contrastante, por el contrario, es la que afecta a la vegetación asociada a quebradas (matorrales y bosques secos) en zonas bajas en ambos lados de la isla, donde la estructura y la composición florística de estos tipos de vegetación son diferentes de la matriz de matorrales muy ralos o ralos que los rodea. Esta vegetación tiene incluso una fauna particular favorecida por la mayor variedad de recursos alimenticios, de nidificación y refugio que ofrecen (Sanz, 2004). En la península de Macanao los bosques de quebradas están seriamente amenazados por las areneras, que ya han destruido 36% de la cobertura original.

Es interesante notar que en el caso del crecimiento de zonas residenciales y vialidad, dado que han ido ocupando las zonas llanas disponibles, rodeando a las montañas, su efecto de irrupción de la continuidad no afecta a una vegetación particular, sino a los macizos montañosos completos y los distintos tipos de vegetación que contienen. La serranía del Copey y los cerros Matasiete y Guayamurí, son áreas protegidas estrictas (parque nacional y monumento natural), sin embargo tampoco se ha tomado la previsión de dejar zonas de amortiguación alrededor de ellas y se encuentran actualmente aislados uno de otro para muchas especies de fauna.

Coche y Cubagua

Las islas de Coche y Cubagua presentaron una configuración de

paisaje mucho más sencilla que la de Margarita, tanto por los distintos tipos de vegetación existentes como por los usos de la tierra identificados. En ambas islas la vegetación dominante son los matorrales muy ralos (con gran predominancia de suelo desnudo) y los cardonales (Figura 3). En el caso de Cubagua estas dos coberturas alcanzan el 90% del área total de la isla, estando agrupadas en sólo 13 parches (Figura 2; Tabla III). Cubagua se mantiene como una isla básicamente deshabitada, con presencia solamente de rancherías de pescadores, por lo que no hay ninguna cobertura de uso identificable. Coche, además de las dos unidades de vegetación mencionadas, presenta 11% de extensión en salinas naturales y un área pequeña de manglar (15ha, 0,3%), que, a pesar de su reducido tamaño, ofrece un hábitat importante para las aves acuáticas (Figura 2; Tabla III). En este caso, la vegetación está mucho más fragmentada, matorrales y cardonales están dispersos en 98 parches de formas complejas. Los usos identificados cubren el 10% de la isla y corresponden a poblados tradicionales, básicamente en el lado sur de la isla, infraestructura hotelera y de camarónicas y una limitada vialidad (Figura 3).

Conclusiones

La isla de Margarita muestra un paisaje complejo, tanto por el número de coberturas identificadas como por su distribución. Los mayores problemas de conservación como consecuencia de la fragmentación producto de las actividades humanas, se encuentra limitada al sector oriental de la isla, dado que los centros urbanos y la vialidad han crecido rodeando a las zonas montañosas, con ve-

getación de matorrales y bosques. Sería importante evaluar cómo el aislamiento y efecto de borde de las montañas podría estar afectando procesos ecológicos como migración e intercambio genético entre individuos, polinización, dispersión de semillas, depredación e invasión de especies exóticas. El sector del istmo, la península de Macanao y las islas de Coche y Cubagua, aun mantienen extensas áreas de coberturas menos intervenidas en tiempos recientes, aunque en Macanao los bosques secos están seriamente amenazados por la explotación de arena.

AGRADECIMIENTOS

Este proyecto fue financiado por el Instituto Venezolano de Investigaciones Científicas (IVIC) y TOTAL de Venezuela S.A. a través de fondos de la Ley Orgánica de Ciencia, Tecnología e Innovación. La Fundación Instituto de Ingeniería aportó las imágenes de satélite SPOT, y la Unidad de Sistemas de Información Geográficas (UnSIG) del Centro de Ecología del IVIC aportó las imágenes ASTER, asesoría y recursos especializados. El Instituto de Patrimonio Cultural autorizó el trabajo en la isla de Cubagua. Los autores agradecen a Lilia Téllez, Gabriela Alvarado y Tomás Águila, que facilitaron el trabajo en la zona, al Instituto de Previsión Social de los Profesores de la Universidad de Oriente, la Escuela de Ciencias Aplicadas al Mar de la Universidad de Oriente, y a Delia Caraballo, Ángel Valbuena, Américo Fernández, Víctor y Lila, quienes brindaron apoyo logístico en distintos aspectos del proyecto, y a los asistentes de campo Gabriel Valbuena, Nicolás Sánchez y Elysa Silva.

REFERENCIAS

- Ayala C (1996) La etnohistoria prehispánica guaiquerí. *Antropológica* 82: 5-127.
- CORPOTUR (2011) *Estadísticas Turísticas del Estado Nueva Esparta. Resumen Histórico de Entrada Anual de Viajeros al Estado Nueva Esparta por Medios de Transporte, 1994-2009*. www.corpoturmargarita.gov.ve (Cons. agosto 2011).
- Cruxent JM, Rouse I (1961) *Arqueología Cronológica de Venezuela*. Vol. 1. Unión Panamericana - Facultad de Economía de la Universidad Central de Venezuela. Washington DC, EEUU. 320 pp.
- ERDAS imagine 9.2 (2008) Leica Photogrammetry Geospatial Imaging, LLC. EEUU. Licencia de demostración.
- Forman R, Godron M (1986) *Landscape Ecology*. Wiley. Nueva York, EEUU. 619 pp.
- González V (2007) La vegetación de la isla de Margarita y sus interrelaciones con el ambiente físico. *Mem. Fund. La Salle de Cienc. Nat.* 167: 131-161.

- Goudi AS (2006) *The Human Impact on the Natural Environment: Past, Present and Future*. 6th ed. Blackwell. Oxford, RU. 357 pp.
- Grubb PJ, Whitmore TC (1966) A comparison of montane and lowland rain forest in Ecuador. *J. Ecol.* 54: 303-333.
- Hargis C, Bissonte J, David J (1998) The behavior of landscape metrics commonly used in the study of habitat fragmentation. *Landsc. Ecol.* 13: 167-186.
- INE (2011) Censo de Población y Vivienda. Instituto Nacional de Estadística. Caracas, Venezuela. www.ine.gob.ve/demografica/censopoblacionvivienda.asp (Cons. agosto 2011)
- Kupfer JA, Malanson GP, Franklin SB (2006) Not seeing the ocean for the islands: the mediating influence of matrix-based processes on forest fragmentation effects. *Global Ecol. Biogeogr.* 15: 8-20.
- Laurance WF (2004) Forest-climate interactions in fragmented tropical landscapes. *Phil. Trans. R. Soc. Lond. B* 359: 345-352
- MapInfo Professional v 8.5 (2006) MapInfo Corporation, Troy, NY, EEUU. Licencia de demostración.
- MARNR (1997) *Atlas Básico del Estado Nueva Esparta*. Ministerio del Ambiente y los Recursos Naturales - Gobernación Estado Nueva Esparta - Fundación para el Desarrollo del Estado Nueva Esparta. Porlamar, Venezuela. 62 pp.
- McGarigal K, Cushman SA, Neel MC, Ene E (2002) FRAGSTATS: Spatial Pattern Analysis Program for Categorical Maps. University of Massachusetts. Amherst, MA, EEUU. www.umass.edu/landeco/research/fragstats/fragstats.html
- Sala OE, Chapin III FS, Armesto JJ, Berlow E, Bloomfield J, Dirzo R, Huber-Sanwald E, Huenneke LF, Jackson RB, Kinzig A, Lee-mans R, Lodge DM, Mooney HA, Oesterheld M, LeRoy Poff N, Sykes MT, Walker BH, Walker M, Wall DH (2000) Global biodiversity scenarios for the year 2100. *Science* 287: 1770-1774.
- Sanderson EW, Jaiteh M, Levy MA, Redford KH, Wannebo AV, Woolmer G (2002) The human footprint and the last of the wild. *BioScience* 52: 891-904.
- Sanz V (2004) Ecología de *Amazona barbadensis* (Aves: Psittacidae): Caracterización y uso del hábitat en la Península de Macanao (Isla de Margarita) a diferentes escalas espaciales y temporales. Tesis. Universidad Central de Venezuela. Caracas, Venezuela. 311 pp.
- Sanz V (2007) ¿Son las áreas protegidas de la Isla de Margarita suficientes para mantener su biodiversidad? Análisis espacial del estado de conservación de sus vertebrados amenazados. *Mem. Fund. La Salle Cs. Nat.* 167: 111-130.
- Saunders DA, Hobbs RJ, Margules CR (1991) Biological consequences of ecosystem fragmentation: A review. *Cons. Biol.* 5: 18-32.
- Vila P (1991) *Visiones Geohistóricas de Venezuela*. Fundación de Promoción Cultural de Venezuela. Caracas, Venezuela. 465 pp.

VEGETATION AND LAND USE IN NUEVA ESPARTA STATE, VENEZUELA: AN ANALYSIS FROM LANDSCAPE ECOLOGY

Virginia Sanz, Mailén Riveros, Mylene Gutiérrez and Rafael Moncada

SUMMARY

Margarita Island is one of the regions of Venezuela that has suffered the largest changes in socio-economic structure during the last 40 years. Since 1970 agriculture and fishing have lost importance in favor of tourism and services, which has led to urban expansion. Since an evaluation of the impact of such changes upon the island's environment had not been made, this study is aimed to perform a quantitative evaluation of the vegetation and current land use, including a fragmentation analysis of the natural vegetation. Landscape in Margarita is very diverse; 30 different covers were identified, 19 of them corresponding to types of vegetation and 11 to land uses. The dominant vegetation is made up of shrubs and, in

second place, cacti. The environments with greatest fragmentation are dry forests and shrubs associated to streams, due to natural factors. The largest landscape transformations due to urban growth are in the eastern sector of the island, where 97% of the uses concentrate. Since residential areas have developed on flat land surrounding hills, the largest fragmentation effects detected at working scale (1:50,000) are associated to natural vegetation in the high zones, without affecting any particular type of flora. The other two islands of Nueva Esparta State, Coche and Cubagua, have a more homogeneous landscape, dominated by grassland and shrubs, with a limited extension of urban uses in Coche.

VEGETAÇÃO E USO DA TERRA NO ESTADO NUEVA ESPARTA, VENEZUELA: UMA ANÁLISE DESDE A ECOLOGIA DA PAISAGEM

Virginia Sanz, Mailén Riveros, Mylene Gutiérrez e Rafael Moncada

RESUMO

A ilha de Margarita é uma das regiões da Venezuela que tem sofrido maiores mudanças na estrutura socioeconômica nos últimos 40 anos. A partir de 1970 a agricultura e a pesca têm perdido importância a favor do turismo e os serviços, o que tem levado à expansão do urbanismo. Não tem havido uma avaliação do impacto destas mudanças sobre os ambientes da ilha, pelo qual foi sugerido realizar uma avaliação quantitativa da vegetação e usos atuais, incluindo uma análise de fragmentação da vegetação natural. A paisagem na ilha de Margarita é muito diversa; se identificaram 30 coberturas, 19 delas correspondendo a tipos de vegetação e 11 a usos da terra. A vegetação dominante é composta de arbustos e, em segundo lugar, por cactos. Os ambientes

com maior fragmentação são bosques secos e arbustos associados a quebradas, devido a fatores naturais. As maiores transformações da paisagem produto do crescimento urbano são no sector oriental da ilha, onde se concentra 97% dos usos. Devido a que as áreas residenciais tem se desenvolvido em áreas planas ao redor de montanhas, os maiores efeitos da fragmentação identificados a escala de trabalho (1:50.000) estão associados à vegetação natural nas áreas altas, sem afetar nenhum tipo de vegetação em particular. As outras duas ilhas do estado Nueva Esparta, Coche e Cubagua, têm uma paisagem mais homogênea, dominada por arbustos ralos e cactos, com uma extensão limitada de usos urbanos em Coche.