
Identificación de conflictos

de uso de la tierra para la observación de *Cuniculus paca*, Ecuador

Identification of land use conflicts
for the observation of *Cuniculus paca*, Ecuador

Scarlet Cartaya Ríos¹

Shirley Zurita Alfaro²

Roddy Mantuano-Eduarte³

¹ Universidad Laica Eloy Alfaro de Manabí, Facultad de Ciencias Agropecuarias, Manta, provincia de Manabí, Ecuador / Instituto Pedagógico de Caracas, Centro de Investigaciones 'Estudios del Medio Físico Venezolano', Departamento de Ciencias de la Tierra. Caracas, Venezuela

² Ministerio del Ambiente de Ecuador (MAE). Quito, Ecuador.

³ Universidad Laica Eloy Alfaro de Manabí, Facultad de Ciencias Agropecuarias. Manta (provincia de Manabí), Ecuador

scarletcartaya@gmail.com

isza1984@gmail.com

rody.scout@gmail.com

Resumen

El objetivo es identificar los conflictos de uso de la tierra para la determinación de sitios óptimos de observación de *Cuniculus paca*, en dos sectores de Ecuador. La metodología consistió en el empleo de: Matriz de Jerarquías Analíticas de la Técnica Compensatoria Aditiva de la Evaluación Multicriterios; matriz de contrastes; cruce algebraico con un SIG; identificación del bosque húmedo tropical mediante interpretación visual sobre ortofotomapas y la técnica de clasificación supervisada, se verificó su confiabilidad con la matriz de confusión y el índice de Kappa. Se concluyó que en los sectores en estudio el uso adecuado del suelo representa menos del 20% del total. La mayor parte de las tierras están subutilizadas, con lo cual las áreas para la observación de la especie cinegética están restringidas a escasos sitios. La precisión global fue de 81,6% y el índice de Kappa de 75,2%.

Palabras clave: conflictos de uso; sistemas de información geográfica; uso potencial; uso actual.

Abstract

The aim of this paper is the identification of land use conflicts for the determination of observation sites of the Cuniculus paca, by using camera-trap, in two areas of Ecuador. The methodology consisted of: The Analytical Hierarchy Process (AHP); Multicriteria Evaluation (MCE); GIS; identification of the forest wet tropical by means of visual interpretation on orthophotomaps and the supervised classification technique. Its reliability was verified by using the Confusion Matrix and Kappa Index. We concluded that it is seen in the studied areas that the proper use of the soil represents less than 20% of the total. Most of the lands are underutilized, according to the categories of spatial analysis that were used, with which the areas for the observation of the hunting species are restricted to few sites. The overall accuracy was 81.6% and the Kappa index was 75.2%.

Key words: conflict use; geographic information systems; potential use; current use.

1. Introducción

Ecuador es uno de los países de América del Sur con mayor biodiversidad (Estrella *et al.*, 2005; Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza, 2014). Preservar la fauna que está bajo amenaza por efectos de la deforestación de hábitats naturales, sobreexplotación y cacería ilegal (Sierra, 2013; Rodríguez y Ortega, 2012; De Osma Vargas-Machuca *et al.*, 2014; Escribano-Ávila *et al.*, 2017), parte de tomar un conjunto de medidas que mitiguen la depredación y degradación de los recursos naturales, aspecto que hoy en día ocupa a los organismos del Estado, mediante el Plan Nacional del Buen Vivir 2013-2017 (Secretaría Nacional de Planificación y Desarrollo, 2013) y la Estrategia Nacional de Biodiversidad (Ministerio del Ambiente de Ecuador, 2016), encargados de velar por su conservación.

Correspondiendo con la necesidad de contar con información fundamental para el país, que aporte al conocimiento de la situación-problema que está afectando a la fauna silvestre, en específico la *Cuniculus paca* (Guanta), se requiere para su observación con cámara-trampa, identificar el bosque húmedo tropical en donde la matriz circundante tenga poca perturbación antrópica.

Es por ello que el presente estudio tiene como objetivo identificar los conflictos de uso de la tierra para la determinación de los sitios óptimos de observación de *Cuniculus paca* en el Refugio de Vida Silvestre Costero Marino Pacoche (RVSMC Pacoche) y un sector al noroeste del cantón Flavio Alfaro de la provincia de Manabí, empleando un sistema de información geográfica combinado con técnicas de la Evaluación Multicriterio.

La *Cuniculus paca* es una especie que se caracteriza por tener amplia distribución geográfica en la región neotropical del territorio

ecuatoriano, habitando en los bosques húmedos, secos, tropicales y subtropicales de la costa y la Amazonía (Albuja *et al.*, 1993; Tirira, 2007; 2011). Los sectores en estudio han estado bajo la presión de la expansión de actividades antrópicas, confinando a pequeños fragmentos los bosques, hábitat natural de esta especie, por lo cual la finalidad de esta investigación consiste en proporcionar la mayor cantidad de opciones, donde los remanentes de bosque estén lo menos perturbados y funcionen como potenciales unidades biológicas de observación.

Ello requiere la delimitación del espacio en categorías donde se generen conflictos o no de uso de la tierra, lo cual es básico para orientar las posibles variables que pudieran estar interviniendo en la abundancia y distribución de la especie terrestre en estudio, y de esta manera contribuir con la preservación de las áreas naturales de Ecuador.

En este sentido, se asume por cobertura del suelo a los distintos rasgos que cubren la tierra que pueden ser identificados como unidades de vegetación natural arbórea, arbustiva o herbácea; agua, suelos desnudos o estructuradas que fueron creadas por el hombre plantaciones permanentes, así como, las áreas ocupadas en un sector (Instituto Geográfico Agustín Codazzi y Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria, 2002). Por otro lado, el uso del suelo se aplica al empleo que el hombre da a los diferentes tipos de cobertura para satisfacer sus necesidades (Vargas, 1992; Meyer & Tuner, 1994; Lambin, 1997).

Se entiende como conflictos de uso aquellas zonas que están siendo utilizadas en discordancia con su vocación natural; son áreas donde existe discrepancia entre el uso que el hombre hace del medio natural y aquel que debería tener (Instituto Geográfico Agustín Codazzi y Corporación Colombiana de Investigación

Agropecuaria, 2002; Molina y Rivas, 2007). El uso potencial se concibe como la capacidad o vocación de la tierra según su naturaleza, indicando que el suelo está siendo utilizado adecuadamente, situación ésta que se define como equilibrio y significa que el uso existente en el suelo presenta exigencias iguales a las ofertas ambientales (López, 2010).

Las diferencias entre el uso actual y el potencial generan dos situaciones: la subutilización del suelo, cuando las demandas del uso actual existente son mayores que la oferta productiva del suelo, dadas las características de éste; y el sobreuso del suelo cuando las exigencias del uso actual o cobertura vegetal existente son mayores que la oferta productiva del suelo. Los conflictos de uso de la tierra son expresión de la creciente presión humana sobre el ambiente natural, para lo cual integrar la cantidad de variables que intervienen para poder categorizar los conflictos y así lograr una localización óptima de los sitios de observación, requiere de estructurar la información de la forma más objetiva, para ser evaluada y ponderada en el contexto de la Matriz de Jerarquías Analíticas de la Técnica Compensatoria Aditiva (Saaty, 1990; 2008), que es una forma de facilitar la interpretación de los datos (Uyan, 2013), y de alimentar la construcción de las categorías de uso de la tierra en la matriz de contraste.

Proporcionar este análisis espacial requiere del empleo de SIG (Hossain *et al.*, 2009; Hossain & Das, 2010; Zhang *et al.*, 2011; Walke *et al.*, 2012; Sánchez-Lozano *et al.*, 2013), combinado con algunas técnicas de la Evaluación Multicriterios (Zhang *et al.*, 2012; Borgogno-Mondino *et al.*, 2015), que en conjunto han sido aplicados en un gran número de estudios que abarcan diversos temas, como la planificación urbana y rural, la elección de diferen-

tes tipos de instalación, mapas de uso del suelo, reducción de riesgos naturales e impacto, distribución de recursos limitados entre otros (Chen *et al.*, 2010; Iojă *et al.*, 2014; Perpiña *et al.*, 2013; Nguyen *et al.*, 2015), dando buenos resultados.

2. Metodología

2.1 Área de estudio

El RVSCM Pacoche es un área bajo administración especial. Se localiza en la región litoral, al suroeste de la provincia de Manabí. Geoastronómicamente, se ubica entre las coordenadas: punto noroccidental: 01°03'33"S y 80°54'40"W; punto nororiental: 01°03'25"S y 80°51'28"W; punto suroccidental: 01°09'60"S y 80°51'59"W; punto suroriental: 01°07'41"S y 80°50'25", Datum WGS84, Zona 17 S, Proyección Universal Transversa de Mercator.

El área abarca una extensión total 13.714,77 hectáreas en dos bloques: un área marina y otra terrestre. La marina cubre una superficie de 8.618,35 ha y la terrestre 5.096,41 ha. La terrestre se extiende desde el nivel del mar hasta los 363 m de altitud y está formada por las vertientes occidentales y orientales de los cerros de Pacoche, que forman parte del macizo discontinuo de la cordillera costanera en Manabí (Ministerio del Ambiente de Ecuador, 2009).

Flavio Alfaro se trata de un área no protegida. Se localiza en el centro-norte de la provincia de Manabí. Geoastronómicamente, se ubica entre las coordenadas: punto noroccidental: 01°03'33"S y 80°54'40"W; punto nororiental: 01°03'25"S y 80°51'28"W; punto suroccidental: 01°09'60"S y 80°51'59"W; punto suroriental: 01°07'41"S y 80°50'25", Datum WGS84, Zona 17 S, Proyección Universal Transversa de Mercator

(Figura 1).

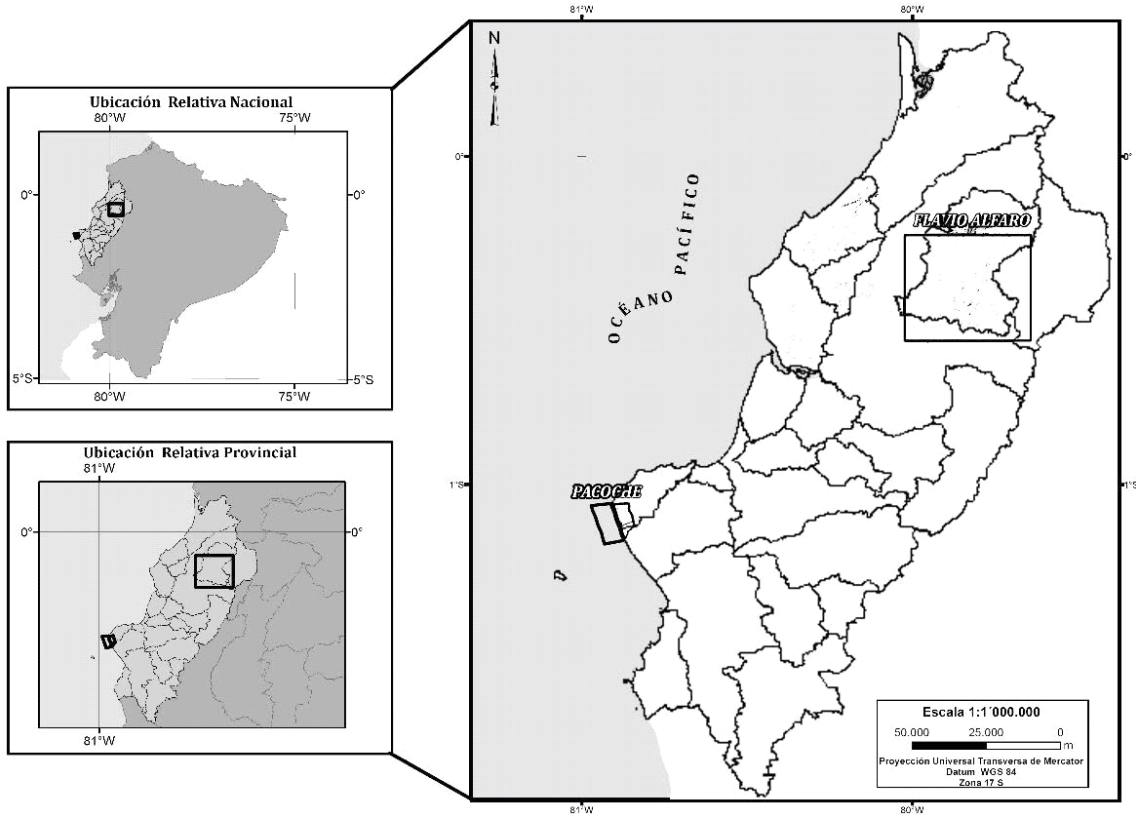


Figura 1 Localización geográfica de los sectores en estudio, provincia de Manabí, Ecuador. *Fuente cartográfica:* Mapa base del Instituto Geográfico Militar (2013) y Mapas temáticos del Ministerio del Ambiente de Ecuador (2014). Departamento Central de Investigación (2016)

2.2 Conflictos de uso de la tierra

El mapa de conflictos de uso es un producto del cruce algebraico entre uso actual con uso potencial de la tierra. Se inició determinando los niveles de conflictos mediante la matriz de contraste y la Técnica Compensatoria Aditiva del Método de las Jerarquías Analíticas (MJA), (Saaty, 1990; 2008), de la Evaluación Multicriterios (Gómez y Barredo, 2005), para lograr mayor objetividad en el análisis.

La MJA se basa en el desarrollo de prioridades, que son producidas a partir de una evaluación de concordancia de un par de criterios. Éstas son cuantificadas mediante juicio de expertos. En este análisis, cada parámetro

recibe un puntaje de acuerdo al nivel de importancia de la relación de los pares involucrados, en la asignación de pesos.

Se diseñó cada matriz con su correspondiente escala de valoración y el cuadernillo de instrucciones para expertos. Se envió vía correo electrónico para ser respondida por un grupo de profesionales seleccionados de manera intencional. Los criterios a considerar para realizar estas comparaciones se presentan en el **Cuadro 1**.

Se considera a los criterios 'X' (en la columna) y los criterios 'J' (en la fila) para evaluar su relación directa, empleando la escala del 1 (igual preferencia) al 4 (preferencia

absoluta), colocando en la casilla que corresponda a la intercepción del par examinado (Cuadro 2).

Se recibieron un total de 34 matrices-muestras. Los resultados obtenidos fueron sometidos a tratamiento estadístico. Estos datos sirvieron para la identificación de los criterios de decisión, la estructuración de los factores de una forma jerárquica y el establecimiento de la importancia relativa de cada uso potencial en los sectores sometidos a estudio.

Posteriormente a la asignación del peso, se utilizó la matriz de contraste con tres categorías de conflictos: **i)** uso adecuado; **ii)** subuso y **iii)** sobreuso. Para diferenciar los conflictos en el mapa se emplearon los colores: verde, amarillo y rojo, respectivamente. Con los resultados de esta matriz se elaboran los mapas de categorías de conflictos de uso de la tierra.

Antes de estructurar el mapa de conflictos de uso de la tierra, se construyeron los mapas de uso actual y potencial. El de uso actual se elaboró a partir de la interpretación visual de imágenes satelitales *RapidEye*, visitas a campo y cartas oficiales. En el uso potencial se empleó el mapa de aptitud agrícola; se trata de un documento cartográfico oficial diseñado a partir de los planes de ordenamiento territorial y de ordenanzas cantonales y provinciales.

2.3 Identificación de cobertura boscosa

En la identificación de la cobertura boscosa para RVSMC Pacoche, se usó la técnica de clasificación supervisada: para ello se trabajó con las imágenes *RapidEye*, con nivel de tratamiento 3A (imágenes ortorectificadas). Es multiespectral 5 bandas: rojo, verde, azul, *RedEdge*, Infrarrojo Cercano, de 5 metros de

Cuadro 1 Escala de valoración de la Matriz de Jerarquías Analíticas

Importancia	Definición	Descripción
1	Igual preferencia	Los dos criterios (x,j) contribuyen de igual manera a los conflictos de uso de la tierra
2	Moderada preferencia	Pasadas experiencias favorecen al criterio (x) sobre (j)
3	Fuerte preferencia	Prácticamente la dominancia del criterio (x) sobre el (j) está demostrado
4	Absoluta preferencia	Existe evidencia que determina la supremacía del criterio (x)

Cuadro 2 Matriz de Jerarquías Analíticas del uso potencial

(j) (x)	Bosque	Cultivo	Pasto	Sin uso agrícola	Σx_j	$\Sigma x_j/n$	$\Sigma(\Sigma x_j/n)/\Sigma x_j/n$
Bosque	1						
Cultivo		1					
Pasto			1				
Sin uso agrícola				1			
					$\Sigma x_j =$		

resolución espacial y 12 bits de resolución radiométrica, con sistema de coordenadas UTM / WGS-84 / Zona 17. Éstas se capturaron el 23 de marzo del 2011.

La clasificación supervisada permite explorar diferentes tipos de atributos o clases por medio del análisis estadístico multivariado; ésta se basa en la asignación de un objeto o un fenómeno físico a una de las diversas categorías o clases para lo cual se debe tener conocimiento previo del área de entrenamiento. La clasificación es una técnica muy útil, usada en diversos campos, en particular en el reconocimiento de patrones espaciales (Chuvieco, 2006; Ormeño, 2006). A la clasificación se le evaluó el grado de precisión mediante el uso de una matriz de confusión y la concordancia a través del estadístico Kappa.

En el caso de Flavio Alfaro se interpretó y delimitó la cobertura boscosa, a través del análisis visual, usando el paquete SIG *ArcGIS* (versión 10.1) sobre un conjunto de ortofotomapas a escala 1:5.000, generados por el Ministerio de Agricultura, a través del Programa Sistema Nacional de Información y Gestión de Tierras Rurales e Infraestructura Tecnológica (SIG-Tierras), bajo la fiscalización del Instituto Geográfico Militar (IGM). Los ortofotomapas se encuentran dentro de un sistema de coordenadas UTM, datum WGS-84, Zona 17, adquiridas en el año 2015.

2.4 Selección de los sitios óptimos de observación

La selección de sitios óptimos de observación de la *Cuniculus paca* se realizó mediante el cruce algebraico de la capa de cobertura de bosque húmedo tropical con la capa de uso adecuado y subuso, mediante el empleo de un SIG. Éstas se destacaron con un círculo enume-

rado y se le determinó un punto medio donde se tomaron las coordenadas geográficas.

3. Resultados y discusión

La identificación de las áreas boscosas para RVSMC Pacoche se realizó mediante la clasificación supervisada, lográndose determinar los remanentes de vegetación nativa, otros usos y coberturas, tales como: mar, infraestructura, bosque húmedo, cultivos, sin cobertura, bosque seco. Fue necesario determinar la confiabilidad de la data; para ello se aplicó la matriz de confusión y el coeficiente estadístico de Kappa. Los resultados indicaron que la precisión global es de 81,67% y la concordancia entre los píxeles seleccionados y la realidad es de 75,24%, por lo que se considera que son confiables los resultados obtenidos por esta técnica multivariante (**Cuadro 3**).

Identificados los usos y coberturas de la tierra, se procedió a indicar los conflictos de uso; para ello se empleó la matriz de contraste (**Cuadro 4**), los cuales se representaron en mapas (**Figuras 2 y 3**). En el RVSCM Pacoche se observa que casi toda el área continental (50,45 km²) registra subuso 46,10 km² (91%), sólo 3,05 km² (6%) con sobreuso, que coincide con las áreas de mayor actividad agrícola, quedando 1,3 km² (3%) con un uso apropiado a sus condiciones naturales, en el norte de la reserva, donde el bosque húmedo está mejor preservado. Se observa que hay un desplazamiento de las actividades agrícolas sobre las áreas protegidas de bosques, lo que puede generar un aumento de la fragmentación de la vegetación nativa y vulnerabilidad de las especies silvestres que allí habitan.

Según el Mapa de Uso Adecuado y Conflicto de la Tierra del Ecuador Continental (Ministerio de Agronomía, Ganadería, Acuicul-

Cuadro 3 Matriz de confusión

Clase	Mar	Infraestructura	Bosque Húmedo	Cultivos	Sin Cobertura	Bosque Seco	Total
Mar	51	0	0	0	0	0	51
Infraestructura	0	27	0	1	6	7	41
Bosque Húmedo	0	0	15	0	0	0	15
Cultivo	0	0	0	0	0	0	1
Sin Cobertura	0	0	0	2	14	0	36
Bosque Seco	0	0	0	0	7	0	7
Total	51	28	15	3	27	7	131
Exactitud total						0.816	81.6
Kappa						0.752	75.2

Cuadro 4 Matriz de contraste con las categorías de conflictos de uso de la tierra

Uso actual	Uso Potencial	Conflicto
Pasto	Bosque	Sobreuso
	Cultivos	Subuso
	Pastos	Adecuado
	Sin uso agrícola	Subuso
Zona Urbana	Bosque	Sobreuso
	Cultivos	Subuso
	Pastos	Sobreuso
	Sin uso agrícola	Adecuado
Vegetación Natural	Bosque	Adecuado
	Cultivos	Sobreuso
	Pastos	Sobreuso
	Sin uso agrícola	Subuso
Bosque Natural	Bosque	Adecuado
	Cultivos	Sobreuso
	Pastos	Sobreuso
	Sin uso agrícola	Subuso
Arboricultura	Bosque	Sobreuso
	Cultivos	Adecuado
	Pastos	Subuso
	Sin uso agrícola	Sobreuso
Bosque intervenido	Bosque	Sobreuso
	Cultivos	Adecuado
	Pastos	Adecuado
	Sin uso agrícola	Subuso
Banco de Arena	Bosque	Sobreuso
	Cultivos	Sobreuso
	Pastos	Subuso
	Sin uso agrícola	Adecuado

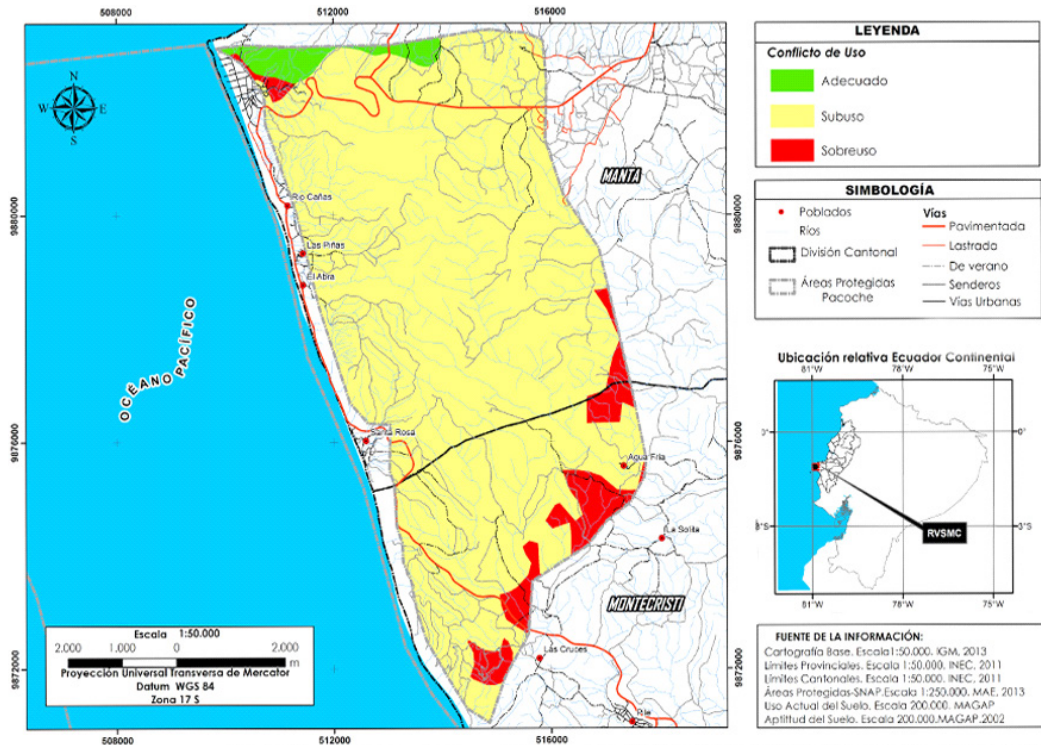


Figura 2 Mapa de conflictos de uso del suelo del Refugio de Vida Silvestre, Marino, Costero Pacoche, provincia de Manabí, Ecuador. *Fuentes:* Cartografía Base 1:50.000 (Instituto Geográfico Militar, 2013). Límites Cantonales y Provinciales 1:50.000 (Instituto Nacional de Estadística y Censo, 2011). Áreas Protegidas 1:250.000 (Ministerio del Ambiente de Ecuador, 2014). Uso Actual del Suelo y Aptitud del Suelo 1:200.000 (Ministerio de Agricultura, Ganadería, Acuicultura y Pesca, 2002). Departamento Central de Investigación (2016)

tura y Pesca, 2002), único documento oficial, Pacoche presentaba 10% de uso adecuado en el norte de la reserva, coincidiendo con el obtenido por el método aplicado. En cambio, sólo el 30% del área se encontraba subutilizada, mientras que el 60% mostraba sobre uso. Estos valores contrastan con los obtenidos, por cuanto se presume que, a partir de 2008, la figura de protección otorgada contribuyó al cambio de uso de la tierra.

En el caso de Flavio Alfaro con 1.500 Km² de área en estudio, para el Ministerio de Agricultura, Ganadería, Acuicultura y Pesca (2002), el 90% presentaba un subuso del suelo y 10% de sobreuso. Aplicando el método

multicriterio, 73 km² (5%) tiene uso adecuado a sus potencialidades, que coincide con la zona donde las pendientes son de moderadas a fuertes y la red de drenaje es dendrítica a subdendrítica, controlado por la litología aflorante. El sobreuso del suelo coincide con las áreas donde se practica la agricultura en forma más intensiva, corresponde a 505 km² (34%). El resto del área 922 km² (61%), registra un subuso del suelo. La discrepancia entre los datos oficiales y los determinados en este estudio, posiblemente se deba que ha aumentado el interés por la tierra basado más en la dinámica económica que a sus potencialidades y propiedades.

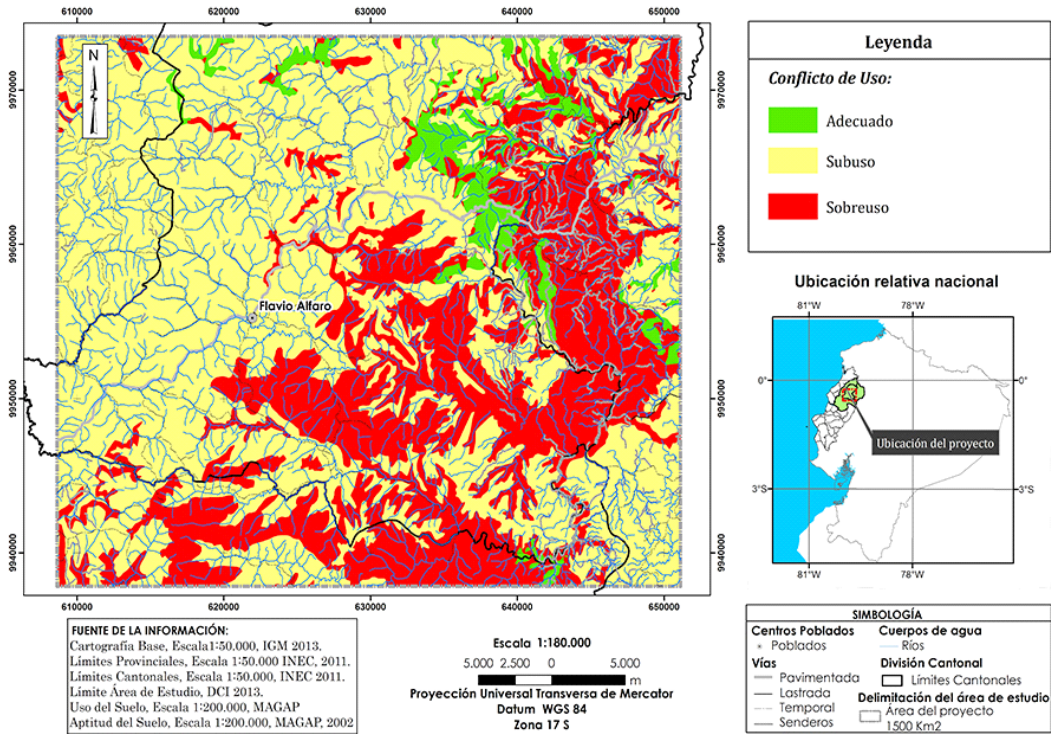


Figura 3 Mapa de conflictos de uso del suelo de Flavio Alfaro, provincia de Manabí, Ecuador. *Fuentes:* Cartografía Base 1:50.000 (Instituto Geográfico Militar, 2013). Límites Cantonales y Provinciales 1:50.000 (Instituto Nacional de Estadística y Censo, 2011). Uso Actual del Suelo y Aptitud del Suelo 1:200.000 (Ministerio de Agricultura, Ganadería, Acuicultura y Pesca, 2002). Departamento Central de Investigación (2016)

Una vez generados los mapas de conflictos de uso se procedió a identificar los sitios óptimos de observación; para ello se realizó la sobreposición del mapa de conflictos con la capa de cobertura natural, de donde se extrajo el área ocupada por los bosques en cada categoría de uso de la tierra (**Cuadro 5**).

En el RVS MC Pacoche, la cobertura boscosa es de 20,2 km² de 50 km², es un poco más homogénea en la parte central y se presenta fragmentada hacia los bordes. Casi toda esta cobertura está emplazada sobre suelos con subuso (93%), el 6% en sobreuso y 1% en uso adecuado. Con lo cual son escasos los sectores con poca perturbación.

Como se aprecia en la actualidad, la cobertura boscosa abarca 126,28 km² de 1.500 km² en el sector de Flavio Alfaro; esta cobertura se caracteriza por estar fragmentada en parches de bosque rodeados por zonas agrícolas, ganadera y de bosques intervenidos. En donde el 55% de los bosques se encuentra en tierras con sobreuso, el 39% en sectores con subuso del suelo y sólo el 6% en uso adecuado.

Se considera que las áreas en equilibrio son las que poseen un uso adecuado, ya que están de acuerdo con las potencialidades de la tierra. Por presentarse la cobertura boscosa fragmentada, las áreas en equilibrio fueron identificadas como aquellas que se encuentran

Cuadro 5 Cobertura boscosa y conflictos de uso de la tierra

	Ha	km ²	%
Flavio Alfaro			
Área total de bosque	12.628,05	126,28	100
Área de bosque / sobreuso	6.919,81	69,19	55
Área de bosque / uso adecuado	768,57	7,68	6
Área de bosque / subuso	4.939,65	49,39	39
RVSMC Pacoche			
Área total de bosque	2012,98	20,12	100
Área de bosque / sobreuso	122,82	1,22	6
Área de bosque / uso adecuado	28,76	0,28	1
Área de bosque / subuso	1861,15	18,61	93

cubiertas de bosque nativo húmedo. También se incluyeron las zonas con subuso, aunque no hay equilibrio entre lo que debe ser y lo que se desarrolla; se considera que las actividades actuales, como son la agroforestal y silvo-pastoril, no causan una perturbación antrópica importante, además, existen reporte de la especie *Cuniculus paca* en los mencionados sectores (De Osma Vargas-Machuca *et al.*, 2014; Griffith, 2014).

Los datos obtenidos indican que existen pocos lugares que cumplan con las condiciones apropiadas como hábitat de la *Cuniculus paca*. Estos lugares son las áreas boscosas cercanas a las fuentes de agua y poco perturbadas por la actividad antrópica. En función de estos resultados, se propone para el caso de RVSMC Pacoche, 23 sitios óptimos de observación, ubicados a lo largo de las corrientes fluviales y sobre los fragmentos de bosque (Figura 4) y distribuidos en tres transeptos. En el Cuadro 6 se indican las coordenadas de cada punto, para su localización en campo.

En Flavio Alfaro, los bosques que están sobre las áreas menos perturbadas, se encuentran fragmentados y distantes; por ello no se

logró establecer transeptos. Se identificaron 16 sitios óptimos de observación de la *Cuniculus paca*, localizados en los parches boscosos cercanos a afluentes fluviales (Figura 5) y sus coordenadas están referidas en el Cuadro 6.

Con la aplicación MJA, se determinó el peso ponderado para el uso potencial para el RVSMC Pacoche y un sector de Flavio Alfaro (Cuadros 7-8).

A criterio de expertos, el uso potencial para el RVSMC Pacoche, debería estar de la siguiente manera: el 53% del área para la conservación de bosques, un 38% aproximadamente para actividades agropecuarias de donde el 22% de las tierras sean destinadas para cultivos y el 16% para pastizales y solamente 9% de usos no agrícolas, lo cual comprendería básicamente infraestructura como vías de comunicación, tendido eléctrico e infraestructura turística, entre otras.

Estos resultados se deben a que el bosque de Pacoche fue recientemente incluido dentro del Sistema Nacional de Áreas Protegidas del Ecuador, razón por la cual se mantienen ciertos usos, debido a la presencia de poblaciones que existían dentro del sector desde antes de la creación de la figura de protección.

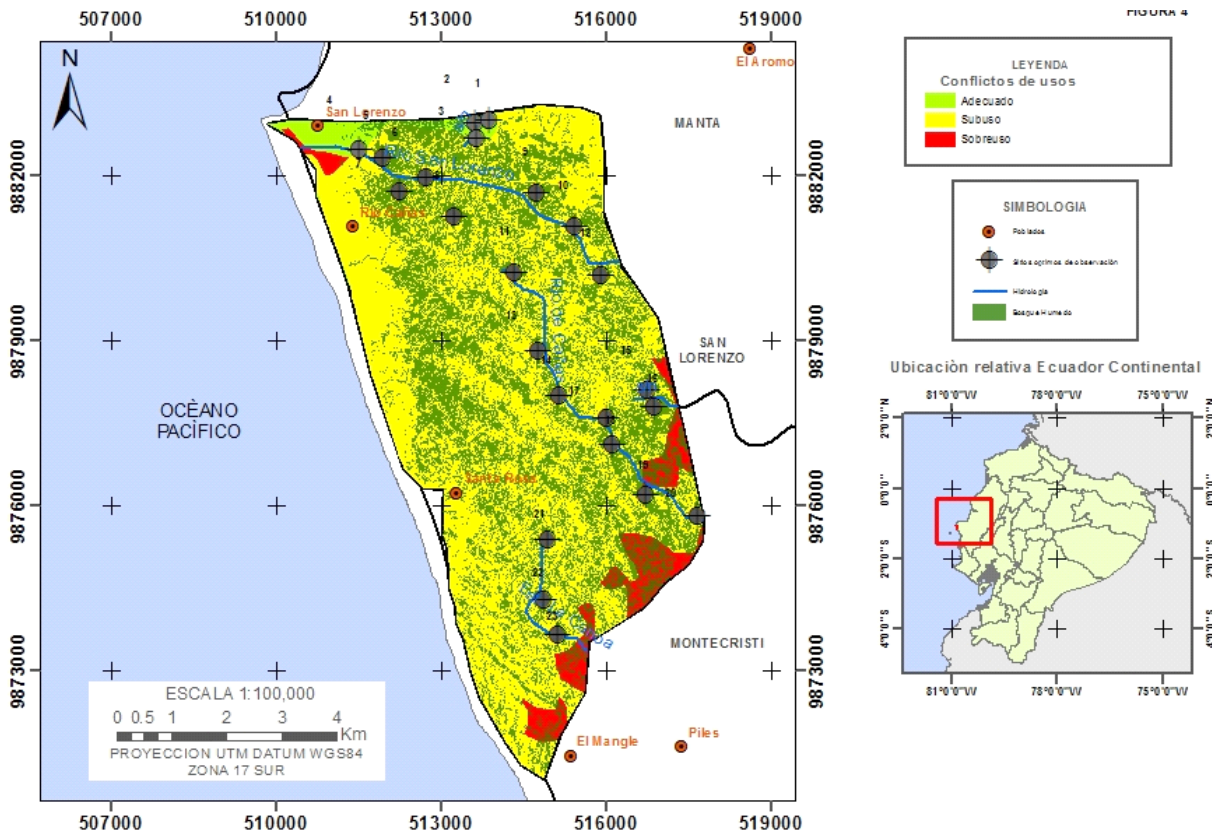


Figura 4 Localización de los sitios de observación óptimos en el RVSMC Pacoche. *Fuentes:* Cartografía Base 1:50.000 (Instituto Geográfico Militar, 2013). Límites Cantonales y Provinciales 1:50.000 (Instituto Nacional de Estadística y Censo, 2011). Áreas Protegidas 1:250.000 (Ministerio del Ambiente de Ecuador, 2014). Uso Actual del Suelo y Aptitud del Suelo 1:200.000 (Ministerio de Agricultura, Ganadería, Acuicultura y Pesca, 2002). Departamento Central de Investigación (2016)

En el caso de Flavio Alfaro, el uso potencial en el sector debería ser ocupado (53%) por bosques, (28%) cultivos, (12%) pastos, (8%) sin uso agrícola.

El desarrollo de la actividad agropecuaria en los últimos años ha traído como consecuencia la disminución de las zonas boscosas de los sectores en estudio, hábitat de la especie cinegética *Cuniculus paca*, lo cual limita la identificación de sitios óptimos para la observación. Además, hay que considerar que la expansión de la frontera agrícola y pecuaria,

no necesariamente responde a las potencialidades de la tierra, ya que predominan el sub uso y sobreuso de la tierra.

4. Conclusiones

Se puede apreciar en ambos sectores en estudio que el uso adecuado del suelo representa menos del 20% del total. La mayor parte de las tierras están subutilizadas, según las categorías de análisis espacial que se emplearon. La determinación de los conflictos de uso permi-

Cuadro 6 Coordenadas UTM de los sitios óptimos de observación en RVSMC Pacoche y un sector de Flavio Alfaro

Sitio óptimo de observación	X	Y
RVSMC Pacoche		
1	513860	9883010
2	513600	9882960
3	513635	9882690
4	511490	9882470
5	511941	9882330
6	512713	9881970
7	512238	9881710
8	513232	9881250
9	514725	9881700
10	515410	9881080
11	514325	9880240
12	515899	9880200
13	514753	9878810
14	515124	9878010
15	516739	9878110
16	516862	9877810
17	516000	9877610
18	516086	9877130
19	516703	9876210
20	517634	9875820
21	514920	9875390
22	514842	9874310
23	515094	9873660
Flavio Alfaro		
1	633924	9966430
2	633420	9965090
3	631644	9961300
4	616766	9958030
5	634896	9957740
6	648662	9957300
7	648141	9956920
8	641660	9956850
9	649260	9954150
10	640721	9949860
11	618461	9951050
12	626435	9945990
13	642181	9944220
14	628250	9941530
15	642717	9940480
16	614674	9940390

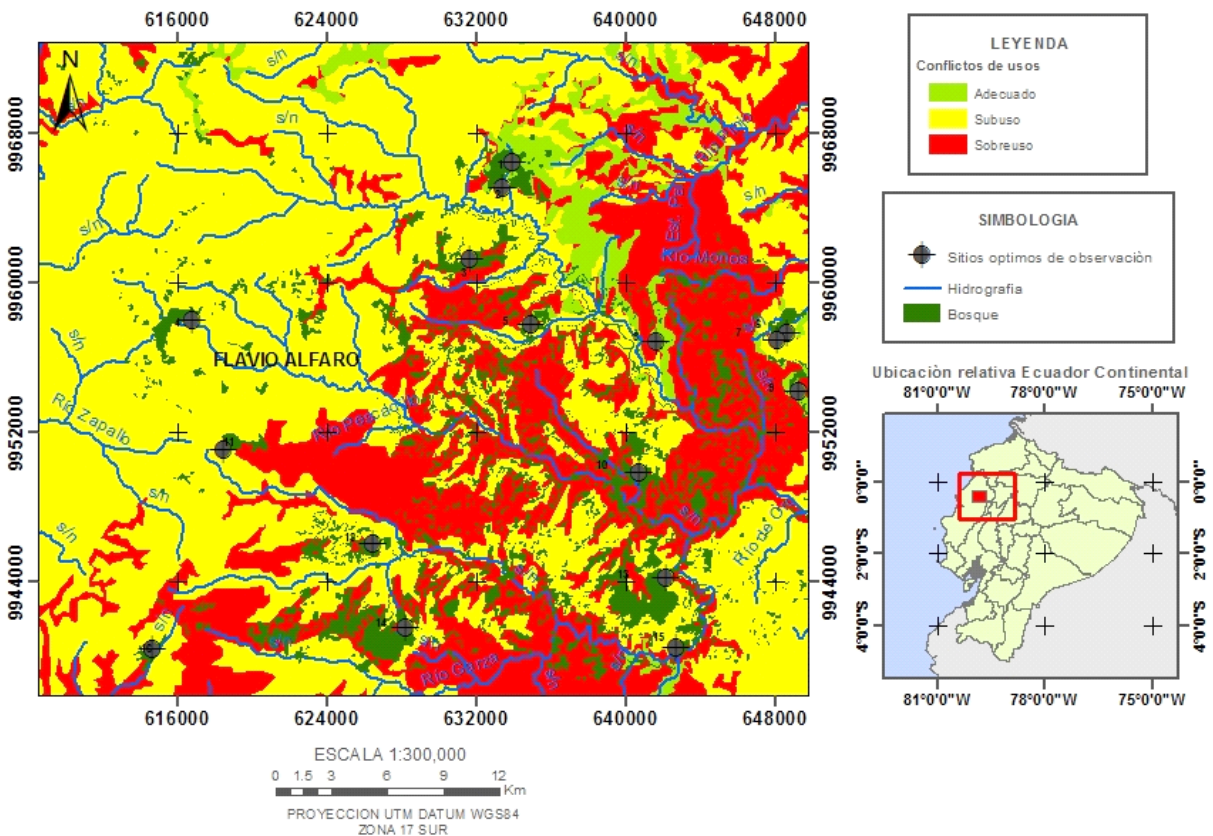


Figura 5 Localización de los sitios óptimos de observación en un sector de Flavio Alfaro. *Fuentes:* Cartografía Base 1:50.000 (Instituto Geográfico Militar, 2013). Límites Cantonales y Provinciales 1:50.000 (Instituto Nacional de Estadística y Censo, 2011). Departamento Central de Investigación (2016)

tió conocer el estado ambiental de los sectores estudiados, basados en sus potencialidades y limitaciones. En el caso de RVSMC Pacoche, se trata de una zona caracterizada por la presencia de bosque seco y húmedo intervenido, con red hidrográfica de régimen estacional y que, a pesar de la figura de protección, presenta un marcado subuso. A su vez, Flavio Alfaro presenta suelos con vocación agrícola y pecuaria, densa red de drenaje y áreas boscosa casi en extinción. Esto permite orientar la selección de las posibles variables que pudieran estar interviniendo en la abundancia y distribución de especies cinegéticas de la región. Además,

se pueden aprovechar con fines conservacionistas y agroturismo. Se identificaron un total de 39 sitios óptimos de observación, que pueden funcionar como potenciales unidades biológicas para el estudio de la especie terrestre *Cuniculus paca* en la provincia de Manabí.

La aplicación de la Técnica Compensatoria Aditiva denominada Método de las Jerarquías Analíticas de la Evaluación Multicriterio, para asignar puntajes ponderados a los potenciales usos de la tierra, resultó ser una alternativa complementaria y objetiva que permitió orientar el análisis y alimentar la matriz de contraste.

Cuadro 7 Matriz síntesis de uso potencial para RVSMC Pacoche

(j) (x)	Bosque	Cultivo	Pasto	Sin uso agrícola	Σx_j	$\Sigma x_j/n$	$\Sigma(\Sigma x_j/n)/\Sigma x_j/n$
Bosque	1.00	4.00	4.00	4.00	13.00	3.25	0.53
Cultivo	0.25	1.00	2.00	2.00	05.25	1.31	0.22
Pasto	0.25	0.50	1.00	2.00	03.75	0.93	0.16
Sin uso agrícola	0.25	0.50	0.50	1.00	02.25	0.56	0.09
					24.25	6.04	1.00

Cuadro 8 Matriz síntesis de uso potencial para un sector de Flavio Alfaro

(j) (x)	Bosque	Cultivo	Pasto	Sin uso agrícola	Σx_j	$\Sigma x_j/n$	$\Sigma(\Sigma x_j/n)/\Sigma x_j/n$
Bosque	1.00	4.00	4.00	4.00	13.00	3.25	0.52
Cultivo	0.25	1.00	3.00	3.00	07.25	1.81	0.28
Pasto	0.25	0.33	1.00	2.00	03.33	0.83	0.12
Sin uso agrícola	0.25	0.33	0.50	1.00	02.08	0.52	0.08
					25.66	6.41	1.00

La planificación y el ordenamiento territorial implica la identificación de usos de la tierra y cobertura vegetal, para intentar implementar medidas que regulen la agricultura en el contexto sostenible y estimular donde sea necesario el cambio de uso, para de esta manera, proteger-preservar las pequeñas áreas boscosas nativas, hábitat de especies silvestre.

5. Nota

Cuniculus paca es un roedor de mediano tamaño, noctámbulo, territorial, sedentario y solitario. Se distribuye desde el sureste de México hasta el norte de Argentina. Se le conoce de distintas maneras; en Ecuador como Guanta o Lumucha.

6. Agradecimientos

Este trabajo de investigación fue apoyado por: **a)** el ‘Proyecto Prometeo’ de la Secretaría Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación (SENESCYT), de la República de Ecuador; **y b)** el proyecto Aspectos ecológicos y densidad poblacional de la Guanta (*Cuniculus paca*) en las áreas del RVSMC Pacoche y el área no protegida de Flavio Alfaro en la provincia de Manabí, del Departamento Central de Investigación de la Universidad Laica Eloy Alfaro de Manabí (ULEAM).

7. Referencias citadas

- ALBUJA, L.; ALMENDARIZ, A.; BARRIGA, R. y P. MENA. 1993. "Inventario de los Vertebrados del Ecuador". En: *Investigación para la Conservación de la Diversidad Biológica en Ecuador*. pp. 83-103. Ecociencia. Quito, Ecuador.
- BORGOGNO-MONDINO, E.; FABIETTI, G. & F. AJMONE-MARSAN. 2015. "Soil quality and landscape metrics as driving factors in a multi-criteria GIS procedure for peri-urban land use planning". *Urban Forestry & Urban Greening*, 14(4): 743-750.
- CHEN, Y.; YU, J. & S. KHAN. 2010. "Spatial sensitivity analysis of multi-criteria weights in GIS-based land suitability evaluation". *Environmental Modelling & Software*, 25(12): 1.582-1.591.
- CHUVIECO, E. 2006. *Teledetectación ambiental: la observación de la Tierra desde el espacio*. Edt. Ariel. Barcelona, España.
- DEPARTAMENTO CENTRAL DE INVESTIGACIÓN. 2016. *Informe Técnico 4: conflictos de uso en algunos sectores de Manabí*. Universidad Laica "Eloy Alfaro de Manabí": Manta, Ecuador.
- DE OSMA VARGAS-MACHUCA, A.; RAMÍREZ-BARAJAS, P.; ROLDÁN TUTIVÉN, M. F.; ORTIZ GÓMEZ, L. e Y. SOLEDISPA BRAVO. 2014. "Patrones de actividad de tres especies de mamíferos cinegéticos en remanentes de bosque, Manabí, Ecuador". *Hippocampus*, 4: 3-7.
- ESCRIBANO-AVILA, G.; CERVERA, L.; ORDÓÑEZ-DELGADO, L.; JARA-GUERRERO, A.; AMADOR, L.; PALADINES, B.; BRICEÑO, J.; PARÉS-JIMÉNEZ, V.; LIZCANO, D.; DUNCAN, D. & C. ESPINOSA. 2017. "Biodiversity patterns and ecological processes in Neotropical dry forest: the need to connect research and management for long-term conservation". *Neotropical Biodiversity*, 3:1: 107-116.
- ESTRELLA, J. R.; J. MANOSALVAS; Y. MARIACA y M. RIBADENEIRA. 2005. *Biodiversidad y Recursos Genéticos: Una guía para su uso y acceso en el Ecuador*. EcoCiencia, INIAP, MAE y Abya Yala. Quito, Ecuador.
- GÓMEZ, M. y J. BARREDO. 2005. *Sistemas de Información Geográfica y Evaluación Multicriterio en la ordenación del territorio*. Ra-Ma. Madrid, España.
- GRIFFITH, D. 2014. *Sostenibilidad de la cacería y otros aspectos ecológicos de las principales especies cinegética en un paisaje antropogénico y en un área protegida de la Provincia de Manabí*. Proyecto de Investigación. Departamento Central de Investigación, Universidad Laica 'Eloy Alfaro de Manabí'. Manta, Ecuador.
- HOSSAIN, M. S.; CHOWDHURY, S. R.; DAS, N. G.; SHARIFUZZAMAN, S. M. & A. SULTANA. 2009. "Integration of GIS and multicriteria decision analysis for urban aquaculture development in Bangladesh". *Landscape and Urban Planning*, 90(3): 119-133.
- HOSSAIN, M. S. & N. G. DAS. 2010. "GIS-based multi-criteria evaluation to land suitability modelling for giant prawn (*Macrobrachium rosenbergii*) farming

- in Companigonj Upazila of Noakhali, Bangladesh”. *Computers and electronics in agriculture*, 70(1): 172-186.
- INSTITUTO GEOGRÁFICO AGUSTÍN CODAZZI y CORPORACIÓN COLOMBIANA DE INVESTIGACIÓN AGROPECUARIA. 2002. *Usos adecuados y conflicto de uso de las tierras en Colombia*. En: Zonificación de los conflictos de uso de las tierras en Colombia. Capítulo IV. pp. 4-106. Bogotá, Colombia.
- INSTITUTO GEOGRÁFICO MILITAR. 2013. *Mapa base*. Escala 1:50.000. Quito, Ecuador.
- INSTITUTO NACIONAL DE ESTADÍSTICA y CENSOS. 2011. *Límites Cantonales y Provinciales*. Escala 1:50.000. Quito, Ecuador.
- IOJĂ, C. I.; NIŢĂ, M. R.; VĂNĂU, G. O.; ONOSE, D. A. & A.A. GAVRILIDIS. 2014. “Using multi-criteria analysis for the identification of spatial land-use conflicts in the Bucharest Metropolitan Area”. *Ecological Indicators*, 42: 112-121.
- LAMBIN, E. F. 1997. “Modelling and monitoring land cover change processes in tropical regions”. *Progress in Physical Geography*, 2: 375-393.
- LÓPEZ, A. 2010. *Estimación de conflictos de uso de la tierra por dinámica de cultivos de palma africana, usando sensores remotos. Caso: Departamento del Cesar*. Trabajo de grado para optar al título de Magíster en Medio Ambiente y Desarrollo de la Universidad Nacional de Colombia, Facultad de Minas, Escuela de Geociencias y Medio Ambiente. Medellín, Colombia.
- MEYER, W. B. & B. L. Turner II (Eds). 1994. *Changes in land use and land cover: a global perspective*, Vol.4. Cambridge University Press.
- MINISTERIO DE AGRONOMÍA, GANADERÍA, ACUACULTURA y PESCA. 2002. *Uso actual y aptitud del suelo*. Escala 1:200.000. Quito, Ecuador.
- MINISTERIO DEL AMBIENTE DE ECUADOR. 2009. *Plan de Manejo del Refugio de Vida Silvestre Marina Costera Pacoche*. Quito, Ecuador.
- MINISTERIO DEL AMBIENTE DE ECUADOR. 2014. *Áreas protegidas*. Escala 1:250.000. Quito, Ecuador.
- MINISTERIO DEL AMBIENTE DE ECUADOR. 2016. *Estrategia Nacional de Biodiversidad 2016-2030*. Quito, Ecuador.
- MOLINA, G. y J. RIVAS. 2007. “Conflicto de usos normativos y agroecológicos en un área fronteriza: sector El Nula, estado Apure, Venezuela”. *Revista Geográfica Venezolana*, 48(1): 101-104. Disponible en: <http://www.saber.ula.ve/regeoven>. [Consulta: enero, 2017].
- NGUYEN, T. T.; VERDOODT, A.; VAN Y. T.; DELBECQUE, N.; TRAN, T. C. & E. VAN RANST. 2015. “Design of a GIS and multi-criteria based land evaluation procedure for sustainable land-use planning at the regional level”. *Agriculture, Ecosystems & Environment*, 200: 1-11.
- ORMEÑO, S. 2006. *Teledetección Fundamental*. Universidad Politécnica. Madrid, España.
- PERPIÑA, C.; MARTÍNEZ-LLARIO, J. C., & A. PÉREZ-NAVARRO. 2013. “Multicriteria assessment in GIS environments for siting biomass plants”. *Land Use Policy*, 31: 326-335.

- RODRÍGUEZ, E. y A. M. ORTEGA. 2012. *Valoración de unidades suministradoras de servicios de los ecosistemas. El caso de la Guanta (Cuniculus paca)*. Departamento Central de Investigación de la Universidad Laica Eloy Alfaro de Manabí. Manta, Ecuador.
- SAATY, T. 1990. *Multicriteria Decision Making The Analytic Hierarchy Process*. Volumen I. Mc Graw Hill. New York, USA.
- SAATY, T. 2008. "Decision making with the analytic hieracchy process". *Int. J. Services Sciences*, 1(1): 83-98.
- SÁNCHEZ-LOZANO, J. M.; TERUEL-SOLANO, J.; SOTO-ELVIRA, P. L. & GARCÍA-M. S. CASCALES. 2013. "Geographical Information Systems (GIS) and Multi-Criteria Decision Making (MCDM) methods for the evaluation of solar farms locations: Case study in south-eastern Spain". *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 24: 544-556.
- SECRETARÍA NACIONAL DE PLANIFICACIÓN y DESARROLLO (SENLADES). 2013. *Plan del Buen Vivir 2013-2017*. Quito, Ecuador.
- SIERRA, R. 2013. *Patrones y factores de deforestación en el Ecuador continental, 1990-2010. Un acercamiento a los próximos 10 años*. Conservación Internacional Ecuador y Forest Trends. Quito, Ecuador.
- TIRIRA, D. 2007. *Guía de campo de los mamíferos del Ecuador*. Publicación Especial sobre los Mamíferos del Ecuador 6. Ediciones Murciélagos Blanco. Quito, Ecuador.
- TIRIRA, D. 2011. *Libro Rojo de los mamíferos del Ecuador*. 2ª Edición. Publicación especial sobre mamíferos del Ecuador. Fundación Mamíferos y Conservación, Pontificia Universidad Católica del Ecuador y Ministerio del Ambiente del Ecuador. Quito, Ecuador.
- UYAN, M. 2013. "GIS-based solar farms site selection using analytic hierarchy process (AHP) in Karapinar region, Konya/Turkey". *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 28: 11-17.
- UNIÓN INTERNACIONAL PARA LA CONSERVACIÓN DE LA NATURALEZA. 2014. *Libro Rojo de Ecuador*. Disponible en: <http://www.iucnredlist.org/>. [Consulta: diciembre, 2016].
- VARGAS, E. 1992. *Análisis y clasificación del uso y cobertura de la tierra con interpretación de imágenes*. Instituto Geográfico Agustín Codazzi. Bogotá, Colombia.
- WALKE, N.; REDDY, G. O.; MAJI, A. K. & S. THAYALAN. 2012. "GIS-based multicriteria overlay analysis in soil-suitability evaluation for cotton (*Gossypium* spp.): a case study in the black soil region of Central India". *Computers & Geosciences*, 41: 108-118.
- ZHANG, F.; JOHNSON, D. M. & J. W. SUTHERLAND. 2011. "A GIS-based method for identifying the optimal location for a facility to convert forest biomass to biofuel". *Biomass and Bioenergy*, 35(9): 3.951-3.961.
- ZHANG, Y. J.; LI, A. J. & T. FUNG. 2012. "Using GIS and multi-criteria decision analysis for conflict resolution in land use planning". *Procedia Environmental Sciences*, 13: 2.264-2.273.