[doc sps="1.8" acron="rge" jtitle="Revista Geográfica de América Central" stitle="Rev. Geog. Amér. Central" issn="2215-2563" pissn="1011-484X" eissn="2215-2563" pubname="Universidad Nacional" license="http://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0" issueno="62" dateiso="20190600" season="Jan/June" order="06" fpage="138" lpage="163" pagcount="26" doctopic="oa" language="es"][toctitle]**Artículo** [/toctitle]

[doctitle language="es"]**Dinámica de uso de suelo y sitios prioritarios para la restauración forestal del Corredor Biológico Río Tibás, Costa Rica** [/doctitle]

[doctitle language="en"]**Dynamics of Soil Use and Priority Sites for Forest Restoration of the Biological Corridor Tibas River, Costa Rica**

[/doctitle]

[author role="nd"][fname]Jossy Esteban[/fname] [surname]Calvo-Villalobos [/surname] [xref ref-type="aff" rid="aff1"]1 [/xref][/author]

[author role="nd"][fname]Tania[/fname] [surname]Bermúdez-Rojas [/surname] [xref ref-type="aff" rid="aff2"]2 [/xref][/author]

[author role="nd"][fname]Hannia[/fname] [surname]Vega-Bolaños[/surname] [xref ref-type="aff" rid="aff3"]3[/xref] [/author]

[normaff id="aff1" ncountry="Costa Rica" norgname="Universidad Nacional" icountry="CR"][label]1[/label][role]Lic. Escuela de Ciencias Biológicas[/role], [orgname]Universidad Nacional[/orgname], [country]Costa Rica[/country]. Correo electrónico: [email]jcalvo2412@ gmail.com[/email][/normaff]

[normaff id="aff2" ncountry="Costa Rica" norgname="Universidad Nacional" icountry="CR"][label]2[/label] [role]M.Sc. Escuela de Ciencias Biológicas[/role], [orgname]Universidad Nacional[/orgname], [country]Costa Rica[/country]. Correo electrónico: [email]tania. bermudez.rojas @una.cr[/email][/normaff]

[normaff id="aff3" ncountry="Costa Rica" norgname="Universidad Nacional" icountry="CR"][label]3[/label] [role]Licda. Escuela de Ciencias Biológicas[/role], [orgname]Universidad Nacional[/orgname], [country]Costa Rica[/country]. Correo electrónico: [email]hannia.vega. [bolanos@una.cr](mailto:bolanos@una.cr)[/email][/normaff]

[xmlabstr language="es"][sectitle]**Resumen**[/sectitle]

[p]Se evaluaron elementos paisajísticos (uso de suelo, vías de acceso, pendientes y fragilidad ambiental) y tendencias de uso de suelo durante el periodo 2005-2016 en el área propuesta para el Corredor Biológico Río Tibás (CBRT). A partir de ellos, se aplicó una metodología de selección de sitios prioritarios (SP) para la restauración de cobertura vegetal, y se realizó un diagnóstico social para valorar la percepción y anuencia de sus respectivos propietarios. El CBRT posee una distribución casi equitativa entre el uso urbano, agropecuario y natural, con una concentración importante de cobertura boscosa en su zona alta. No obstante, en 11 años ha experimentado un proceso de urbanización hasta tres veces más acelerado que otras zonas de la región, siendo los usos agropecuarios los más vulnerables al cambio. La aplicación de la metodología delimitó 20 SP de manejo, de los cuales, en 10 se realizó el diagnóstico social. El 94 por ciento de los propietarios están anuentes a la restauración, motivados, principalmente, por la conservación del agua, biodiversidad y paisaje.[/p][/xmlabstr]

[kwdgrp language="es"][sectitle]**Palabras clave:**[/sectitle] [kwd]Cobertura[/kwd], [kwd]evaluación multicriterio[/kwd], [kwd]interurbano[/kwd], [kwd]Heredia[/kwd], [kwd]Costa Rica[/kwd][/kwdgrp]

[xmlabstr language="en"][sectitle]**Abstract**[/sectitle]

[p]An evaluation was conducted on landscape elements (land use, access roads, slopes, and environmental fragility) and trends in the use of soil during the period 2005-2016 in the area proposed for the Biological Corridor Tibas River (CBRT). From these elements and trends, a methodology for the selection of priority sites (SP) was applied for the restoration of plant cover, and a survey to assess the perception and consent of their respective owners was applied. The CBRT has adistribution almost equitable between urban, agricultural and natural use, with an important concentration of forest cover in its high area. However, in 11 years the CBRT has undergone a process of urbanization, up to three times faster than other urban areas in the region, being the agricultural uses the most vulnerable to change. The implementation of the methodology identified 20 priority sites of management; the above-mentioned survey was applied in 10 of them. The 94 por ciento of the owners are willing to the restoration, motivated primarily by the conservation of water, biodiversity and landscape.[/p][/xmlabstr]

[kwdgrp language="en"][sectitle]**Keywords:**[/sectitle][kwd]Coverage[/kwd], [kwd]multicriteria evaluation[/kwd], [kwd]Intercity[/kwd], [kwd]Heredia[/kwd], [kwd]Costa Rica[/kwd][/kwdgrp].

[hist]**Recibido**: [received dateiso="20180301"]1/3/2018 [/received]

**Aceptado**: [accepted dateiso="20180531"]31/5/2018[/accepted][/hist]

[xmlbody][sec sec-type="intro"][sectitle]**Introducción**[/sectitle]

[p]Los cambios acelerados y desordenados en el uso del suelo en zonas aledañas a los ríos urbanos del Gran Área Metropolitana (GAM) de Costa Rica generan diversos impactos negativos en ecosistemas y comunidades ([xref ref-type="bibr" rid="r15"][Leandro, Coto y Salgado 2010](#mkp_ref_015)[/xref]; [xref ref-type="bibr" rid="r7"][Calvo y Mora 2012](#mkp_ref_007)[/xref]). En este contexto, la Compañía Nacional de Fuerza y Luz (CNFL), una empresa dedicada a la venta y distribución de electricidad en este país, en conjunto con instituciones gubernamentales y municipalidades de la GAM, propone la implementación de corredores biológicos interurbanos como elemento base para la recuperación de conectividad y servicios ecosistémicos de la región ([xref ref-type="bibr" rid="r11"][Feoli, 2013](#mkp_ref_011)[/xref]).[/p]

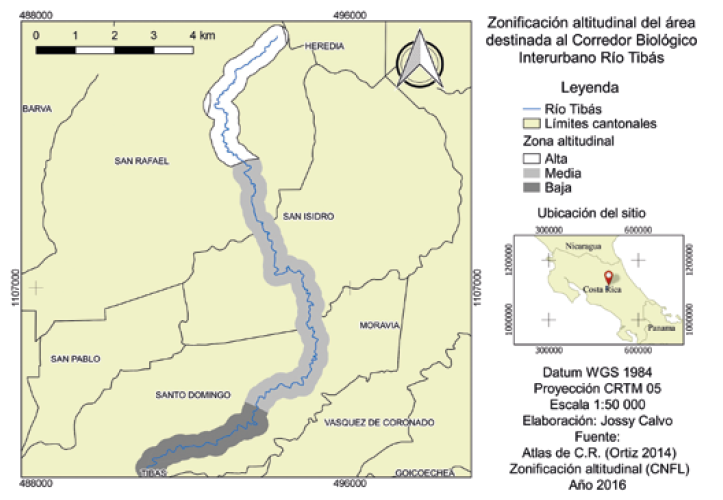
[p]En este sentido, los ríos urbanos constituyen enlaces naturales remanentes, casi lineales a través del paisaje, que si se fortalecen son ideales para proporcionar conectividad entre hábitats para muchas especies y mantener beneficios como la conservación del agua y los suelos, entre otros ([xref ref-type="bibr" rid="r29"][Sanderson et al., 2003](#mkp_ref_029)[/xref]). Uno de los corredores propuestos es el Corredor Biológico Río Tibás (CBRT), un sistema hidrológico que, actualmente, constituye una de las zonas de recarga acuífera más importantes para el abastecimiento de agua para la población en el Valle Central de Costa Rica ([xref ref-type="bibr" rid="r24"][Ramírez, 2007](#mkp_ref_024)[/xref]).[/p]

[p]Dicho corredor pretende integrar áreas naturales, públicas, privadas, rurales y urbanas, tomando como base el “enfoque ecosistémico” de concertación social y uso sostenible de la biodiversidad en esos territorios ([xref ref-type="bibr" rid="r4"][Andrade, 2007](#mkp_ref_004)[/xref]). Esta investigación se realiza como insumo para su implementación y, su objetivo principal es delimitar sitios prioritarios para la restauración de la cobertura vegetal. Para ello, se evaluaron elementos biofísicos en el área del corredor y se aplicó una metodología modificada de la propuesta de [xref ref-type="bibr" rid="r35"][Villalobos (2013](#mkp_ref_035)[/xref]) para la rehabilitación forestal del río Pirro, que se basa en la vulnerabilidad de los sitios al cambio de uso de suelo por urbanización.[/p]

[/sec][sec][sectitle]**Área de estudio**[/sectitle]

[p]La ubicación del CBRT fue establecida por la CNFL y corresponde a un área de 300 m, en ambos lados del río Tibás, entre las coordenadas 10°01.1091’latitud Norte y 83°03.358’O longitud Oeste. El río se extiende 19,5 km entre los 1000 y 2000 msnm y se ubica en la parte alta de la subcuenca del río Virilla. Administrativamente tiene jurisdicción en 3 cantones; San Rafael, San Isidro y Santo Domingo de Heredia ([xref ref-type="bibr" rid="r20"][Ortiz, 2014](#mkp_ref_020)[/xref]). A nivel regional se considera una zona urbana y periurbana donde aún persisten actividades agropecuarias como el cultivo de café y ganadería.[/p]

[p]Para este estudio, el área de interés se estratificó en tres zonas, según las franjas altitudinales, definidos como zona alta (1530-2000 msnm), media (1190-1529 msnm) y baja (1000-1189 msnm) ([xref ref-type="fig" rid="f1"][Figura 1](#f1)[/xref]). Dicha zonificación fue elaborada por la CNFL con base en las características del cauce.[/p]

[figgrp id="f1"][graphic href="?art06n62"][/graphic]

[label]**Figura 1.**[/label] [caption]Ubicación y zonificación altitudinal del Corredor Biológico Río Tibás, Heredia Costa Rica. [/caption][/figgrp]

[/sec][sec sec-type="materials|methods"][sectitle]**Materiales y métodos**[/sectitle]

[subsec][sectitle]**Clasificación de uso de suelo**[/sectitle]

[p]La investigación se realizó entre setiembre del 2015 y marzo del 2016. Se analizaron imágenes satelitales obtenidas de Google Earth y se clasificó la cobertura del suelo a partir del módulo OpenLayers plugin del software QGIS (versión 2.12 Lyon, 2009). Las clases de cobertura que se consideraron fueron: 1) agrícola, 2) agrícola arbolado, 3) boscoso, 4) infraestructura, 5) pastos, 6) pasto arbolado y 7) suelo desnudo.[/p]

[p]Adicionalmente, se realizaron visitas de campo, con el fin de corroborar la información. Para ello, se visitaron 90 puntos en total, 30 en cada estrato, seleccionados de manera aleatoria. Luego se construyó una matriz de confusión entre el uso de suelo observado y el de la imagen satelital a partir del módulo Accuracy assessment de QGIS y el cálculo del índice de Kappa, como medida de precisión ([xref ref-type="bibr" rid="r28"][Rosenfield y Fitzpatrick-Lins, 1986](#mkp_ref_028)[/xref]; [xref ref-type="bibr" rid="r19"][Murty Tiwari, 2015](#mkp_ref_019)[/xref]). [/p]

[p]Cambio de uso del suelo y tendencias futuras al año 2025 Se realizó un mapa de uso de suelo en la región para el año 2005, a partir de imágenes aéreas obtenidas del proyecto PRUGAM (2005), utilizando las mismas categorías anteriores. Este se contrastó con el mapa de uso actual y se evaluaron cambios de estructura del paisaje mediante el uso del módulo Patch Analysist del software Arcgis 3.3. Posteriormente, se realizó una proyección de uso de suelo al año 2025, a partir de un modelaje de Cadenas de Markov con el módulo Land Change Modeler, del software IDRISI ([xref ref-type="bibr" rid="r21"][Paegelow, Olmedo y Toribio, 2003](#mkp_ref_021)[/xref]; [xref ref-type="bibr" rid="r18"][Morera, Romero, Sandoval y Alfaro, 2013](#mkp_ref_018)[/xref]).[/p]

[/subsec][subsec][sectitle]**Selección de sitios prioritarios para restauración**[/sectitle]

[p]Utilizando el software QGIS, se delimitó el sitio de estudio a través de cuadrículas de 5000 m² cada una. Se identificaron y seleccionaron aquellas que correspondían a zonas que podían ser restauradas debido a la falta de cobertura vegetal: suelos desnudos, uso agropecuario o coberturas boscosas fragmentadas. Cada cuadrícula seleccionada corresponde a un sitio potencial.[/p]

[p]En cada sitio potencial se sobrepusieron distintas capas de información, utilizando la matriz de Criterios biofísicos y socioeconómicos para priorizar sitios de restauración de la cobertura vegetal en el CBRT modificada de [xref ref-type="bibr" rid="r35"]Villalobos (2103[/xref]) ([xref ref-type="table" rid="t1"][Cuadros 1](#ch1)[/xref] y [xref ref-type="table" rid="t2"]2[/xref]). La matriz se basa en la asignación de valores a criterios biofísicos y sociales de los sitios, determinando zonas de mayor puntaje y prioritarias para la restauración. [/p]

[tabwrap id="t1"][label]**Cuadro 1**[/label]**.** [caption]Criterios biofísicos y socioeconómicos para priorizar sitios de restauración de la cobertura vegetal en el CBRT [/caption]

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| [table][thead][tr][th align="center"]**Parámetro**[/th] | [th align="center"]**Valor**  **( por ciento)**[/th] | [th align="center"]**Valoración**  **de 1 a 3**[/th] | [th align="center"]**Atributo**[/th][/tr] |
| [/thead][tbody][tr][td align="left"]Fragilidad ambiental del sitio (IFA)[/td] | [td align="center"]  25[/td] | [td align="center"]3[/td] | [td align="left"]Muy alta [/td][/tr] |
| [tr][td align="left"] [/td] | [td align="center"] [/td] | [td align="center"]2[/td] | [td align="left"]Alta [/td][/tr] |
| [tr][td align="left"] [/td] | [td align="center"] [/td] | [td align="center"]1[/td] | [td align="left"]Media[/td][/tr] |
| [tr][td align="left"]Cobertura[/td] | [td align="center"]15[/td] | [td align="center"]3[/td] | [td align="left"]Suelo desnudo[/td][/tr] |
| [tr][td align="left"] [/td] | [td align="center"] [/td] | [td align="center"]2[/td] | [td align="left"]Agropecuario[/td][/tr] |
| [tr][td align="left"] [/td] | [td align="center"] [/td] | [td align="center"]1[/td] | [td align="left"]Fragmentado[/td][/tr] |
| [tr][td align="left"]Pendiente[/td] | [td align="center"]15[/td] | [td align="center"]3[/td] | [td align="left"]≤ 29.9 por ciento[/td][/tr] |
| [tr][td align="left"] [/td] | [td align="center"] [/td] | [td align="center"]2[/td] | [td align="left"]30 por ciento - 59.9 por ciento[/td][/tr] |
| [tr][td align="left"] [/td] | [td align="center"] [/td] | [td align="center"]1[/td] | [td align="left"]≥ 60 por ciento[/td][/tr] |
| [tr][td align="left"]Zonas protectoras de ríos y quebradas[/td] | [td align="center"]  15[/td] | [td align="center"]2[/td] | [td align="left"]Presencia[/td][/tr] |
| [tr][td align="left"] [/td] | [td align="center"] [/td] | [td align="center"]1[/td] | [td align="left"]Ausencia[/td][/tr] |
| [tr][td align="left"]Probabilidad de conversión a un uso de suelo menos favorable; a partir de modelaje  de Cadenas de Markov al año 2025[/td] | [td align="center"]  10[/td] | [td align="center"]3[/td] | [td align="left"]≥ 50 por ciento[/td][/tr] |
| [tr][td align="left"] [/td] | [td align="center"] [/td] | [td align="center"]  2[/td] | [td align="left"]15.1 por ciento - 49.9 por ciento[/td][/tr] |
| [tr][td align="left"] [/td] | [td align="center"] [/td] | [td align="center"]1[/td] | [td align="left"]≤ 15[/td][/tr] |
| [tr][td align="left"]Infraestructura en el sitio[/td] | [td align="center"]10[/td] | [td align="center"]2[/td] | [td align="left"]Presencia[/td][/tr] |
| [tr][td align="left"] [/td] | [td align="center"] [/td] | [td align="center"]1[/td] | [td align="left"]Ausencia[/td][/tr] |
| [tr][td align="left"]Cercanía de vías de acceso al sitio[/td] | [td align="center"]  10[/td] | [td align="center"]3[/td] | [td align="left"]Sobre la zona[/td][/tr] |
| [tr][td align="left"] [/td] | [td align="center"] [/td] | [td align="center"]2[/td] | [td align="left"]A 5 metros del sitio[/td][/tr] |
| [tr][td align="left"] [/td] | [td align="center"] [/td] | [td align="center"]1[/td] | [td align="left"]A más de 5 metros[/td][/tr][/tbody][/table][/tabwrap] |

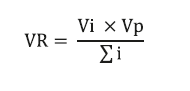
[p]Modificado de [xref ref-type="bibr" rid="r35"][Villalobos (2013](#mkp_ref_035)[/xref])[/p]

[tabwrap id="t2"][label]**Cuadro 2**[/label]**.** [caption]Descripción de los criterios biofísicos y socioeconómicos para priorizar sitios de restauración de la cobertura vegetal en el CBRT[/caption]

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| [table][tbody][tr][td align="center"]Parámetro[/td] | [td align="center"]Justificación y criterio utilizado[/td] | [td align="center"]Metodología[/td][/tr] |
| [tr][td align="justify"]Fragilidad ambiental del sitio;  mediante el Índice de Fragilidad Ambiental (IFA)[/td] | [td align="justify"]-Se usó el IFA; una herramienta integral que identifica terrenos con limitaciones técnicas para el desarrollo, así como sitios con potencial para la conservación hídrica y terrestre, con base en parámetros geológicos, edafológicos, biológicos y antropogénicos (Campos y  Astorga, 2009).  -Sitios con mayor fragilidad ambiental poseen mayor viabilidad técnica y legal para ser restaurados.[/td] | [td align="justify"]Se utilizaron mapas de IFA que fueron realizados previamente para el GAM otorgados por la CNFL. Son prioritarios los sitios ubicados en áreas que presenten clase de nivel I o II (fragilidad ambiental muy alta o alta respectivamente).[/td][/tr] |
| [tr][td align="justify"]Cobertura[/td] | [td align="justify"]-Suelos desnudos y/o con cobertura vegetal escasa son más propensos a la erosión que sitios con cobertura arbórea.[/td] | [td align="justify"]A partir de los mapas realizados de uso de suelo, son prioritarios sitios con suelo desnudo o cobertura vegetal escasa.[/td][/tr] |
| [tr][td align="justify"]Pendiente[/td] | [td align="justify"]-Se relaciona con el grado de  vulnerabilidad al cambio de uso del suelo.  -Sitios con pendientes menores presentan condiciones topográficas más aptas para la construcción de infraestructuras y otros usos no conformes en zonas ambientalmente frágiles.[/td] | [td align="justify"]Se desarrolló un modelo de  elevación digital y un mapa  de pendientes del sitio a partir del trabajo de imágenes Raster del sensor Aster. Sitios  con pendientes menores son  prioritarios.  La imagen Raster se obtuvo  de la página web del Servicio  Geológico de los Estados Unidos (http://earthexplorer.  usgs.gov)[/td][/tr] |
| [tr][td align="justify"]Zonas protectoras  de ríos y quebradas[/td] | [td align="justify"]-La Ley Forestal de Costa Rica (N° 7575) establece que las zonas de protección del recurso hídrico deben mantenerse bajo cobertura forestal.  -Estas se definen como una franja de 10 metros en zonas urbanas y 15 metros en zonas rurales medidas horizontalmente a ambos lados de ríos, quebradas o arroyos,si el terreno es plano, y de 50 metros si el terreno es quebrado.[/td] | [td align="justify"]Se realizó un mapa de zonas  protectoras a través del atlas  de ríos y quebradas de Costa  Rica ([Ortiz 2014](#mkp_ref_020)), - realizando los ajustes necesarios con imágenes satelitales y trabajo de campo - y el modelo de pendiente del punto anterior.  Sitios con presencia de zonas  protectoras son prioritarios.[/td][/tr] |
| [tr][td align="justify"]Probabilidad de conversión a un uso de suelo menos favorable a partir de modelaje de Cadenas de Markov al año 2025[/td] | [td align="justify"]-El algoritmo de cadenas de Markov compara dos mapas de ocupación de suelo en un tiempo discreto, donde el valor del tiempo T1 depende de los valores en los tiempos T0 y T-1 ([Paegelow et al., 2003](#mkp_ref_021)).  -Este tipo de análisis estocásticos, mediante el uso de software de modelaje en SIG permiten analizar las tendencias de cambio de uso del suelo y estimar el riesgo de que ocurran procesos de  degradación de la cobertura vegetal en un periodo y sitio determinado ([Morera et al., 2013](#mkp_ref_018)).  -Según el modelaje realizado, sitios que proyecten mayor probabilidad de conversión a perturbaciones son más vulnerables a la degradación, debido, por ejemplo, a factores socioeconómicos que ocurren en la zona.[/td] | [td align="justify"]Según el modelaje, aquellos sitios que proyecten mayor probabilidad de conversión a  perturbaciones son prioritarios.  Incluyendo:  -Pérdida o degradación de la  cobertura vegetal. Por ejemplo, conversión de cobertura boscosa a uso agropecuario.  -Coberturas que limiten futuros procesos de restauración.  Ejemplo, conversión de suelos desnudos a residenciales y otras edificaciones.[/td][/tr] |
| [tr][td align="justify"]Infraestructura en  el sitio[/td] | [td align="justify"]-La presencia de infraestructura en el sitio se relaciona con mayor influencia poblacional y vulnerabilidad a cambio de  uso de suelos.[/td] | [td align="justify"]Se trabajó a partir del mapa  de uso de suelo para el periodo 2016. Aquellos sitios  potenciales con presencia de  infraestructura son prioritarios.[/td][/tr] |
| [tr][td align="justify"]Cercanía de vías de  acceso al sitio[/td] | [td align="justify"]Las vías de acceso inciden en la facilidad de ingreso a los sitios para la realización de cambios de uso del suelo. Por otro lado, facilitan el ingreso para realizar estrategias de manejo.[/td] | [td align="justify"]Se trabajó a partir del mapa  de uso de suelo elaborado  para el 2016. Aquellos sitios  con mayor cercanía a vías de  acceso son prioritarios.[/td][/tr][/tbody][/table] |

[fntable id="TFN1"]**Fuente:** Modificado de [xref ref-type="bibr" rid="r35"][Villalobos (2013](#mkp_ref_035)[/xref])[/fntable][/tabwrap]

[p]Finalmente, los sitios prioritarios son los que obtienen mayor puntaje en la matriz, utilizando la siguiente fórmula: [ /p]

[p][graphic href="?art06n62"][/graphic][/p]

[p]Donde: VR Valor porcentual de la ponderación, Vi = valor del indicador (escala de 1 a 3), Vp = valor porcentual del parámetro y Σi = sumatoria de los indicadores del parámetro. [/p]

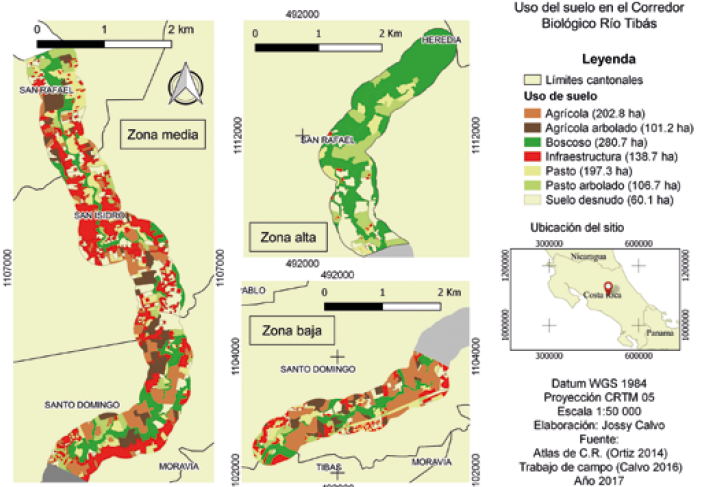
[/subsec][subsec][sectitle]**Diagnóstico social en los sitios definidos como prioritarios:**[/sectitle]

[p]En los sitios prioritarios seleccionados se procedió a contactar a sus respectivos propietarios para valorar su percepción y anuencia hacia la restauración de la cobertura vegetal. La información de propiedades se obtuvo a través de mapas catastrales obtenidos en las municipalidades de San Rafael, San Isidro y Santo Domingo de Heredia, así como visitas de campo y consultas a vecinos.[/p]

[/subsec][/sec][sec sec-type="results"][sectitle]**Resultados**[/sectitle]

[subsec][sectitle]**Clasificación de uso de suelo**[/sectitle]

[p]La exactitud de clasificación del uso de suelo a partir de las imágenes satelitales, trabajo de campo y la aplicación del índice de Kappa variaron entre 0.81 y 0.86 por ciento, lo que sugiere un ajuste óptimo de precisión ([xref ref-type="bibr" rid="r28"][Rosenfield y Fitzpatrick-Lins, 1986](#mkp_ref_028)[/xref]; [xref ref-type="bibr" rid="r19"][Murty y Tiwari, 2015](#mkp_ref_019)[/xref]). De acuerdo con la evaluación, la mayor parte del área del corredor está ocupada por cobertura boscosa que representó el 27 por ciento del total (288.7 ha). No obstante, el 58 por ciento de la misma se concentra en la zona alta, ya que en las zonas media y baja la cobertura boscosa solo ocupa un 15 por ciento y 17 por ciento de su área total, respectivamente ([xref ref-type="fig" rid="f2"][Figura 2](#f2)[/xref]).[/p]

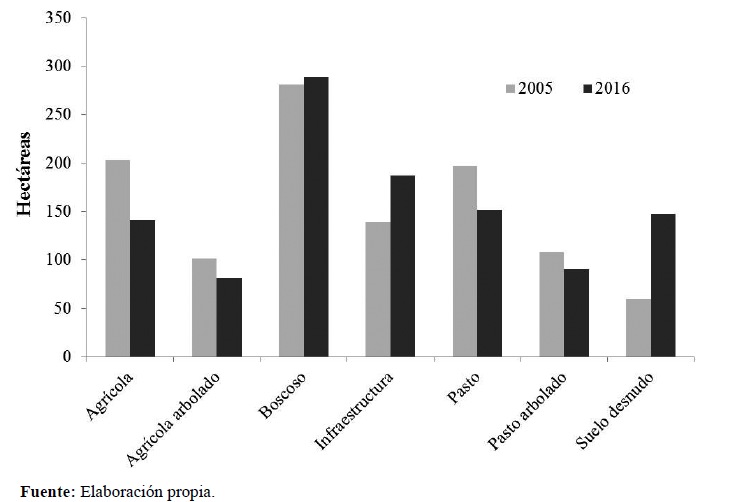
[figgrp id="f2"][graphic href="?art06n62"][/graphic]

[label]**Figura 2**[/label]**.** [caption]Uso del suelo en el área del Corredor Biológico Río Tibás, Heredia, Costa Rica, 2016. [/caption][/figgrp]

[p]El segundo uso de suelo más abundante es el de infraestructura, que ocupa un 17 por ciento del área total del corredor y se distribuye, principalmente, en la zona media (79 por ciento). Cabe resaltar que entre un 4 al 8 por ciento de las zonas protectoras del río se encuentran ocupadas por uso urbano. Por otro lado, en la zona baja el tipo de uso mayormente representado es el agrícola (principalmente café) que ocupó el 24 por ciento. ([xref ref-type="fig" rid="f2"][Figura 2](#f2)[/xref]).[/p]

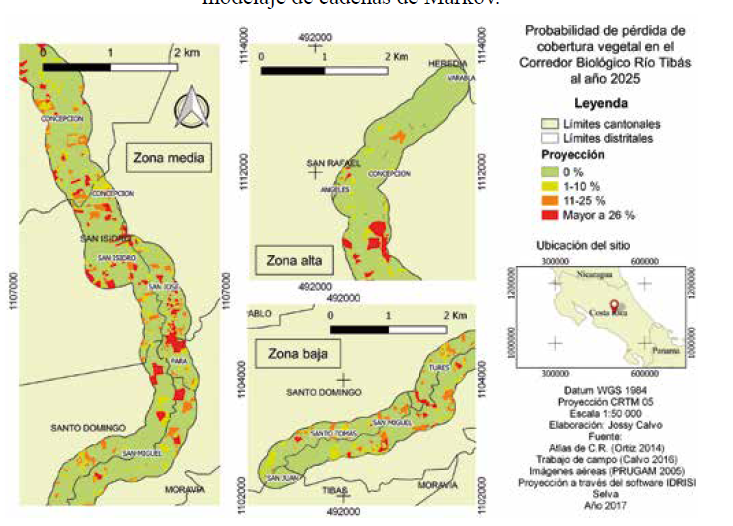
[/subsec][subsec][sectitle]**Cambio de uso del suelo y tendencias futuras al año 2025**[/sectitle]

[p]Al contrastar los cambios de uso de suelo ocurridos entre el periodo 2005-2016, se encontró que el uso que representó mayor cambio fue el suelo desnudo, que incrementó un 10 por ciento su área de ocupación (92.5 ha). Este uso corresponde, principalmente, a tierras trabajadas destinadas a la creación de proyectos urbanísticos. Por otro lado, el uso agrícola, mayormente, compuesto por cafetales disminuyó 61.7 ha y el agrícola arbolado (cafetales con sombra) 18.9 ha ([xref ref-type="fig" rid="f3"][Figura 3](#f3)[/xref]).[/p]

[figgrp id="f3"][graphic href="?art06n62"][/graphic]

[label]**Figura 3**[/label]**.** [caption]Cambios en hectáreas del tipo de cobertura en el área del Corredor Biológico Río Tibás durante el periodo 2005-2016 [/caption][/figgrp]

[p]De acuerdo con el análisis de cadenas de Markov, los sitios que proyectanmayor de cambio de uso que implicaría la pérdida de cobertura vegetal, se ubican en la zona alta; en los sectores más cercanos al centro del distrito de Concepción de San Rafael, así como varias regiones de la zona media ([xref ref-type="fig" rid="f4"][Figura 4](#f4)[/xref]). Por otro lado, de mantenerse la trayectoria de cambio actual las coberturas boscosas en todos los estratos, se proyectan altas probabilidades de conservarse al año 2025. Siendo usos de suelo como pastos y cafetales arbolados los que tienen probabilidades más altas de pérdida de cobertura vegetal.[/p]

[figgrp id="f4"][graphic href="?art06n62"][/graphic]

[label] **Figura 4.** [/label] [caption] Probabilidad de cambio de uso del suelo que implique la pérdida de cobertura vegetal, en el Corredor Biológico Río Tibás al

año 2025, a partir de la tendencia de cambio en el periodo 2005-2016 y

modelaje de cadenas de Markov. [/caption][/figgrp]

[p]En la zona alta los pastos proyectaron una probabilidad de cambio con un máximo de 35 por ciento de pasar a ser suelos desnudos. Mientras que en los estratos medio y bajo la probabilidad de que el tipo de cobertura agrícola arbolado permanezca en el 2025 es de apenas el 30 por ciento. Esto refleja la gran dinámica de estos sistemas, con altas probabilidades de cambio a coberturas agrícolas o suelos desnudos. También se resalta que la mayor probabilidad de urbanización se presenta en la zona media, proveniente, principalmente, de suelos desnudos (35 por ciento), así como en el estrato bajo, donde los usos más vulnerables fueron los pastos (29 por ciento) y agrícola arbolado (24 por ciento) ([xref ref-type="table" rid="t3"][Cuadro 3](#ch3)[/xref]). [/p]

[tabwrap id="t3"][label]**Cuadro 3**[/label]. [caption]Probabilidad de cambio de uso de suelo para el año 2025 en la región del CBRT, a partir de la tendencia de cambio en el periodo 2005-

2016 y el modelaje de cadenas de Markov. NA = No aplica debido a que

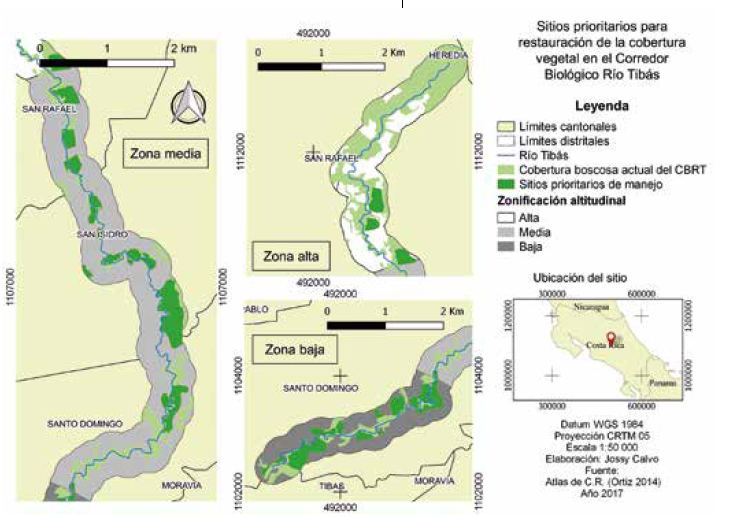
la cobertura no estaba representada en el estrato. Se resaltan en color rojo

los mayores porcentajes de probabilidad de cambio. [/caption]

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| [table][thead][tr][th align="center"] [/th] | [th align="center"] [/th] | [th align="center"] [/th] | [th align="center" colspan="3"]**Cambio al 2025**    [/th] | | | [th align="center"][/th] | [th align="center" colspan="2"]  [/th] | | [th align="center"][/th] |
| [/tr][tr][th align="center"]**Clases**[/th] | [th align="center"]**Agrícola**[/th] | [th align="center"]**Agricola**  **arbolado**[/th] | [th align="center"]**Boscoso**[/th] | [th align="center"]**Urbano**[/th] | [th align="center"]**Pastos**[/th] | [th align="center"]**Pastos**  **arbolados**[/th] | [th align="center"]**Suelo**  **desnudo**[/th] |
| [/tr][/thead][tbody][tr][td align="center"] [/td] | [td align="center"] [/td] | [td align="center"] [/td] | [td align="center" colspan="3"]Zona alta    [/td] | | | [td align="center"] [/td] | [td align="center" colspan="2"]  [/td] | | [td align="center"] [/td] |
| [/tr][tr][td align="left"]Agrícola[/td] | [td align="left"]NA[/td] | [td align="left"]NA[/td] | [td align="left"]NA[/td] | [td align="left"]NA[/td] | [td align="left"]NA[/td] | [td align="left"]NA[/td] | [td align="left"]NA[/td] |
| [/tr][tr][td align="left"]Agrícola arbolado[/td] | [td align="left"]NA[/td] | [td align="left"]NA[/td] | [td align="left"]NA[/td] | [td align="left"]NA[/td] | [td align="left"]NA[/td] | [td align="left"]NA[/td] | [td align="left"]NA[/td] |
| [/tr][tr][td align="left"]Boscoso[/td] | [td align="left"]NA[/td] | [td align="left"]NA[/td] | [td align="left"]0.9548[/td] | [td align="left"]0[/td] | [td align="left"]0.0233[/td] | [td align="left"]0.0219[/td] | [td align="left"]0[/td] |
| [/tr][tr][td align="left"]Urbano[/td] | [td align="left"]NA[/td] | [td align="left"]NA[/td] | [td align="left"]0[/td] | [td align="left"]0.9999[/td] | [td align="left"]0.0001[/td] | [td align="left"]0[/td] | [td align="left"]0[/td] |
| [/tr][tr][td align="left"]Pastos[/td] | [td align="left"]NA[/td] | [td align="left"]NA[/td] | [td align="left"]0.0512[/td] | [td align="left"]0.0405[/td] | [td align="left"]0.398[/td] | [td align="left"]0.16[/td] | [td align="left"]0.3503[/td] |
| [/tr][tr][td align="left"]Pastos  arbolados[/td] | [td align="left"]NA[/td] | [td align="left"]NA[/td] | [td align="left"]0.1701[/td] | [td align="left"]0.0211[/td] | [td align="left"]0.1774[/td] | [td align="left"]0.5804[/td] | [td align="left"]0.051[/td] |
| [/tr][tr][td align="left"]Suelos desnudos[/td] | [td align="left"]NA[/td] | [td align="left"]NA[/td] | [td align="left"]0.0015[/td] | [td align="left"]0.1371[/td] | [td align="left"]0.0551[/td] | [td align="left"]0.001[/td] | [td align="left"]0.8053[/td] |
| [/tr][tr][td align="left"] [/td] | [td align="left"] [/td] | [td align="left"] [/td] | [td align="left" colspan="3"]Zona media    [/td] | | | [td align="left"] [/td] | [td align="left" colspan="2"]  [/td] | | [td align="left"] [/td] |
| [/tr][tr][td align="left"]Agrícola[/td] | [td align="left"]0.4702[/td] | [td align="left"]0.0918[/td] | [td align="left"]0.0358[/td] | [td align="left"]0.1638[/td] | [td align="left"]0.0638[/td] | [td align="left"]0[/td] | [td align="left"]0.1746[/td] |
| [/tr][tr][td align="left"]Agrícola  Arbolado[/td] | [td align="left"]0.3058[/td] | [td align="left"]0.3005[/td] | [td align="left"]0.0066[/td] | [td align="left"]0.0231[/td] | [td align="left"]0.0238[/td] | [td align="left"]0.0044[/td] | [td align="left"]0.3358[/td] |
| [/tr][tr][td align="left"]Boscoso[/td] | [td align="left"]0.022[/td] | [td align="left"]0.0065[/td] | [td align="left"]0.8676[/td] | [td align="left"]0.0196[/td] | [td align="left"]0.0233[/td] | [td align="left"]0.0419[/td] | [td align="left"]0.0191[/td] |
| [/tr][tr][td align="left"]Urbano[/td] | [td align="left"]0[/td] | [td align="left"]0[/td] | [td align="left"]0[/td] | [td align="left"]0.9999[/td] | [td align="left"]0.0001[/td] | [td align="left"]0[/td] | [td align="left"]0[/td] |
| [/tr][tr][td align="left"]Pastos[/td] | [td align="left"]0.0161[/td] | [td align="left"]0.0053[/td] | [td align="left"]0.0812[/td] | [td align="left"]0.0966[/td] | [td align="left"]0.398[/td] | [td align="left"]0.1115[/td] | [td align="left"]0.2913[/td] |
| [/tr][tr][td align="left"]Pastos  arbolados[/td] | [td align="left"]0.0035[/td] | [td align="left"]0.008[/td] | [td align="left"]0.1707[/td] | [td align="left"]0.0232[/td] | [td align="left"]0.1774[/td] | [td align="left"]0.5649[/td] | [td align="left"]0.0523[/td] |
| [/tr][tr][td align="left"]Suelos  desnudos[/td] | [td align="left"]0.0235[/td] | [td align="left"]0.0043[/td] | [td align="left"]0.0178[/td] | [td align="left"]0.4606[/td] | [td align="left"]0.1211[/td] | [td align="left"]0.0188[/td] | [td align="left"]0.3539[/td] |
| [/tr][tr][td align="center"] [/td] | [td align="center"] [/td] | [td align="center"] [/td] | [td align="center" colspan="3"]Zona baja    [/td] | | | [td align="center"] [/td] | [td align="center" colspan="2"]  [/td] | | [td align="center"] [/td] |
| [/tr][tr][td align="left"]Agrícola [/td] | [td align="left"]0.4802[/td] | [td align="left"]0.0618[/td] | [td align="left"]0.0358[/td] | [td align="left"]0.1038[/td] | [td align="left"]0.0638[/td] | [td align="left"]0[/td] | [td align="left"]0.2546[/td] |
| [/tr][tr][td align="left"]Agrícola  arbolado[/td] | [td align="left"]0.2058[/td] | [td align="left"]0.3005[/td] | [td align="left"]0.0066[/td] | [td align="left"]0.2431[/td] | [td align="left"]0.0438[/td] | [td align="left"]0.0044[/td] | [td align="left"]0.1958[/td] |
| [/tr][tr][td align="left"]Boscoso[/td] | [td align="left"]0.012[/td] | [td align="left"]0.0065[/td] | [td align="left"]0.9076[/td] | [td align="left"]0.0096[/td] | [td align="left"]0.0233[/td] | [td align="left"]0.0219[/td] | [td align="left"]0.0191[/td] |
| [/tr][tr][td align="left"]Urbano[/td] | [td align="left"]0[/td] | [td align="left"]0[/td] | [td align="left"]0[/td] | [td align="left"]0.9999[/td] | [td align="left"]0[/td] | [td align="left"]0[/td] | [td align="left"]0.0001[/td] |
| [/tr][tr][td align="left"]Pastos[/td] | [td align="left"]0.015[/td] | [td align="left"]0.0064[/td] | [td align="left"]0.0812[/td] | [td align="left"]0.2966[/td] | [td align="left"]0.298[/td] | [td align="left"]0.0115[/td] | [td align="left"]0.2913[/td] |
| [/tr][tr][td align="left"]Pastos  arbolados[/td] | [td align="left"]0.002[/td] | [td align="left"]0.008[/td] | [td align="left"]0.4722[/td] | [td align="left"]0.0227[/td] | [td align="left"]0.0779[/td] | [td align="left"]0.3649[/td] | [td align="left"]0.0523[/td] |
| [/tr][tr][td align="left"]Suelos desnudos[/td] | [td align="left"]0.0225[/td] | [td align="left"]0.0071[/td] | [td align="left"]0.0168[/td] | [td align="left"]0.1195[/td] | [td align="left"]0.0081[/td] | [td align="left"]0.017[/td] | [td align="left"]0.809[/td][/tr][/tbody][/table][/tabwrap] |

[/subsec][subsec][sectitle]**Selección de sitios prioritarios para restauración**[/sectitle]

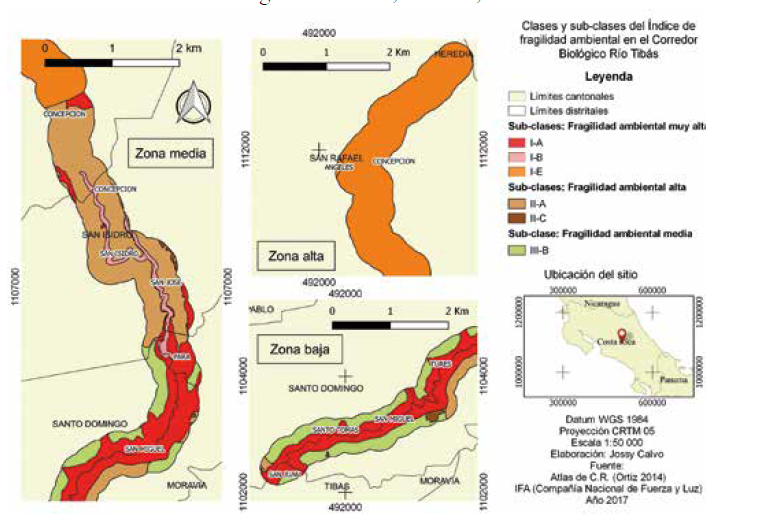
[p]Al utilizar la matriz se pudieron delimitar 20 sectores prioritarios, para lo cual se seleccionaron aquellos que presentaron puntajes de 80 o más ([xref ref-type="fig" rid="f5"][Figura 5](#f5)[/xref]). Estos sectores corresponden a 168.7 ha, cerca de un 14 por ciento del área total del corredor. El 50 por ciento de los SP se ubicaron en la zona media, mientras que solo un 11 por ciento en la zona alta. Así bien, los principales tipos de uso de suelo en estos sectores correspondieron a zonas boscosas fragmentadas o degradadas (29 por ciento), cafetales sin sombra (27 por ciento) y pastos (20 por ciento).[/p]

[figgrp id="f5"][graphic href="?art06n62"][/graphic]

[label]**Figura 5**. [/label][caption]Sitios prioritarios para restauración de cobertura vegetal y zonas boscosas remanentes en el área destinada al Corredor Biológico

Río Tibás [/caption][/figgrp]

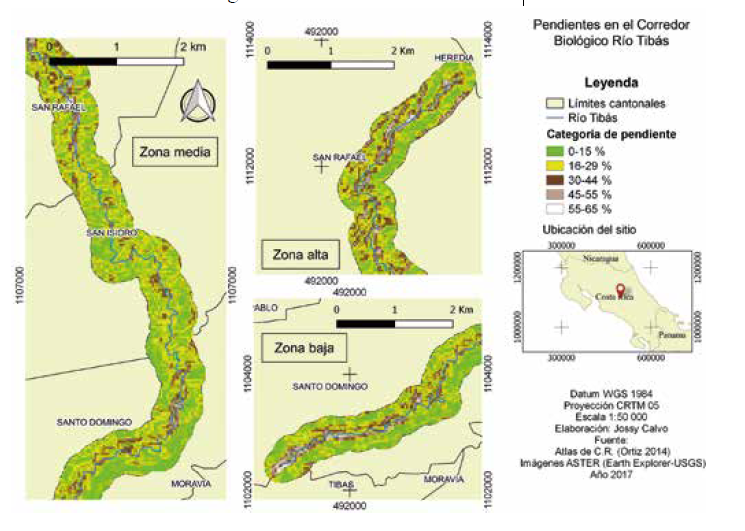
[p]Según los criterios evaluados en la matriz, resalta que el 55 por ciento del área de estudio se encuentra bajo la categoría de fragilidad ambiental muy alta ([xref ref-type="fig" rid="f6"][Figura 6](#f6)[/xref]), de hecho, un 75 por ciento de los SP se encuentran en zonas con esta condición. Estos terrenos tienen altas restricciones para uso humano y según recomienda la metodología deberían estar restringidos prácticamente a protección forestal. A pesar de ello, actualmente un 18 por ciento de la infraestructura total del CBRT se concentra en estas zonas, así como un 47 por ciento del uso agrícola. Solo un 43 por ciento de las zonas, ambientalmente, muy frágiles se encuentran bajo cobertura boscosa.[/p]

[figgrp id="f6"][graphic href="?art06n62"][/graphic]

[label]**Figura 6**[/label]**.** [caption]Clases y subclases del índice de fragilidad ambiental en el Corredor Biológico Río Tibás, Heredia, Costa Rica. [/caption][/figgrp]

[p]Simbología: I-A = zonas de relieves altos, estabilidad de laderas reducida e importancia en recarga acuífera, recomendadas para cobertura boscosa. I-B = vulnerabilidad alta a media a procesos de erosión, inundación o contaminación, recomendadas para protección o uso agropecuario orgánico. I-E = zonas de alto valor estratégico para recarga acuífera, recomendado maximizar la conservación boscosa. II-A = procesos de erosión y relieve moderado, se recomienda infraestructura de baja densidad (< 20 por ciento). II-C = alta vulnerabilidad a procesos de erosión o deslizamientos, de valor intermedio para recarga acuífera, se recomienda conservación boscosa. II-B = posible desarrollo urbanístico de diverso tipo, entre 60-70 por ciento de densidad.[/p]

[p]Por otro lado, el CBRT se caracteriza por poseer en su mayoría pendientes bajas ([xref ref-type="fig" rid="f7"][Figura 7](#f7)[/xref]). Casi un 90 por ciento de la zona se encuentra en la primera categoría de la matriz ≤ 29.9 por ciento de pendiente . Las condiciones más pronunciadas se limitan al estrato alto y parte de la zona baja, más que todo en los márgenes del río donde se encuentran varios cañones con pendientes que oscilan entre los 40 y 60°. A pesar de esta condición, y si bien, la matriz priorizaba zonas planas, un 30 por ciento de los SP tienen pendientes muy altas debido, principalmente, a factores como la fragilidad ambiental de estas zonas, la presencia de zonas protectoras del río y la ausencia de cobertura boscosa en las mismas.[/p]

[figgrp id="f7"][graphic href="?art06n62"]****[/graphic]

[label] **Figura 7.** [/label] [caption] Mapa de pendientes en el área destinada al Corredor Biológico Río Tibás a partir de un modelo de elevación digital y procesamiento de

imágenes Raster del sensor ASTER. [/caption][/figgrp]

[/subsec][subsec][sectitle]**Diagnóstico social en los sitios definidos como prioritarios**[/sectitle]

[p]Los 20 SP se distribuyeron en 73 propiedades. De estas no se pudo contactar a 18 propietarios durante el periodo de la investigación y tres no estuvieron anuentes a responder la encuesta. De manera que, se realizaron 52 encuestas en total, correspondientes a 10 de los sitios.[/p]

[p]El 57 por ciento de los propietarios encuestados mencionaron algún grado de preocupación por problemas ambientales en el río Tibás. En total identificaron 8 problemáticas, de las cuales la más mencionadas fueron la contaminación (31 por ciento), erosión e inestabilidad de taludes (22 por ciento) y reducción del tamaño del caudal (15 por ciento). Por otro lado, el 96 por ciento de los encuestados (50) tienen una percepción positiva hacia el proyecto del corredor biológico y consideran que es beneficioso para la comunidad, ya sea para conservar el agua (21 por ciento), la vida silvestre (18 por ciento), disminuir la contaminación del cauce (18 por ciento) o mejorar la imagen de la comunidad (17 por ciento).[/p]

[p]De las propiedades donde se aplicaron encuestas el 32 por ciento (15) se encuentran, actualmente, sin ningún uso o aprovechamiento por el propietario(s). En el porcentaje restante la mayoría de usos (al menos en alguna parte de la propiedad) correspondían a cafetales (21 por ciento), huertos familiares (15 por ciento) y zonas verdes para uso recreativo (13 por ciento). Doce propietarios indicaron que tienen pensado cambiar el uso de suelo de la propiedad a futuro, principalmente para realizar alguna construcción, cambio de cultivo o uso recreativo.[/p]

[/subsec][/sec][sec sec-type="discussion"][sectitle]**Discusión**[/sectitle]

[subsec][sectitle]**Clasificación de uso de suelo**[/sectitle]

[p]El uso de suelo en el área del CBRT es representativo del paisaje general de la región sub-metropolitana en la provincia de Heredia, según lo descrito por Alfaro y Miranda (2006) y [xref ref-type="bibr" rid="r18"][Morera et al., (2013](#mkp_ref_018)[/xref]). En la parte baja del corredor, el café se ha constituido como la principal actividad económica, mientras se traslapa entre lo rural y urbano. Hacia la periferia Norte predominan tierras dedicadas a la ganadería que coexisten con residenciales de alto ingreso, hasta encontrarse con bosques estatales protegidos.[/p]

[p]Cabe resaltar que solo un 17 por ciento de la cobertura del CBRT corresponde a uso urbano. Incluso en el estrato más urbanizado, el de la zona media, este uso representa solo un 28 por ciento del área total. Un porcentaje que se puede considerar bajo en comparación con otros sistemas ribereños de la GAM, que actualmente son foco importante de estudio y manejo, como el río Pirro en la provincia de Heredia o el Torres y María Aguilar en San José, donde el uso urbano constituye entre un 50-75 por ciento de la región (Escalante y Pizarro, 2009; Romero, Piedra, [xref ref-type="bibr" rid="r35"][Villalobos, Marín y Núñez, 2013](#mkp_ref_035)[/xref]; [xref ref-type="bibr" rid="r33"]Trujillo- Acosta, Peraza-Estrella, Marina-Hipólito y Boraschi, 2016[/xref]).[/p]

[p]Asimismo, la cobertura boscosa del CBRT es relativamente alta si la comparamos con los valores menores al 12 por ciento (incluso hasta 3 por ciento) de estos otros sistemas urbanos visiblemente degradados en la GAM (Escalante y Pizarro, 2009; [xref ref-type="bibr" rid="r27"]Romero et al., 2013[/xref]; [xref ref-type="bibr" rid="r33"][Trujillo-Acosta et al., 2016](#mkp_ref_033)[/xref]). Esta situación podría deberse en parte a las pendientes muy pronunciadas que impiden la invasión de los bosques ribereños, al menos en la zona alta y baja del corredor, así como acciones y políticas de protección en algunos sectores de la zona alta ([xref ref-type="bibr" rid="r13"][Herrera, 2010](#mkp_ref_013)[/xref]).[/p]

[/subsec][subsec][sectitle]**Cambio de uso del suelo y tendencias futuras al año 2025**[/sectitle]

[p]Si bien, a nivel de paisaje, actualmente, existe una distribución más o menos equitativa entre la cobertura boscosa, agropecuaria y urbana del CBRT, es evidente que hay una tendencia al cambio, particularmente hacia la transformación de cultivos y pastos a uso urbano. En general esta situación concuerda con el panorama socioeconómico actual del GAM y con varios sitios específicos a nivel regional ([xref ref-type="bibr" rid="r18"][Morera et al., 2013](#mkp_ref_018)[/xref]; [xref ref-type="bibr" rid="r27"]Romero et al., 2013[/xref]).[/p]

[p]No obstante, resaltan algunas particularidades en la dinámica del río Tibás. Por ejemplo, el área del CBRT enfrenta un proceso de urbanización y de disminución de uso agrícola casi hasta 3 veces más rápido en comparación con otras regiones, también vulnerables como la microcuenca del río Pirro ([xref ref-type="bibr" rid="r27"]Romero et al., 2013[/xref]).[/p]

[p]Por otro lado, según el modelaje la probabilidad de pérdida de cobertura boscosa no sobrepasa el 14 por ciento, mientras que a partir de un estudio similar realizado para toda el GAM los usos boscosos proyectan probabilidades de permanecer de tan solo un 23 por ciento a 53 por ciento ([xref ref-type="bibr" rid="r18"][Morera et al., 2013](#mkp_ref_018)[/xref]).[/p]

[p]Asimismo, en varias regiones del río María Aguilar (ejemplo Curridabat o La Unión) también se reporta alta vulnerabilidad de coberturas boscosas, que son deforestadas para el implemento de usos agrícolas y residenciales ([xref ref-type="bibr" rid="r31"][Solano-Monge, 2017](#mkp_ref_031)[/xref]). En este sentido, podría considerarse que al menos en el área del CBRT la cobertura boscosa no es altamente vulnerable al cambio de uso.[/p]

[/subsec][subsec][sectitle]**Selección de sitios prioritarios para restauración**[/sectitle]

[p]La mayoría de los SP del CBRT se encuentran en la zona baja y media del cauce; las más influenciadas por la urbanización, mientras que en la zona alta la cobertura vegetal favorable, las pendientes mayores y la poca infraestructura de la zona (debido a la relativa temprana urbanización) influyeron en los puntajes menores. Esto contrasta con otras investigaciones que sitúan zonas como San Rafael de Heredia, la Zona Norte de San Isidro y lugares aledaños (estrato alto del CBRT) como muy afectadas recientemente por el crecimiento urbano (ProDus 2004, [xref ref-type="bibr" rid="r2"][Aldi, 2013](#mkp_ref_002)[/xref]).[/p]

[p]Dichas zonas no representaron los mayores puntajes tras la aplicación de la matriz de selección de SP, sin embargo, reflejaron una condición vulnerable tras el análisis de cadenas de Markov. Esto refleja la importancia de la integración de este criterio que no se contemplaba en la propuesta metodológica original ([xref ref-type="bibr" rid="r35"][Villalobos, 2013](#mkp_ref_035)[/xref]), el cual se implementó como una valoración indirecta del historial del uso de suelo del sitio, que no necesariamente podría corresponder con las hipótesis de otros criterios de la matriz.[/p]

[p]Asimismo, en esta metodología se integró la herramienta de análisis multi-criterio del IFA. Un índice con pesos relativamente altos asignados a criterios de aptitud geológica y edafológica, como zonas de recarga acuífera o vulnerabilidad a inundaciones o deslizamientos, entre otros, muy importantes para el enfoque de esta propuesta. De acuerdo con los resultados, el crecimiento urbano en el CBRT en los últimos 11 años se ha dado en un 10 por ciento en zonas de muy alta fragilidad ambiental y un 35 por ciento en zonas de alta fragilidad ambiental, ninguna de las dos aptas para alta densidad urbana.[/p]

[p]Esta situación refleja que no ha existido un adecuado control por parte de los municipios sobre este crecimiento y resalta la importancia de priorizar el manejo en estos espacios.[/p]

[/subsec][subsec][sectitle]**Diagnóstico social en los sitios definidos como prioritarios**[/sectitle]

[p]El aspecto más positivo del diagnóstico social es que el 94 por ciento de los propietarios están anuentes a que se lleven a cabo iniciativas de restauración en los SP, al menos en las zonas más vulnerables de sus fincas (zonas protectoras del río, con pendientes elevadas). Dicha anuencia la justifican mayormente por el beneficio percibido para la conservación del agua, así como la preocupación por las problemáticas de contaminación (basura, malos olores) y erosión. Situaciones que se han documentado con preocupación en la región desde 1998 ([xref ref-type="bibr" rid="r32"][Suazo y Ramos 1998](#mkp_ref_032)[/xref], [xref ref-type="bibr" rid="r16"][Miranda, Porras y Moreno, 2003](#mkp_ref_016)[/xref]). Asimismo, la escasez de agua potable, principalmente, en la época seca, ha sido frecuente en varios sectores del corredor en los últimos años y pudo haber influenciado en el interés mostrado por la conservación de la cobertura vegetal ([xref ref-type="bibr" rid="r25"][Rodríguez 2004](#mkp_ref_025)[/xref]; [xref ref-type="bibr" rid="r5"][Angulo, 2016](#mkp_ref_005)[/xref]; [xref ref-type="bibr" rid="r6"][Araya, 2016](#mkp_ref_006)[/xref]).[/p]

[p]También destaca el caso de seis cafetaleros que expusieron interés por cambiar el cultivo debido a que ellos consideran generan pérdidas económicas.[/p]

[p]No obstante, en cuatro de ellos permanece el interés por conservar el uso agrícola, lo cual puede ser favorable en términos de conservación de cobertura vegetal. Esta situación es común en otras zonas de la GAM, donde otros cultivos como hortalizas y plantas ornamentales han tomado mayor importancia ([xref ref-type="bibr" rid="r36"][Wei-Salas y Quirós 2015](#mkp_ref_036)[/xref]).[/p]

[p]Este uso agropecuario es relevante, ya que está representado en un 41 por ciento de los SP, ya sea a través de huertos familiares o cultivos. Por otro lado, en 14 propiedades mencionaron la importancia del SP para uso recreativo y varios propietarios mencionaron que es frecuente la realización de picnics y paseos familiares por parte de vecinos en distintos puntos del río Tibás. Este valor paisajístico y cultural ha sido mencionado en otros ríos interurbanos y promueve el enfoque de corredores biológicos como espacios de concertación social y uso sostenible de la biodiversidad ([xref ref-type="bibr" rid="r1"][Acosta, 2013](#mkp_ref_001)[/xref]; [xref ref-type="bibr" rid="r35"][Villalobos, 2013](#mkp_ref_035)[/xref]).[/p]

[/subsec][subsec][sectitle]**Implicaciones para manejo**[/sectitle]

[p]La posibilidad de manejo en los SP del CBRT se puede considerar favorable en relación con el contexto general encontrado en la GAM. La rehabilitación de ríos urbanos en nuestro país se enfrenta a diversos desafíos, como la ocupación ilegal de tierras y el poco espacio disponible. Por ello, varias propuestas de restauración en estas zonas ribereñas mencionan que es común la falta de interés de los propietarios u ocupantes para impulsar o llevar a cabo iniciativas de manejo ([xref ref-type="bibr" rid="r26"][Rojas, 2010](#mkp_ref_026)[/xref]; Villalobos, Bermúdez y Romero, 2014).[/p]

[p]No obstante, los SP definidos por la matriz en el CBRT no reúnen estas condiciones. Se trata de terrenos relativamente más amplios y en general, la ocupación ilegal de infraestructura en las zonas protectoras del río se concentra solamente en algunos sectores del río. Como se mencionaba anteriormente, el relieve pronunciado en diversos puntos del cauce puede contribuir a dificultar este tipo de invasión.[/p]

[p]El mayor tipo de uso no conforme en las zonas de retiro del río corresponde a pastos en la zona alta (10 por ciento) y agrícola en la zona baja (20 por ciento). Si bien, estos tipos de uso representan un riesgo ambiental y socioeconómico,las probabilidades de manejo son más favorables en relación con el uso urbano y permiten que el propietario en general se muestre más anuente a destinar parte de su propiedad para restauración. Resulta positivo que el área efectiva que se podría restaurar, a partir de lo valorado en la matriz y la disponibilidad de los propietarios, equivaldría a 63.1 ha; un incremento del 10 por ciento de la cobertura boscosa total del CBRT. Esto sin tomar en cuenta las 54 ha restantes de SP, donde no se logró contactar a los propietarios respectivos durante el periodo de esta investigación. [/p]

[p]Por otro lado, la permanencia de usos agropecuarios en la región corrobora la importancia del uso de un enfoque ecosistémico que facilite un mejor manejo y conservación en la región, por ejemplo, a partir del incentivo de la implementación de sistemas agroecológicos y silvopastoriles ([xref ref-type="bibr" rid="r30"][Shepherd, 2004](#mkp_ref_030)[/xref]). Este tipo de intervenciones son necesarias debido, también a la vulnerabilidad que proyectaron estos usos a partir de los modelajes y a comentarios de los mismos propietarios que externaron preocupación por la disminución de su rentabilidad.[/p]

[p]Si bien, estrategias de incentivo de Pago por Servicios Ambientales se han constituido como una herramienta importante en la región ([xref ref-type="bibr" rid="r16"][Miranda et al., 2003](#mkp_ref_016)[/xref]; [xref ref-type="bibr" rid="r17"][Montero, 2010](#mkp_ref_017)[/xref]), las mismas podrían no ser convenientes o viables en muchos sitios, ya que están conformados por terrenos relativamente muy pequeños (menos de 2 ha). Por su parte, los tres cantones del corredor poseen alto potencial cultural (ejemplo, por su arraigo agropecuario), así como de paisaje, flora y fauna. De manera que, el desarrollo de proyectos ecoturísticos podría ser una opción altamente viable que vale la pena investigar. Actualmente, es una actividad casi nula dentro del CBRT.[/p]

[p]Se debe destacar que el historial y las proyecciones de uso del suelo en el CBRT evidencian una tasa de cambio dinámica y acelerada. De no tomarse medidas de manejo a corto y mediano plazo es muy probable que el paisaje de la región se enfrente a la expansión de zonas impermeables y pérdida de cobertura vegetal proveniente, principalmente, de cafetales y pastos arbolados. Estos dos usos de suelo representan hasta el 49 por ciento de la cobertura arbórea de los estratos medio y bajo, por lo que indudablemente son elementos indispensables en la preservación del hábitat y conectividad biológica de la región.[/p]

[p]Diversos estudios han resaltado la importancia de estos dos tipos de cobertura. En bosques montanos de Monteverde se encontró que árboles remanentes en pasturas comprenden hasta el 60 por ciento de todos los árboles conocidos en la zona y el 90 por ciento de estos son fuente importante de alimento para las aves silvestres ([xref ref-type="bibr" rid="r12"][Harvey et al., 1999](#mkp_ref_012)[/xref]). Igualmente, los cultivos de café en Mesoamérica han sido ampliamente reconocidos por el rol crucial que cumplen en el mantenimiento de biodiversidad, conectividad y servicios ecosistémicos, como la polinización y dispersión de semillas ([xref ref-type="bibr" rid="r14"][Jha et al., 2014](#mkp_ref_014)[/xref]). Por esta razón, la conservación y rehabilitación de estos paisajes, de zonas ribereñas y la intervención de sistemas urbanos, por ejemplo, a través de la arborización de aceras y áreas recreativas, constituyen estrategias clave para la implementación del CBRT ([xref ref-type="bibr" rid="r10"][Estrada, 2013](#mkp_ref_010)[/xref]).[/p]

[/subsec][/sec][sec sec-type="conclusions"][sectitle]**Conclusiones y recomendaciones**[/sectitle]

[p] En el CBRT, el uso rural aún se traslapa con residencias y otras edificaciones de forma casi equitativa. La cobertura boscosa, si bien comprende una proporción importante del paisaje (27 por ciento) más de la mitad se concentra solo en la zona alta. Asimismo, este sitio se caracteriza por presentar una tasa de cambio de uso bastante acelerada y usos como pastos y cafetales arbolados son los más propensos a desaparecer. Los cuales representan hasta un 49 por ciento de la cobertura arbórea de las zonas bajas del corredor.[/p]

[p]La aplicación de la matriz de selección de SP permitió identificar 20 sitios prioritarios de manejo (168.7 ha), ubicados mayormente en las zonas media y baja. De estos, se realizó un diagnóstico social en10 sitios, equivalentes a 114.7 ha y distribuidos en 52 propietarios. El 94 por ciento de los propietarios están anuentes a que se lleve a cabo restauración en algún sector de su propiedad. Indicaron estar principalmente motivados por la conservación del agua, mejorar la imagen del lugar y la disminución de la contaminación actual. De acuerdo con su disponibilidad, esto significaría una restauración de cerca de 63 ha en total y un aumento del 10 por ciento de la cobertura boscosa total del corredor.[/p]

[p]Finalmente, es necesario complementar esta investigación con otros estudios. Por ejemplo; 1) análisis de paisaje sobre el impacto que la restauración de los SP definidos tendría en elementos fundamentales del corredor como su conectividad. 2) Un diagnóstico social representativo para toda la población del CBRT, con el fin de fortalecer las estrategias de manejo. 3) Investigar el potencial y viabilidad de la implementación de estrategias como senderos urbanos o semiurbanos de interpretación ambiental, agroturismo, refugios de investigación y observación de fauna como alternativas de desarrollo sostenible en el CBRT.[/p][/sec][/xmlbody]

[ack][sectitle]**Agradecimientos**[/sectitle]

[p][/p]

[p]A la Compañía Nacional de Fuerza y Luz por el financiamiento otorgado para esta investigación y en especial a Sergio Feoli y Jorge Araya del Departamento de Recursos Naturales, por todo su apoyo durante el trabajo. A la Escuela de Ciencias Biológicas de la Universidad Nacional de Costa Rica (UNA), por el apoyo logístico y de materiales para el muestreo. A la Escuela de Ciencias Geográficas de la UNA y, particularmente, a Marilyn Romero por la orientación para el diseño metodológico. Finalmente, a Marco Calvo y Ana Hernández por la asistencia para el levantamiento de datos de campo.[/p][/ack]

[refs][sectitle]**Referencias**[/sectitle]

[ref id="r1" reftype=“journal"][authors role="nd"][pauthor][surname]Acosta[/surname], [fname]S. S.[/fname][/pauthor] [/authors]([date dateiso="20130000" specyear="2013"]2013[/date]). [arttitle]Propuesta de plan para la recuperación de la cubierta vegetal en el cantón de San José, Costa Rica[/arttitle]. [source]Geografia em Questão[/source], [volid]6[/volid]([issueno]2[/issueno]), [pages]262-286[/pages][/ref]

[ref id="r2" reftype="book"][authors role="nd"][pauthor][surname]Aldi[/surname], [fname]M.[/fname][/pauthor] [/authors]([date dateiso="20130000" specyear="2013"]2013[/date]). [source]Plan de desarrollo para una zona de amortiguamiento sostenible entre San Isidro de Heredia y el Parque Nacional Braulio Carrillo. [/source]([moreinfo]Tesis de Maestría[/moreinfo]. [pubname]Universidad para la Cooperación Internacional[/pubname]), [publoc]Costa Rica[/publoc]. [pages]102 [/pages]p. [/ref]

[ref id="r3" reftype="book"][authors role="nd"][pauthor][surname]Alfaro[/surname], [fname]D.[/fname][/pauthor] y [pauthor][surname]Miranda[/surname], [fname]P.[/fname][/pauthor] [/authors]([date dateiso="20070000" specyear="2007"]2007[/date]). [source]Crecimiento poblacional en la subregión metropolitana de Heredia, Costa Rica. [/source][pubname]Universidad Nacional de Costa Rica[/pubname], [publoc]Heredia, Costa Rica[/publoc].[/ref]

[ref id="r4" reftype="book"][authors role="nd"][pauthor][surname]Andrade[/surname], [fname]Á. P.[/fname][/pauthor] [/authors]([date dateiso="20070000" specyear="2007"]2007[/date]). [source]Aplicación del enfoque ecosistémico en Latinoamérica.[/source] [pubname]IUCN[/pubname]. [publoc]Bogotá, Colombia[/publoc]. pp [pages]7-10[/pages].

[/ref]

[ref id="r5" reftype="book"][authors role="nd"][pauthor][surname]Angulo[/surname], [fname]Y.[/fname][/pauthor][/authors] ([date dateiso="20160525" specyear="2016"]25 de mayo de 2016[/date]). [source]ESPH sigue a la espera de aval de SENARA para solucionar problemas de abastecimiento de agua. [/source][pubname]El Mundo cr, Noticias de Costa Rica Diario Digital[/pubname], [publoc]San José, Costa Rica[/publoc]. Recuperado de [moreinfo]<http://elmundo.cr/>[/moreinfo] [/ref]

[ref id="r6" reftype="book"][authors role="nd"][pauthor][surname]Araya[/surname], [fname]J.[/fname][/pauthor] [/authors]([date dateiso="20160504" specyear="2016"]4 de mayo de 2016[/date]). [source]Defensores de acuíferos logran moratoria de desarrollos inmobiliarios. [/source][moreinfo]Semanario Universidad[/moreinfo], [publoc]San José, Costa Rica[/publoc]. [/ref]

[ref id="r7" reftype=“journal"][authors role="nd"][pauthor][surname]Calvo[/surname], [fname]G.[/fname][/pauthor] y [pauthor][surname]Mora[/surname], [fname]J.[/fname][/pauthor] [/authors]([date dateiso="20120000" specyear="2012"]2012[/date]). [arttitle]Análisis de la calidad de varios cuerpos de agua superficiales en el GAM y la Península de Osa utilizando el índice holandés.[/arttitle] [source]Tecnología en Marcha[/source], [volid]25[/volid], [pages]37-44[/pages][/ref]

[ref id="r8" reftype="book"][authors role="nd"][pauthor][surname]Campos [/surname][fname]L[/fname]. [/pauthor]y [pauthor][fname]A[/fname]. [surname]Astorga[/surname]. [/pauthor][/authors]([date dateiso="20090000" specyear="2009"]2009[/date]). [source]La metodología del IFA (Índice de Fragilidad Ambiental) como herramienta de introducción integral de la dimensión ambiental en el ordenamiento del territorio en Costa Rica. Segundo Congreso Internacional Sobre Geología y Minería en la Ordenación del Territorio y en el Desarrollo.[/source] [publoc]Utrillas, España[/publoc]. pp. [pages]153-158[/pages].[/ref]

[ref id="r9" reftype="book"][authors role="nd"][pauthor][surname]Escalante-González[/surname], [fname]X.[/fname][/pauthor] y [pauthor][surname]Pizarro-Torres[/surname], [fname]R.[/fname][/pauthor] [/authors]([date dateiso="20090000" specyear="2009"]2009[/date]). [source]Perfil técnico Corredor Biológico Río María Aguilar .[/source] [pubname]Municipalidad de San José[/pubname], [publoc]Costa Rica[/publoc]. [/ref]

[ref id="r10" reftype=“journal"][authors role="nd"][pauthor][surname]Estrada[/surname], [fname]A.[/fname][/pauthor] [/authors]([date dateiso="20130000" specyear="2013"]2013[/date]). [arttitle]Importancia de los diferentes tipos de cobertura arbórea para la recuperación de la biodiversidad en ambientes urbanos.[/arttitle] [source]Ambientico [/source][volid]232-233[/volid], [pages]13-19. [/pages][/ref]

[ref id="r11" reftype=“journal"][authors role="nd"][pauthor][surname]Feoli[/surname], [fname]S.[/fname][/pauthor] [/authors]([date dateiso="20130000" specyear="2013"]2013[/date]). [arttitle]Corredor Biológico Interurbano del Río Torres y corredores biológicos en general.[/arttitle] [source]Ambientico[/source], [volid]232-233[/volid], [pages]51-55.[/pages]

[/ref]

[ref id="r12" reftype=“journal"][authors role="nd"][pauthor][surname]Harvey[/surname], [fname]C. A.[/fname][/pauthor], [pauthor][surname]Haber[/surname], [fname]W. A.[/fname][/pauthor], [pauthor][surname]Solano[/surname], [fname]R.[/fname][/pauthor], y [pauthor][surname]Mejías[/surname], [fname]F.[/fname][/pauthor] [/authors]([date dateiso="19990000" specyear="1999"]1999[/date]). [arttitle]Árboles remanentes en potreros de Costa Rica: ¿Herramientas para la conservación? Remnant trees in Costa Rican pastures: tools for conservation?.[/arttitle] [source]Agroforestería en las Américas[/source]., [volid]6[/volid]([issueno]24[/issueno]), [pages]19-22[/pages]. [/ref]

[ref id="r13" reftype=“journal"][authors role="nd"][pauthor][surname]Herrera[/surname], [fname]M.[/fname][/pauthor] [/authors]([date dateiso="20100000" specyear="2010"]2010[/date]). [arttitle]Ciencias sociales y gestión ambiental: El caso del desarrollo forestal urbano en Costa Rica. [/arttitle][source]Reflexiones[/source], [volid]89[/volid]([issueno]2[/issueno]). [/ref]

[ref id="r14" reftype=“journal"][authors role="nd"][pauthor][surname]Jha[/surname], [fname]S.[/fname][/pauthor], [pauthor][surname]Bacon[/surname], [fname]C. M.[/fname][/pauthor], [pauthor][surname]Philpott[/surname], [fname]S. M.[/fname][/pauthor], [pauthor][surname]Ernesto Mendez[/surname], [fname]V.[/fname][/pauthor], [pauthor][surname]Läderach[/surname], [fname]P.[/fname][/pauthor], y [pauthor][surname]Rice[/surname], [fname]R. A.[/fname][/pauthor] [/authors]([date dateiso="20140000" specyear="2014"]2014[/date]). [arttitle]Shade coffee: update on a disappearing refuge for biodiversity.[/arttitle] [source]BioScience[/source], [volid]64[/volid]([issueno]5[/issueno]), [pages]416-428[/pages].[/ref]

[ref id="r15" reftype=“journal"][authors role="nd"][pauthor][surname]Leandro[/surname], [fname]H.[/fname][/pauthor], [pauthor][surname]Coto[/surname], [fname]J.[/fname][/pauthor] y [pauthor][surname]Salgado[/surname], [fname]V.[/fname][/pauthor] [/authors]([date dateiso="20100000" specyear="2010"]2010[/date]). [arttitle]Calidad del agua de los ríos de la Microcuenca IV del río Virilla.[/arttitle] [source]Uniciencia[/source], [volid]24[/volid], [pages]69-74[/pages]. [/ref]

[ref id="r16" reftype="book"][authors role="nd"][pauthor][surname]Miranda[/surname], [fname]M.[/fname][/pauthor], [pauthor][surname]I. Porras[/surname] y [fname]M. Moreno.[/fname][/pauthor] [/authors]([date dateiso="20030000" specyear="2003"]2003[/date]). [source]El impacto social del esquema de pago de servicios ambientales en Costa Rica: Estudio de campo cuantitativo y análisis de la Cuenca Del Río Virilla. London: International Institute for Environment and Development (IIED). [/source][publoc]London, United Kingdom[/publoc]. [/ref]

[ref id="r17" reftype=“journal"][authors role="nd"][pauthor][surname]Montero[/surname], [fname]M.[/fname][/pauthor] [/authors]([date dateiso="20100000" specyear="2010"]2010[/date]). [arttitle]Experiencias y expectativas de la Compañía Nacional de Fuerza y Luz en materia de pago por servicios ambientales.[/arttitle] [source]Revista de Ciencias Ambientales[/source], [volid]40[/volid]([issueno]2[/issueno]), [pages]27-33[/pages].[/ref]

[ref id="r18" reftype="book"][authors role="nd"][pauthor][surname]Morera[/surname], [fname]C. M., [/fname][/pauthor][pauthor][fname]M[/fname]. [surname]Romero[/surname], [/pauthor][pauthor][fname]L[/fname]. [surname]Sandoval [/surname][/pauthor]y [pauthor][fname]M[/fname]. [surname]Alfaro[/surname][/pauthor]. [/authors]([date dateiso="20130000" specyear="2013"]2013[/date]). [source]Transformaciones y tendencias futuras en el paisaje periurbano de la región Gran Área Metropolitana (GAM) entre 1986 y el 2005. Geografía, paisaje y conservación[/source]. Eds. [authors role="ed"][pauthor][surname]Morera [/surname][fname]C[/fname]., [/pauthor][pauthor][fname]M[/fname]. [surname]Romero [/surname][/pauthor]y [pauthor][fname]L[/fname]. [surname]Sandoval[/surname][/pauthor][/authors]. [pubname]Universidad Nacional de Costa Rica[/pubname], [publoc]Heredia, Costa Rica[/publoc]. [/ref]

[ref id="r19" reftype=“journal"][authors role="nd"][pauthor][surname]Murty[/surname], [fname]P. S.[/fname][/pauthor], y [pauthor][surname]Tiwari[/surname], [fname]H.[/fname][/pauthor] [/authors]([date dateiso="20150000" specyear="2015"]2015[/date]). [arttitle]Accuracy Assessment of Land Use Classification- A Case Study of Ken Basin. [/arttitle][source]Journal of Civil Engineering and Architecture Research, [/source][volid]2[/volid]([issueno]12[/issueno]), [pages]1199-1206.[/pages]

[/ref]

[ref id="r20" reftype="book"][authors role="nd"][pauthor][surname]Ortiz[/surname], [fname]E.[/fname][/pauthor] [/authors]([date dateiso="20140000" specyear="2014"]2014[/date]). [source]Atlas Digital de Costa Rica 2008 (CD). [/source][pubname]Instituto Tecnológico de Costa Rica[/pubname]. [publoc]Cartago, Costa Rica[/publoc]. [/ref]

[ref id="r21" reftype="journal"][authors role="nd"][pauthor][surname]Paegelow[/surname], [fname]M[/fname]., [/pauthor][pauthor][fname]M[/fname]. [surname]Olmedo [/surname][/pauthor]y [pauthor][fname]J[/fname]. [surname]Toribio[/surname].[/pauthor] [/authors]([date dateiso="20030000" specyear="2003"]2003[/date]). [arttitle]Cadenas de Markov, evaluación multicriterio y evaluación multiobjetivo para la modelización prospectiva del paisaje.[/arttitle] [source]GeoFocus[/source], [volid]3[/volid], [pages]22-44[/pages]. [/ref]

[ref id="r22" reftype="book"][authors role="nd"][cauthor]ProDUS (Programa de Investigación de Desarrollo Urbano Sostenible[/cauthor][/authors]). [date dateiso="20040000" specyear="2004"]2004[/date]. [source]Diagnóstico Biofísico del proyecto: Adaptación del Sector Hídrico al Cambio Climático.[/source] [pubname]Escuela de Ingeniería Civil, Universidad de Costa Rica. [/pubname][publoc]San José, Costa Rica[/publoc]. pp. [pages]19-53[/pages].[/ref]

[ref id="r23" reftype="book"][authors role="nd"][cauthor]QGIS Development Team[/cauthor], [/authors]([date dateiso="20090000" specyear="2009"]2009[/date]). [source]QGIS Geographic Information System.[/source] [pubname]Open Source Geospatial Foundation[/pubname]. URL [moreinfo]http://qgis.osgeo.org.[/moreinfo]

[/ref]

[ref id="r24" reftype="book"][authors role="nd"][pauthor][surname]Ramírez[/surname], [fname]R.[/fname][/pauthor] [/authors]([date dateiso="20070000" specyear="2007"]2007[/date]). [source]Recarga potencial del acuífero Colima y Barba, Valle Central, Costa Rica. San José, Costa Rica. Servicio Nacional de Aguas Subterráneas, Riego y Avenamiento[/source]. [moreinfo]Periodo 2007. [/moreinfo] [pages]41[/pages] p.[/ref]

[ref id="r25" reftype="book"][authors role="nd"][pauthor][surname]Rodríguez[/surname], [fname]F.[/fname][/pauthor] [/authors]([date dateiso="20041206" specyear="2004"]6 de diciembre de 2004[/date]). [source]Problemas con agua también en otros cantones de Heredia[/source]. [pubname]La Nación[/pubname], [publoc]San José, Costa Rica[/publoc].[/ref]

[ref id="r26" reftype="book"][authors role="nd"][pauthor][surname]Rojas[/surname], [fname]C. R.[/fname][/pauthor] [/authors]([date dateiso="20100000" specyear="2010"]2010[/date]). [source]Propuesta para restauración de la zona de los diques, reserva nacional río Reventado, Cartago, Costa Rica.[/source] ([moreinfo]Tesis de licenciatura. Instituto Tecnológico de Costa Rica[/moreinfo]), [publoc]Cartago, Costa Rica[/publoc].

[/ref]

[ref id="r27" reftype=“journal"][authors role="nd"][pauthor][surname]Romero-Vargas, [/surname][fname]M.[/fname], [/pauthor][pauthor][surname]Piedra-Castro[/surname], [fname]L[/fname]. [/pauthor][pauthor][surname]Villalobos-Chacón[/surname], [fname]R[/fname]., [/pauthor][pauthor][surname]Marín[/surname]-, [fname]R[/fname]. [/pauthor]y [pauthor][surname]Núñez-Obando[/surname], [fname]F[/fname]. [/pauthor][/authors]([date dateiso="20130000" specyear="2013"]2013[/date]). [arttitle]Evaluación ecológica rápida de un ecosistema urbano: el caso de la microcuenca del Río Pirro, Heredia, Costa Rica[/arttitle]. [source]Revista Geográfica de América Central[/source], [volid]47[/volid], [pages]41-70[/pages].

[/ref]

[ref id="r28" reftype=“journal"][authors role="nd"][pauthor][surname]Rosenfield[/surname], [fname]G. H.[/fname][/pauthor], y [pauthor][surname]Fitzpatrick-Lins[/surname], [fname]K.[/fname][/pauthor] [/authors]([date dateiso="19860000" specyear="1986"]1986[/date]). [arttitle]A coefficient of agreement as a measure of thematic classification accuracy. [/arttitle][source]Photogrammetric engineering and remote sensing[/source], [volid]52[/volid]([issueno]2[/issueno]), [pages]223-227[/pages].[/ref]

[ref id="r29" reftype="book"][authors role="nd"][pauthor][surname]Sanderson[/surname], [fname]J[/fname]., [/pauthor][pauthor][fname]K[/fname]. [surname]Alger[/surname][/pauthor], [pauthor][fname]G[/fname]. [surname]da Fonseca[/surname][/pauthor], [pauthor][fname]C[/fname]. [surname]Galindo-Leal[/surname][/pauthor], [pauthor][fname]V[/fname]. [surname]Inchausty[/surname][/pauthor] y [pauthor][fname]K[/fname]. [surname]Morrison[/surname].[/pauthor][/authors] ([date dateiso="20030000" specyear="2003"]2003[/date]). [source]Biodiversity conservation corridors: planning, implementing, and monitoring sustainable landscapes. [/source][pubname]Conservation International[/pubname], [publoc]Washington, D.C. United States of America.[/publoc] pp [pages]10-11[/pages].[/ref]

[ref id="r30" reftype="book"][authors role="nd"][pauthor][surname]Shepherd[/surname] [fname]G.[/fname][/pauthor], [/authors]([date dateiso="20040000" specyear="2004"]2004[/date]). [source]The Ecosystem Approach: Five Steps to Implementation.[/source] [pubname]IUCN[/pubname], [publoc]Gland, Switzerland and UK Cambridge[/publoc], [moreinfo]Vi. [/moreinfo][pages]30[/pages] p. [/ref]

[ref id="r31" reftype=“journal"][authors role="nd"][pauthor][surname]Solano-Monge[/surname], [fname]F.[/fname][/pauthor] [/authors]([date dateiso="20170000" specyear="2017"]2017[/date]). [arttitle]Propuesta de zonificación ambiental del corredor biológico interurbano río María Aguilar, Costa Rica.[/arttitle] [source]Revista de Ciencias Ambientales[/source], [volid]51[/volid]([issueno]1[/issueno]), [pages]33-50[/pages].[/ref]

[ref id="r32" reftype="book"][authors role="nd"][pauthor][surname]Suazo[/surname], [fname]A.[/fname][/pauthor] y [pauthor][surname]Ramos[/surname], [fname]J.[/fname][/pauthor] [/authors]([date dateiso="19980000" specyear="1998"]1998[/date]). [source]Perfil: plan de Mejoramiento Ambiental de la Parte Alta de la Cuenca del Río Virilla (PLAMA Virilla). [/source][pubname]Compañía Nacional de Fuerza y Luz[/pubname]. [publoc]San José Costa Rica.[/publoc][/ref]

[ref id="r33" reftype=“journal"][authors role="nd"][pauthor][surname]Trujillo-Acosta[/surname], [fname]A.[/fname][/pauthor], [pauthor][surname]Peraza-Estrella[/surname], [fname]M. J.[/fname][/pauthor], [pauthor][surname]Marina-Hipólito[/surname], [fname]J. G.[/fname][/pauthor], y [pauthor][surname]Boraschi[/surname], [fname]S. F.[/fname][/pauthor] [/authors]([date dateiso="20160000" specyear="2016"]2016[/date]). [arttitle]Evaluación del Corredor Interurbano Río Torres, Costa Rica. [/arttitle][source]Revista Forestal Mesoamericana Kurú[/source], [volid]14[/volid]([issueno]34[/issueno]), [pages]53-62[/pages]. [/ref]

[ref id="r34" reftype="book"][authors role="nd"][pauthor][surname]Villalobos[/surname], [fname]R.[/fname][/pauthor] [/authors]([date dateiso="20130000" specyear="2013"]2013[/date]). [source]Rehabilitación forestal de la zona de protección de la microcuenca del río Pirro, Heredia, Costa Rica. (Tesis de Licenciatura. [/source][pubname]Escuela de Ciencias Ambientales, Universidad Nacional de Costa Rica[/pubname]). [publoc]Heredia, Costa Rica. [/publoc][pages]78 [/pages]p.[/ref]

[ref id="r35" reftype=“journal"][authors role="nd"][pauthor][surname]Villalobos[/surname], [fname]R.[/fname][/pauthor], [pauthor][surname]Bermúdez[/surname], [fname]T.[/fname][/pauthor], y [pauthor][surname]Romero[/surname], [fname]M.[/fname][/pauthor] [/authors]([date dateiso="20130000" specyear="2013"]2013[/date]). [arttitle]Percepción de la rehabilitación forestal de la zona de protección del río Pirro tienen sus vecinos. [/arttitle][source]Revista de Ciencias Ambientales[/source], [volid]46[/volid]([issueno]2[/issueno]), [pages]75-83[/pages]. [/ref]

[ref id="r36" reftype=“journal"][authors role="nd"][pauthor][surname]Wei-Salas[/surname], [fname]S[/fname]., [/pauthor]A. y [pauthor][surname]Quirós[/surname], [fname]A[/fname]. [/pauthor][/authors]([date dateiso="20150000" specyear="2015"]2015[/date]). [arttitle]Caracterización del uso del suelo en las principales áreas agrícolas de la Gran Área Metropolitana (GAM) de Costa Rica.[/arttitle] [source]Agronomía costarricense: Revista de ciencias agrícolas[/source], [volid]39[/volid]([issueno]1[/issueno]), [pages]149-160[/pages].[/ref][/refs]

[fngrp][fn id="fn1" fntype="other"]Dio del artículo: 10.15359/rgac.62-1.6[/fn][/fngrp]

[/doc]