

Influencia del grado de pendiente y extensión de la propiedad como factores condicionantes para la cobertura de suelo en La Paz, San Ramón, Alajuela, Costa Rica

Influence of the degree of slope and extent of the property as conditioning factors for soil cover in La Paz, San Ramón, Alajuela, Costa Rica

Influência do grau de inclinação e extensão da propriedade como fatores condicionantes para a cobertura do solo em La Paz, San Ramón, Alajuela, Costa Rica

Luis Felipe Sancho-Jiménez

Instituto Tecnológico de Costa Rica, Costa Rica
lfsancho@itcr.ac.cr
<https://orcid.org/0000-0001-9743-8890>

Liz Brenes-Cambronero

Universidad de Costa Rica, Costa Rica
llmbrenes@hotmail.com
<https://orcid.org/0000-0003-2467-5195>

DOI: <http://doi.org/10.15359/prme.22-44.2>

Fecha de recepción: 16/1/2024 ● Fecha de aceptación: 06/04/2024 ● Fecha de publicación: 05/08/2024

RESUMEN

Se realizó un análisis cuantitativo de la pendiente del suelo de 2596,88 hectáreas ubicadas en La Paz, San Ramón, Alajuela, Costa Rica. Para completar el estudio se recolectaron 461 puntos de comprobación de campo,

ABSTRACT

A quantitative analysis was conducted on a 2596.88-hectare slope located in La Paz, San Ramón, Alajuela, Costa Rica. To complete the study, 461 field verification points were collected, of which 182 were selected.



de los cuales se seleccionaron 182. Los datos se verificaron con la información disponible en el Mapa Catastral de San Ramón y la base de datos del Sistema Nacional de Información Territorial [SNIT]. Los resultados se clasificaron según las categorías de pendiente del suelo establecidas por MAG-MIRENEM, 1994, Decreto N.º 23214. Los resultados revelaron que 54,85 hectáreas (ha) corresponden a suelo con una pendiente que va desde $0\% \leq 3\%$; 105,6 ha se encuentran en terrenos con una pendiente mayor a $3\% \leq 8\%$; 309,84 ha consisten en tierras con una pendiente mayor a $8\% \leq 15\%$; 1079,07 ha son terrenos con una pendiente mayor a $15\% \leq 30\%$; 799,02 ha son suelos con una pendiente que oscila entre $30\% \leq 50\%$; 229,39 ha representan tierras con una pendiente mayor a $50\% \leq 75\%$, y 19,11 ha comprenden terrenos con una pendiente superior a 75% . En las propiedades de más de 20 ha, con pendiente que supera el 50% y son terrenos fuertemente ondulados, escarpados o muy escarpados, el 82% de la extensión total (1097,36 ha) está cubierta por bosque.

Palabras claves: tierra agrícola, conservación ambiental, protección del paisaje, protección forestal, desarrollo rural.

Data was cross-verified with the information available in the Cadastral Map of San Ramón and the database of the National Territorial Information System [SNIT]. Results were classified according to the soil slope categories established by MAG-MIRENEM, 1994, Decreto N.º 23214. The findings revealed that 54.85 hectares correspond to soil with a slope ranging from $0\% \leq 3\%$; 105.6 hectares are located on terrain with a slope greater than $3\% \leq 8\%$; 309.84 hectares consist of lands with a slope greater than $8\% \leq 15\%$; 1079.07 hectares are terrains with a slope greater than $15\% \leq 30\%$; 799.02 hectares are soils with a slope ranging between $30\% \leq 50\%$; 229.39 hectares represent lands with a slope greater than $50\% \leq 75\%$; and 19.11 hectares comprise terrains with a slope exceeding 75% . In properties exceeding 20 hectares, with a slope exceeding 50% and characterized as strongly undulating, steep, or very steep terrain, 82% of the total area (1097.36 hectares) is covered by forest.

Keywords: agricultural land, nature conservation, landscape protection, forest conservation, rural extension.

RESUMO

Foi realizada uma análise quantitativa da inclinação do solo de 2596,88 hectares localizados em La Paz, San Ramón, Alajuela, Costa Rica. Para completar o estudo, foram coletados 461 pontos de verificação de campo, dos quais 182 foram selecionados. Os dados foram verificados com as informações disponíveis no Mapa Catastral de San Ramón e no banco de dados do Sistema Nacional de

Informação Territorial [SNIT]. Os resultados foram classificados de acordo com as categorias de inclinação do solo estabelecidas por MAG-MIRENEM, 1994, Decreto N.º 23214. Os resultados revelaram que 54,85 hectares (ha) correspondem a solo com uma inclinação que varia de $0\% \leq 3\%$; 105,6 ha estão em terrenos com uma inclinação maior que $3\% \leq 8\%$; 309,84 ha consistem em terras com uma inclinação maior que $8\% \leq 15\%$; 1079,07 ha são terrenos com uma inclinação

Influencia del grado de pendiente y extensión de la propiedad como factores condicionantes para la cobertura de suelo en La Paz, San Ramón, Alajuela, Costa Rica
Luis Felipe Sancho-Jiménez y Liz Brenes-Cambronero



maior que 15 % e ≤ 30 %; 799,02 ha são solos com uma inclinação que varia entre > 30 % e ≤ 50 %; 229,39 ha representam terras com uma inclinação maior que 50 % e ≤ 75 %, e 19,11 ha compreendem terrenos com uma inclinação superior a 75 %. Nas propriedades com mais de 20 ha, com inclinação superior a

50 % e terrenos fortemente ondulados, escarpados ou muito escarpados, 82 % da extensão total (1097,36 ha) está coberta por floresta.

Palavras-chave: terras agrícolas, conservação ambiental, protecção paisagística, protecção florestal, desenvolvimento rural.

INTRODUCCIÓN

El suelo constituye el fundamento vital que sostiene la vida en el entorno. La distribución de la cobertura en un terreno determina la disposición de los ecosistemas y, posiblemente, contribuye a la fragmentación de hábitats, lo cual afecta los ciclos naturales del clima. La utilización de la tierra y sus recursos define los modelos de ordenamiento territorial, elementos clave en la economía de las distintas regiones (Alarcón, 2006).

A lo largo de la historia, la tierra ha sido vista como una fuente de riqueza, estatus social y poder, pues el poseerla ha impulsado actividades productivas, especialmente la producción de alimentos, y ha sido un factor esencial para la vivienda y el desarrollo comunitario (Mosca, *et al.*, 1984). En las áreas rurales, la tierra se considera una fuente de oportunidades laborales y desarrollo, mientras que en los núcleos urbanos se vuelve un recurso cada vez más escaso (Binns, 2003).

En América Latina, se prevé un cambio en el mercado de la tierra en el que sobresalen dos tendencias: la primera implica la fragmentación agraria y la segunda, la fragmentación de la propiedad en el sector campesino, el cual tiende a concentrarse en propiedades medianas y de grandes proporciones (Comisión Económica para América Latina y el Caribe [CEPAL], Food and Agriculture Organization of the United Nations [FAO] e Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura [IICA], 2013). Actualmente, en esta región el 32 % de los ingresos provienen de recursos ambientales que proveen los bosques directa o indirectamente (Angelsen *et al.*, 2014). En sí, las comunidades rurales de la región se han desarrollado en torno a la disponibilidad de recursos para construcción, medicina tradicional, alimentos y entretenimiento (García y Cambroner, 2019).

Influencia del grado de pendiente y extensión de la propiedad como factores condicionantes para la cobertura de suelo en La Paz, San Ramón, Alajuela, Costa Rica
Luis Felipe Sancho-Jiménez y Liz Brenes-Cambroner



Las actividades antrópicas son fuente de cambios en el uso del suelo y están asociadas a la fragmentación de hábitats, pérdida de biodiversidad, erosión de los suelos, alteraciones en el ciclo del agua, modificaciones en el nivel del agua, disminución en la producción de alimentos y cambios en las dinámicas poblacionales (Olagunju, 2015; De Adelhart *et al.*, 2016; Rosa *et al.*, 2016; Gallardo-Cruz *et al.*, 2019; Patarkalashvili, 2019). Por ejemplo, la deforestación, producto de la expansión de la frontera agrícola, pone en riesgo los bosques tropicales porque altera la generación de servicios ecosistémicos; además, las tierras con vocación forestal han sido destinadas a la ganadería y, en algunos casos, se ha observado una extracción excesiva de madera para obtener leña (Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente [PNUMA], 2002).

Cabe señalar que el análisis temporal y espacial del suelo permite comprender los cambios en la cobertura, al proporcionar una comprensión profunda de la dinámica de los ecosistemas (Gonzaga, 2015). Estas variaciones no solo ponen en peligro las características del ecosistema, sino también el desarrollo de las comunidades y la preservación de los modos de vida campesinos. Al respecto, Hernando (2019) y Trujillo (2019) señalan que estas transformaciones pueden favorecer al abandono de las áreas rurales, lo que a su vez influye en procesos como la desagrarización (Camarero *et al.*, 2020).

En este contexto, los Sistemas de Información Geográfica [SIG] son herramientas que permiten cuantificar los cambios en el terreno, por ejemplo, la expansión de la frontera urbanística y agrícolas, así como los aspectos naturales que ayudan a comprender sus efectos sociales, económicos y ambientales, con el fin de ofrecer insumos para el fortalecimiento del ordenamiento territorial (Paegelow *et al.*, 2003; Benítez *et al.*, 2012), el cual se basa en información precisa sobre un área.

De este modo, el estudio del uso del suelo incorpora variables geográficas, socioeconómicas y ambientales que pueden recopilarse, digitalizarse y georreferenciarse para convertirlas en formato ráster (Velázquez *et al.*, 2002); todas estas permiten el análisis y la predicción de escenarios de desarrollo. El territorio rural es dinámico, en él se reflejan los cambios sociales, económicos y ambientales que dejan su huella en el uso de suelo y se perciben en el paisaje. La pendiente es uno de los factores condicionantes para definir esas actividades humanas que se realizan en el suelo, pues limita su capacidad de uso y afecta las labores de cultivo asociadas con el manejo del agua en la

Influencia del grado de pendiente y extensión de la propiedad como factores condicionantes
para la cobertura de suelo en La Paz, San Ramón, Alajuela, Costa Rica
Luis Felipe Sancho-Jiménez y Liz Brenes-Cambronero



tierra (Ministerio de Agricultura [MAG] y Ministerio de Recursos Naturales, Energía y Minas [MIRENEM], 1994).

Este estudio marca el cierre de un ciclo de investigación de ocho años en La Paz, en el cual se determinó la cobertura del suelo (Sancho-Jiménez y Brenes-Cambroner, 2021). Este estudio se convirtió en un insumo esencial para analizar los resultados en relación con la pendiente del terreno en el área. Además, se relaciona con las expectativas de disposición de la propiedad en La Paz (Sancho-Jiménez y Brenes-Cambroner, 2023), aunque no se abordaron en profundidad porque no guardan estrecha relación con el nivel de pendiente del suelo y no eran parte del objetivo inicial del análisis.

Bajo este escenario, la investigación tuvo como objetivo determinar el grado de pendiente del suelo y su relación con la extensión de las propiedades y el uso del suelo en La Paz, ubicada en la zona de amortiguamiento de la Reserva Biológica Alberto Manuel Brenes [ReBAMB], San Ramón, Alajuela, Costa Rica, para sentar un precedente desde dónde monitorear los posibles cambios que puedan ocurrir en la composición del paisaje. Además, se determinó las zonas de mayor vulnerabilidad ante esos posibles cambios.

ÁREA DE ESTUDIO

El área comprende al caserío de La Paz, en el distrito de Piedades Norte del cantón de San Ramón, Alajuela, Costa Rica. La comunidad recorre 23,72 km² y es considerada como rural-urbana (Sancho-Jiménez y Brenes-Cambroner, 2021) (Figura 1). Es una comunidad de vocación agrícola en donde históricamente destacan cultivos como la caña de azúcar. Además, en años recientes se ha presentado un auge en iniciativas de turismo rural como cabañas, áreas para acampar, casas de alquiler, posadas, senderos en reservas naturales privadas, cabalgatas, caminatas nocturnas y restaurantes que basan su oferta en los atractivos naturales (Moya y Brenes, 2017).

Influencia del grado de pendiente y extensión de la propiedad como factores condicionantes para la cobertura de suelo en La Paz, San Ramón, Alajuela, Costa Rica
 Luis Felipe Sancho-Jiménez y Liz Brenes-Cambroner



METODOLOGÍA

El número de propiedades registradas en el área se definió mediante el estudio del mapa catastral de San Ramón y segregar el sector de estudio. Además, se corroboró con datos del Sistema Nacional de Información Territorial [SNIT] para obtener fotografías aéreas (versión 2017), las cuales fueron procesadas mediante el software libre QGIS. La información se confirmó en el campo con 461 puntos de comprobación recopilados entre agosto del 2016 y marzo del 2017. Para la georreferenciación, se utilizó un dispositivo de Posicionamiento Global [GPS] de la marca Garmin, modelo MAP 64. Posteriormente, se seleccionaron 182 puntos como pixeles de referencia (Jensen, 1996) para la creación de un mapa temático, que incluye grado de pendiente del suelo mediante la vectorización de los datos. Las categorías de extensión de la propiedad se determinaron por conveniencia (Blanco y Castro, 2007; Jiménez-Barrera, *et al.*, 2022), estas categorías se describen en la Tabla 1.

Tabla 1

Clasificación de las propiedades según su extensión

Extensión de la propiedad	Descripción
<0,25 ha	Propiedades con una extensión inferior a 2500 m ² .
≥0,26 ha a < 2 ha	Propiedades cuya extensión es igual o mayor a 2500 m ² , pero inferior a 20.000 m ² .
≥2,01 ha a < 10 ha	Propiedades cuya extensión es igual o mayor a 20.000 m ² , pero inferior a 100.000 m ² .
≥10,01 ha a < 20 ha	Propiedades cuya extensión es igual o mayor a 100.000 m ² , pero inferior a 200.000 m ² .
≥20,01 ha	Propiedades cuya extensión es igual o superior a 200.000 m ² .

Nota. elaboración propia, 2023.

Además, para determinar las categorías de la pendiente del suelo se tomó de referencia a MAG-MIRENEM, 1994, Decreto N.º 23214, en el cual se determinan siete categorías detalladas en la Tabla 2. En este punto, cabe señalar que, adicionalmente, se utilizó la escala Likert, en esta se emplean ocho niveles que se complementa con colores para aumentar la sensibilidad sobre el tema (Bisquerra y Pérez, 2015), el uso de esta escala de colores aporta a la discusión posterior que caracteriza las condiciones de esas tierras con

Influencia del grado de pendiente y extensión de la propiedad como factores condicionantes para la cobertura de suelo en La Paz, San Ramón, Alajuela, Costa Rica
Luis Felipe Sancho-Jiménez y Liz Brenes-Cambronero



respecto al posible cambio de uso de suelo en la región, basado en los factores señalados como la pendiente, su rol en estos cambios y sus implicaciones sobre el paisaje (Bisquerra y Pérez, 2015; Gordillo-Ruiz y Castillo-Santiago, 2017 y Adame *et al.*, 2020).

Tabla 2
Categorías del suelo según el grado de la pendiente

Categoría		Porcentaje de pendiente	Capacidad de uso de suelo
I	Plano o casi plano	$\geq 0\% \text{ a } \leq 3\%$	Pocas o ninguna limitación para el desarrollo de actividades agrícolas, pecuarias o forestales, adaptadas ecológicamente a la zona.
II	Ligeramente ondulado	$> 3\% \text{ a } \leq 8\%$	Pocas limitaciones, reducen la posibilidad de elección de actividades o incrementan los costos de producción debido a la necesidad de usar prácticas de manejo y conservación de los suelos.
III	Moderadamente ondulado	$> 8\% \text{ a } \leq 15\%$	Limitaciones moderadas, que restringen la elección de los cultivos o incrementan los costos de producción. Para desarrollar los cultivos anuales se requiere prácticas intensivas de manejo y conservación de suelos y agua.
IV	Ondulado	$> 15\% \text{ a } \leq 30\%$	Fuertes limitaciones, restringen su uso a vegetación semipermanente y permanente. Los cultivos anuales se pueden desarrollar solo en forma ocasional y con prácticas muy intensas de manejo y conservación de suelos y aguas, excepto de climas pluviales, donde este tipo de cultivo no es recomendable.
V	Fuertemente ondulado	$> 30\% \text{ a } \leq 50\%$	Severas limitaciones para el desarrollo de cultivos anuales, semipermanentes, permanentes o bosque, por lo cual su uso se restringe para pastoreo o manejo de bosque natural.

Influencia del grado de pendiente y extensión de la propiedad como factores condicionantes para la cobertura de suelo en La Paz, San Ramón, Alajuela, Costa Rica
Luis Felipe Sancho-Jiménez y Liz Brenes-Cambronero



Categoría		Porcentaje de pendiente	Capacidad de uso de suelo
VI	Escarpado	> 50 % a ≤ 75 %	Utilizadas para la producción forestal, cultivos permanentes tales como frutales y café, aunque estos últimos requieren prácticas intensivas de manejo y conservación de suelos y aguas.
VII	Fuertemente escarpado	> 75 %	Severas limitaciones, solo permite manejo forestal en caso de cobertura boscosa; en aquellos casos en que el uso actual sea diferente al bosque, se procurará la restauración natural.
VIII	ND	ND	No reúne las condiciones mínimas para actividades de producción agropecuaria o forestal alguna. Solo tienen utilidad como zonas para la preservación de flora y fauna, protección de áreas de recarga acuífera, reserva genética y belleza escénica. Se consideran en esta categoría acantilados, precipicios, peñones u otras áreas de condiciones similares.

Nota: elaboración propia (2023) con base en [MAG-MIRENEM, 1994](#), Decreto N.º 23214.

RESULTADOS

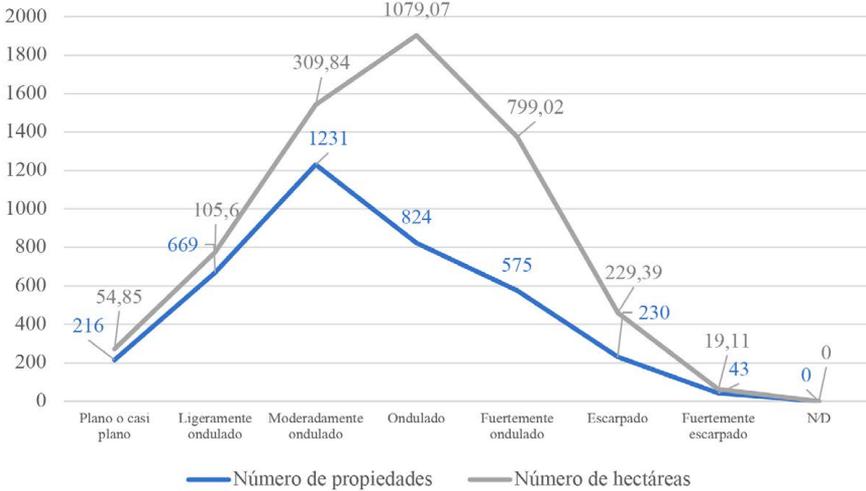
En el área, se contabilizaron 3788 propiedades, que en conjunto alcanzan 2596,88 hectáreas. Se clasificó el suelo según el grado de pendiente y, además, se determinó el número de hectáreas para cada categoría descrita en la Tabla 3. El comportamiento de los datos asemeja a una Campana de Gauss ([Infante y Zarate de Lara, 2010](#)), pues los resultados del número de propiedades y extensión en hectáreas según categorías se concentra en terrenos con un grado de pendiente intermedia y se presenta menos registros en los costados del gráfico en ambas categorías como se detalla en la Figura 3.

Influencia del grado de pendiente y extensión de la propiedad como factores condicionantes para la cobertura de suelo en La Paz, San Ramón, Alajuela, Costa Rica
Luis Felipe Sancho-Jiménez y Liz Brenes-Cambronero



Figura 3

Número de propiedades y hectáreas según la categoría de la pendiente en La Paz, Piedades Norte de San Ramón

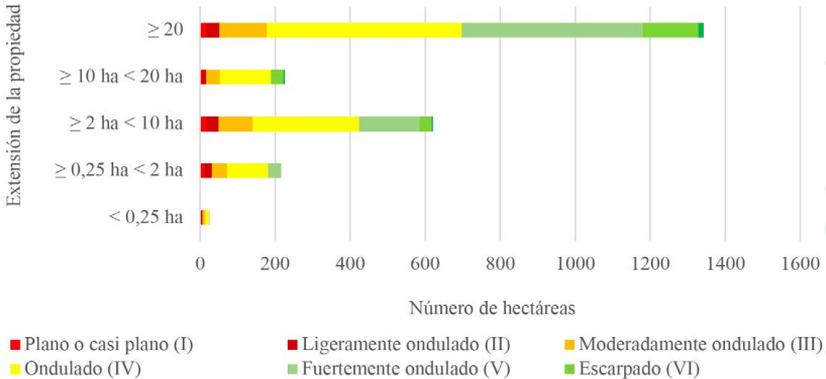


Nota: elaboración propia con base en datos del mapa catastral de San Ramón (2023).

Al evaluar el grado de pendiente del terreno en relación con la extensión de la propiedad, se evidenció que las propiedades se basan en la combinación de terrenos con diversos grados de pendiente (Figura 4).

Figura 4

Composición de las propiedades según el grado de pendiente en La Paz, Piedades Norte de San Ramón (2016-2017)



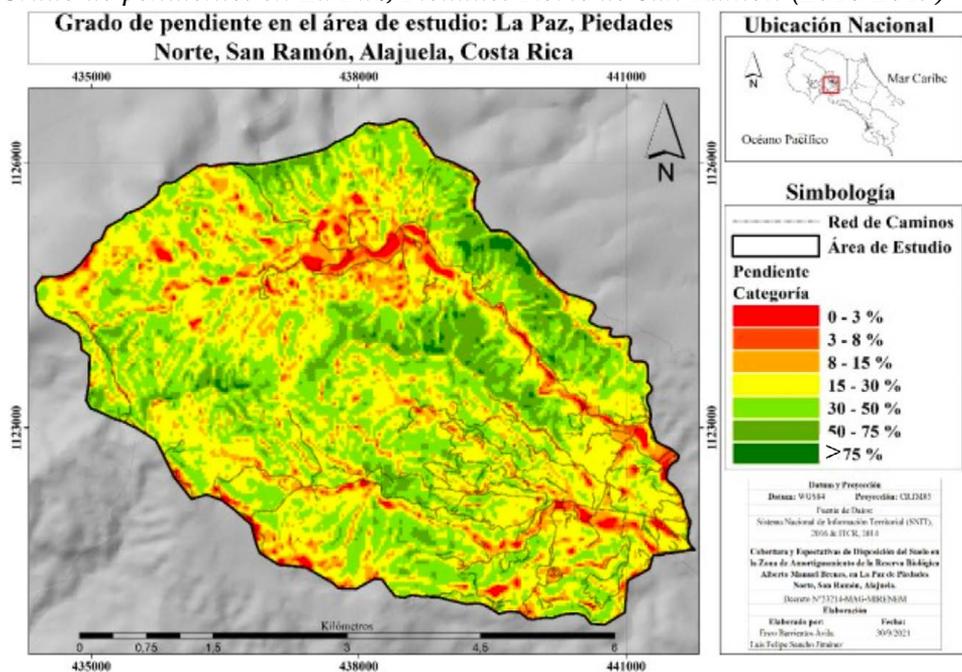
Nota: elaboración propia (2023), con base a MAG-MIRENEM, 1994, Decreto N.º 23214, el mapa catastral de San Ramón y SNIT (2017).

Influencia del grado de pendiente y extensión de la propiedad como factores condicionantes para la cobertura de suelo en La Paz, San Ramón, Alajuela, Costa Rica
Luis Felipe Sancho-Jiménez y Liz Brenes-Cambronero



Para presentar la ubicación geográfica de los terrenos, se generó un mapa temático en el que se refleja la ubicación de las tierras según el grado de pendiente (Figura 5). Esta representación permite observar los bloques de tierras con alta pendiente (color verde); asimismo, se ubican núcleos de tierras con baja pendiente (color rojo); en este punto cabe señalar que en estas tierras planas se concentra la población que realiza la mayoría de las actividades agrícolas en el país y para esto se requiere de una red de caminos, lo cual es factible gracias a la geografía del terreno (Martínez, 2003, Perry, 2010, Giraldo y Gómez, 2014; Sterzik, 2020, Devia y Piñeros, 2021).

Figura 5
Grado de pendientes en La Paz, Piedades Norte de San Ramón (2016-2017)



Nota: elaboración propia (2021), con base a MAG-MIRENEM, 1994, Decreto N.º 23214, mapa catastral de San Ramón y SNIT (2017).

Influencia del grado de pendiente y extensión de la propiedad como factores condicionantes para la cobertura de suelo en La Paz, San Ramón, Alajuela, Costa Rica
Luis Felipe Sancho-Jiménez y Liz Brenes-Cambronero



Tabla 3

Composición de las propiedades; por categorías de extensión, según la pendiente del suelo y la cobertura de uso

Extensión de la propiedad según categorías	Ubicación	Cobertura
< 0,25 ha	Mayoritariamente, estas tierras se ubican en áreas con una pendiente menor al 30 %.	El 44 % corresponde a la red vial. Además, el 10 % posee cobertura natural distribuida en cobertura forestal (6 %) y red hídrica (4 %).
≥ 0,25 ha < 2 ha	Estas propiedades se concentran en áreas con pendiente inferior a 30 %. El 50,91 % (109,75 ha) del área posee una pendiente mayor al 15 %, pero no superan el 30 %. El 19,16 % (41,31 ha) tiene una pendiente entre el 8 % y el 15 %, mientras que el 15,5 % (33,42 ha) supera el 30 %.	El 31 % (66,99 ha) de las tierras en esta categoría están dedicadas al cultivo de caña de azúcar, el 22 % (43,7 ha) está cubierto por bosques y el 16 % (34,84 ha) se dedica a pastos.
≥ 2 ha < 10 ha	Estas propiedades se encuentran en áreas con una pendiente inferior al 30 %. Los terrenos con una pendiente mayor al 50 % representan el 5,71 % (35,44 ha), mientras que aquellos con menos del 8 % de pendiente representan el 7,83 % (48,63 ha).	El 48,8 % (284,4 ha) de estas tierras está cubierto por bosques, el 20,62 % (122,7 ha) son pastos, el 17,35 % (102,65 ha) está cultivado de caña de azúcar, el 11,44 % (67,7 ha) corresponde a la red de caminos y el 2,35 % (13,95 ha) se refiere a cuerpos de agua.
≥ 10 ha < 20 ha	Estas propiedades se sitúan mayormente en terrenos con una pendiente del 15% al 50%, son suelos ondulados o fuertemente ondulados. Por su parte, el 11,07 % (36,36 ha) tiene una pendiente entre el 8 % y el 15 %, y el 10,47 % (34,4 ha) supera el 50 % de pendiente. Una pequeña parte, el 5 % (16,44 ha) presenta una pendiente menor o igual al 8 %.	El 61 % (201,7 ha) está cubierto por bosques y el 16 % (51,98 ha), por pastos.
≥ 20 ha	Estas propiedades abarcan 1341.97 hectáreas. Se caracterizan por ser terrenos con una pendiente superior al 30 %, lo cual los hace fuertemente ondulados, escarpados o muy escarpados.	De estas, el 82 % (1097.36 ha) está cubierto por bosques. El 6 % (81,62 ha) corresponde a pastos, el 4 % (57,1 ha) a cultivos de caña de azúcar y el 1% (16,34 ha) a cultivos mixtos. Estas propiedades poseen una red de caminos que cubre el 6 % (77,99 ha), mientras que el 0,01 % (0,84 ha) se destina a uso urbano.

Nota: elaboración propia (2023), con base en datos del mapa catastral de San Ramón y **SNIT (2017)**.

Influencia del grado de pendiente y extensión de la propiedad como factores condicionantes para la cobertura de suelo en La Paz, San Ramón, Alajuela, Costa Rica
Luis Felipe Sancho-Jiménez y Liz Brenes-Cambronero



DISCUSIÓN

Con el aumento demográfico se incrementa la demanda de los recursos, lo que genera presión creciente sobre el uso de la tierra. Durante el siglo XX, el Estado costarricense compró propiedades de gran extensión para dividir las en parcelas más pequeñas, las cuales fueron asignadas a personas de bajos recursos para actividades agropecuarias; en respuesta a la presión popular por el acceso a la tierra (Núñez, 2001) para el cultivo agrícola. Sin embargo, esta práctica no incorporó la vocación del suelo según su grado de pendiente, entre otras variables importantes que no fueron consideradas.

En dicha dinámica, las personas enfrentaron barreras socioeconómicas y desafíos ambientales para mantener las áreas de cultivo o expandir sus actividades, por lo que se ha propiciado la regeneración natural de suelos con vocación forestal, especialmente en áreas con fuertes pendientes.

En 2017, Palomeque-de la Cruz *et al.*, identificaron tres tipos de variables que influyen en el cambio de uso de suelo: geográficas, socioeconómicas y ambientales. Estas variables incluyen la pendiente del suelo, la densidad poblacional, la proximidad a áreas urbanas, el turismo y la cercanía a zonas protegidas y cuerpos de agua. Todos estos elementos están presentes en el área de estudio como dinamizadores del cambio de uso de suelo. En el área de estudio, se han destinado 627,38 ha a actividades agrícolas, como caña de azúcar, pastos y cultivos mixtos (Sancho-Jiménez y Brenes-Cambronero, 2021). Sin embargo, al considerar la pendiente del suelo y el uso recomendado, 106,34 ha se utilizan para la agricultura en tierras no aptas, lo cual aumenta los costos de producción y conlleva el deterioro del agroecosistema, con efectos a largo plazo. Por ejemplo, en el área, 294,76 ha están dedicadas a pastos (Sancho-Jiménez y Brenes-Cambronero, 2021), cabe señalar que, en el caso de América Latina, una de las principales causas de la deforestación se relaciona con la ganadería, que ha reemplazado los cultivos agrícolas (Ramírez y Ruiz-Buitrago, 2020). Aunado a los pastizales, los pequeños agricultores desarrollan actividades como la agricultura mixta, la cual también contribuye a la deforestación (Geist y Lambin, 2002).

Este estudio registró que la cobertura de suelo de uso urbano (0,34 % del área) se concentra en las tierras con pendiente ≤ 3 %; ahora bien, al considerar que en total el 2,11 % (54,85 ha) del área corresponde a la categoría I, es preciso señalar que las hectáreas restantes corresponden a tierras que

Influencia del grado de pendiente y extensión de la propiedad como factores condicionantes para la cobertura de suelo en La Paz, San Ramón, Alajuela, Costa Rica
Luis Felipe Sancho-Jiménez y Liz Brenes-Cambronero



actualmente poseen cobertura de suelo destinada a otras actividades como la caña de azúcar y los pastos (Sancho-Jiménez y Brenes-Cambronero, 2021). Estas son tierras planas interconectadas por una red de caminos que favorecen los cambios en la cobertura del suelo; un fenómeno descrito por autores como Calixto (2019). Asimismo, es preciso considerar que los cambios en el uso del suelo son consecuencia de las interacciones entre las actividades humanas y el medio natural (Berlanga *et al.*, 2010), lo cual se confabula para incrementar el interés en el seguimiento ante los cambios que se puedan presentar producto de la interacción entre las variables descritas como dinamizadoras de los cambios en el uso de suelo.

Al considerar los aspectos señalados por MAG-MIRENEM, 1994, Decreto N.º 23214 sobre el uso de suelo y la relación con la pendiente, en el área de estudio al menos 2126,59 ha deberían estar bajo procesos de restauración natural del bosque, pero de estas solo se registraron 1734,35 de cobertura natural (Sancho-Jiménez y Brenes-Cambronero, 2021), lo cual significa una diferencia de 392,24 ha que actualmente poseen algún tipo de actividad antrópica asociada con pastos, caña de azúcar, cultivos o red de caminos. Autores como Martínez y Donoso (1996) asumen que la propiedad se asigna conforme se determina el equilibrio del mercado del suelo en donde la oferta satisface la demanda que ejerce la expansión de las fronteras agrícola y urbanística, con lo cual se dan cambios en el uso de suelo pues generan impactos al pasar de áreas de bosques y cultivos a áreas urbanas, en asociación con la alta degradación (Camarasa-Belmonte, López y García, 2018).

Bajo este escenario, el análisis de la cobertura de suelo permite estimar los cambios que pueden darse en un territorio (Camacho-Sanabria *et al.*, 2015); por ejemplo, Sugden (2018) y Gallardo-Cruz *et al.* (2019) han determinado que el cambio de uso de suelo contribuye al cambio climático y al deterioro de los socioecosistemas. Otras investigaciones han determinado que los cambios en los bosques tropicales, al transformarlas en áreas pecuarias, genera pérdida de sumideros de carbono, alteraciones en el ciclo del carbono y del clima global (Von Thaden, *et al.*, 2020, Hurtado-Abril y Lizarazo, 2022).

En un escenario de incertidumbre del desarrollo rural, se incorpora herramientas que ofrecen insumos para la toma de decisiones en la gestión del territorio, por ejemplo, la vocación de uso de suelo, a partir del grado de la pendiente, con este aporte se favorece la interpretación del modelo de desarrollo más apropiado para las condiciones que ofrece un territorio;

Influencia del grado de pendiente y extensión de la propiedad como factores condicionantes para la cobertura de suelo en La Paz, San Ramón, Alajuela, Costa Rica
 Luis Felipe Sancho-Jiménez y Liz Brenes-Cambronero



para luego dar seguimiento a posibles cambios en la cobertura al determinar situaciones de riesgo (Velázquez *et al.*, 2002). El seguimiento de estos factores permite estimar escenarios y, con esto, tomar acciones que permitan prevenir impactos antrópicos asociados con esas variaciones. Más allá del resultado de la investigación, es preciso reconocer la vulnerabilidad del ecosistema bosque a sufrir cambios de uso de suelo, influenciado por variables espaciales como el uso potencial, la estructura y tamaño de la propiedad, la distancia con los caminos, la distancia con las plantaciones, así como las variables ambientales como pendiente, exposición y altitud (Sandoval y Oyarzun, 2004).

La deforestación de los bosques naturales se facilita con la apertura de carreteras con la finalidad de interconectar los distintos núcleos poblacionales (Briceño *et al.*, 2019), una situación que se registró en el área de estudio, pues se estableció una red vial en zonas de baja pendiente, en donde el uso de suelo dejó de estar asociado con el uso de suelo para bosque.

Ahora bien, el comportamiento del paisaje es un termómetro que permite medir los cambios en los patrones observados en el uso y cobertura del suelo con una escala espacial (Zavala *et al.*, 2007). Los datos obtenidos con esta investigación plantean la tarea de generar proyecciones ante posibles escenarios de expansión o retracción de los diferentes usos y cobertura del suelo, los cuales tendrían relación con la deforestación y la resiliencia de los ecosistemas (Soares-Filho *et al.*, 2002; Turner II *et al.*, 2007; Zavala *et al.*, 2007; Camacho-Sanabria *et al.*, 2015 y Delphin *et al.*, 2016).

Además, este estudio ofrece un punto de partida para dar seguimiento a las variaciones del suelo, mediante la evaluación oportuna de los patrones y cambios de uso de suelo, pues son una herramienta que refleja el impacto de las actividades económicas y el modelo de desarrollo en un territorio en relación con sus recursos (Berberoglu y Akin, 2009). Al respecto, distintas investigaciones han señalado la necesidad de monitorear y entender la influencia de los factores asociados a los cambios de uso del suelo, en especial a la deforestación debido a sus implicaciones ambientales y socioeconómicas en el largo plazo (De Sy *et al.*, 2012).

Si bien en cierto, con la investigación se determinó que existe concordancia entre lo planteado en la teoría y el uso y la cobertura del suelo en La Paz, en donde la pendiente del suelo es un factor limitante ante los posibles cambios y transformaciones del paisaje, la cual ha permitido contar con una amplia cobertura de suelo forestal. No obstante, no existe seguridad

Influencia del grado de pendiente y extensión de la propiedad como factores condicionantes
para la cobertura de suelo en La Paz, San Ramón, Alajuela, Costa Rica
Luis Felipe Sancho-Jiménez y Liz Brenes-Cambronero



de que esta condición sirva como barrera ante posibles cambios del suelo en el futuro; por lo tanto, se deben dar mecanismos de seguimiento y monitoreo que permitan visibilizar las variaciones que se puedan presentar antes de que generen una afectación en la biodiversidad y en los servicios ecosistémicos que se generan en esta importante comunidad de la zona de amortiguamiento de la Reserva Biológica Alberto Manuel Brenes [ReBAMB] ubicada en La Paz de San Ramón, Alajuela, Costa Rica.

CONCLUSIÓN

Este trabajo representa un punto de partida para investigaciones posteriores, con el fin de que sigan la evolución del uso del suelo en esta área específica de la Reserva Biológica Alberto Manuel Brenes y su zona de influencia. En esta investigación se determinó que las propiedades con menor extensión se encuentran en áreas con pendientes menores al 30 %. Además, se generó información que contribuye a entender el rol de la pendiente del suelo y la extensión de la propiedad como variables a considerar en los procesos de manejo y conservación del bosque, y, en sí, de la biodiversidad que se resguarda en este ecosistema.

A su vez, se determinó que existe una importante cobertura forestal del 46% (284,4 ha) en las propiedades con extensión de 2 a 10 hectáreas; asimismo, en propiedades con un rango de extensión de 10 a 20 hectáreas el 61 % (201,7 ha) de su superficie mantiene el bosque y se ubican en terrenos con pendientes que van del 15 % al 50 %. Las propiedades con una pendiente superior a 50 % se caracterizan por ser terrenos fuertemente ondulados, escarpados o muy escarpados, los cuales en conjunto representan el 82 % (1097,36 ha) de la extensión total de cobertura de bosque y se ubican en las propiedades de más de 20 hectáreas.

En La Paz destaca la diversidad de pendientes del suelo, desde terrenos planos hasta muy inclinados, cada uno con implicaciones significativas para su uso y los desafíos asociados a su manejo y conservación. Con esta investigación se evidencia que existe una conexión entre las pendientes y la cobertura del suelo, y a su vez proporciona una visión integral de cómo interactúa la topografía y la actividad humana en la zona para ampliar la comprensión del paisaje en La Paz y sienta las bases para futuras políticas que busquen equilibrar el desarrollo poner en riesgo la conservación de la biodiversidad.

Influencia del grado de pendiente y extensión de la propiedad como factores condicionantes para la cobertura de suelo en La Paz, San Ramón, Alajuela, Costa Rica
Luis Felipe Sancho-Jiménez y Liz Brenes-Cambronero



NOTA: agradecemos al Sistema de Estudios de Posgrado [SEP] de la Universidad de Costa Rica [UCR] por financiar parte de la investigación, a la Red de MACROUNIVERSIDADES de América Latina y el Caribe por la Beca Movilidad en el Posgrado 2016, al Sistema Nacional de Áreas de Conservación [SINAC], a la Municipalidad de San Ramón, a las personas funcionarias del Equipo Básico de Atención Integral en Salud [EBAIS] Los Trapiches de Piedades Norte, por brindar la información solicitada referente al área de estudio, a las Asociaciones de Desarrollo de La Paz y Calle Arias y a las personas de La Paz por ser parte de esta investigación.

REFERENCIAS

- Alarcón, J. (2006). Factores, predicción e implicaciones en la asignación de usos de suelo: Revisión y reflexiones. *Cuadernos de Investigación Geográfica*, (32), 147-160. <https://doi.org/10.18172/cig.1184>
- Adame S., Sánchez R. y Hoyos G. (2020). Factores socioterritoriales de cambio de uso de suelo en el centro de México: Caso oriente de la Zona Metropolitana de Toluca, México. *Revista Universitaria de Geografía*, 29(1), 153-183 <https://doi.org/10.52292/j.rug.2020.29.1.0006>
- Angelsen, A., Jagger, P., Babigumira, R., Belcher, B., Hogarth, N., Bauch, S., Börner, J., Smith-Hall, C. y Wunder, S. (2014). Environmental Income and Rural Livelihoods: A Global-Comparative Analysis. *World Development*, 64(S1), S12-S28. <https://doi.org/10.1016/j.worlddev.2014.03.006>
- Benítez, G., Pérez-Vázquez, A., Nava-Tablada, M., Equihua, M. y Álvarez-Palacios, J. L. (2012). Urban expansion and the environmental effects of informal settlements on the outskirts of Xalapa City, Veracruz, Mexico. *Environ. Urbanizat.* 24, 149-166. <https://doi.org/10.1177/0956247812437520>
- Berberoglu, S. y Akin, A. (2009). Assessing different remote sensing techniques to detect land use/cover changes in the eastern Mediterranean. *International Journal of Applied Earth Observation and Geoinformation*, 11(1), 46-53. <https://doi.org/10.1016/j.jag.2008.06.002>
- Berlanga, C., García, C., López, B., Ruiz, L. (2010). Patrones de cambio de coberturas y usos del suelo en la región costa norte de Nayarit (1973-2000). *Investigaciones geográficas*, 72, 7-22. <https://doi.org/10.14350/rig.56770>
- Binns, B. (2003). Tenencia de la Tierra y desarrollo rural. 3. Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO), Roma (Italia). <https://www.fao.org/4/y4307s/y4307s00.htm>

Influencia del grado de pendiente y extensión de la propiedad como factores condicionantes para la cobertura de suelo en La Paz, San Ramón, Alajuela, Costa Rica
Luis Felipe Sancho-Jiménez y Liz Brenes-Cambronero



- Bisquerra, R., Pérez-Escoda, N. (2015). Pueden las escalas Likert aumentar en sensibilidad? *REIRE. Revista d'Innovació i Recerca en Educació*, 8(2), 129-147. <https://doi.org/10.1344/reire2015.8.2828>
- Blanco, C., y Castro, A. (2007). El muestreo en la investigación cualitativa. *NURE investigación: Revista Científica de Enfermería*, (27), 10. <https://www.nureinvestigacion.es/OJS/index.php/nure/article/view/340>
- Briceno, N., Castillo, E., Quintana, J., Cruz, S., López, R. (2019). Deforestación en la Amazonía peruana: Índices de cambios de cobertura y uso del suelo basado en SIG. *Boletín de la Asociación de Geógrafos Españoles*, (81). <https://doi.org/10.21138/bage.2538a>
- Calixto-Aguilar, I. (2019). Cambios de uso de suelo y ecología vial en la Amazonía peruana: una revisión crítica. [Tesis para obtener el título profesional de Ingeniera Civil, Pontificia Universidad Católica Del Perú]. Repositorio institucional de la Pontificia Universidad Católica Del Perú.
- Camacho-Sanabria, J., Juan, J., Pineda, N., Cadena, E., Bravo, L., Sánchez, M. (2015). Cambios de cobertura/uso de suelo en una porción de la zona de transición mexicana de montaña. *Madera y Bosques*, 21(1), 93-112. <https://doi.org/10.21829/myb.2015.211435>
- Camarasa-Belmonte, A., López, M. y García, E. (2018). Cambios de uso del suelo, producción de escorrentía y pérdida de suelo. Sinergias y compensaciones en una rambla mediterránea (Barranco del Carraixet, 1956-2011). *Boletín de la Asociación de Geógrafos Españoles*, (78), 127-153. <https://doi.org/10.21138/bage.2714>
- Camarero, L., De Grammont, H., y Quaranta, G. (2020). El cambio rural: una lectura desde la desagrarización y la desigualdad social. *Revista Austral de Ciencias Sociales*, (38), 191-211. <https://doi.org/10.4206/rev.austral.cienc.soc.2020.n38-10>
- Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL), Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO), Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura (IICA). (2013). Perspectivas de la agricultura y del desarrollo rural en las Américas: una mirada hacia América Latina y el Caribe 2014. <https://hdl.handle.net/11362/37136>
- De Adhart T., Groot, J. y Brussaard, L. (2016). *Framework to assess investments in agriculture. In response to FAO-OECD Guidance for Responsible Supply Chains*. Wageningen University. Wageningen UR. The Netherlands. <https://edepot.wur.nl/374079>
- De Sy, V., Herold, M., Achard, F., Asner, G., Held, A., Kellndorfer, J. y Verbesselt, J. (2012). Synergies of multiple remote sensing data sources for REDD+ monitoring. *Environmental Sustainability*, 4(6), 696-706. <https://doi.org/10.1016/j.cosust.2012.09.013>

Influencia del grado de pendiente y extensión de la propiedad como factores condicionantes para la cobertura de suelo en La Paz, San Ramón, Alajuela, Costa Rica
Luis Felipe Sancho-Jiménez y Liz Brenes-Cambronero



- Decreto N.º 23214 de 1994 [Ministerio de Agricultura y Ganadería y Ministerio de Recursos Naturales, Energía y Minas] *Diario Oficial La Gaceta* N.º 107 del 06 de junio de 1994. <http://www.mag.go.cr/>
- Delphin, S., Escobedo, F., Abd-Elrahman, A. y Cropper, W. (2016). Urbanization as a land use change driver of forest ecosystem services. *Land Use Policy*, 54, 188-199.
- Devia, C. y Piñeros, R. (2021). Dinámica territorial del extractivismo agrícola y petrolero a comienzos del siglo XXI en el departamento del Meta, Colombia. *Perspectiva Geográfica*, 26(1), 37-62.
- Gallardo-Cruz, J., Fernández-Montes de Oca, A. y Rives, C. (2019). Detección de amenazas y oportunidades para la conservación en la cuenca baja del Usumacinta a partir de técnicas de percepción remota. *Ecosistemas*, 28, 82-99. <https://doi.org/10.7818/ECOS.1611>
- García, A., y Cambronero, L. (2019). Importancia cultural de la flora para especialistas populares en Cedral y Corazón de Jesús. Zona de amortiguamiento. Reserva Biológica Alberto Manuel Brenes. *Pensamiento Actual*, 19(32), 62-77. <https://doi.org/10.15517/pa.v19i32.37876>
- Geist, H. y Lambin, E. (2002). Proximate causes and underlying driving forces of tropical deforestation: Tropical forests are disappearing as the result of many pressures, both local and regional, acting in various combinations in different geographical locations. *BioScience*, 52(2), 143-150. [https://doi.org/10.1641/0006-3568\(2002\)052\[0143:PCAUDF\]2.0.CO;2](https://doi.org/10.1641/0006-3568(2002)052[0143:PCAUDF]2.0.CO;2)
- Giraldo, N. y Gómez, M. (2014). Factores determinantes en la inestabilidad del sector agrícola colombiano. *En-Contexto Revista de Investigación en Administración, Contabilidad, Economía y Sociedad*, (2), 91-107.
- Gonzaga, C. (2015). Aplicación de índices de vegetación derivados de imágenes satelitales para análisis de coberturas vegetales en la provincia de Loja, Ecuador. *Cedemaz*, 5(1), 30-41. <http://sedici.unlp.edu.ar/handle/10915/34487> <https://doi.org/10.35537/10915/34487>
- Gordillo-Ruiz, M. y Castillo-Santiago, M. (2017). Cambio de uso del suelo en la cuenca del río Sabinal, Chiapas, México. *Ecosistemas y recursos agropecuarios*, 4(10), 39-49. <https://doi.org/10.19136/era.a4n10.803>
- Guido, I. y Sánchez, R. (2009). Indicadores de sostenibilidad en los Procesos de conservación: El caso de la Reserva Biológica Alberto Manuel Brenes. *Pensamiento Actual*, 9(12-13).
- Hernando, F. (2019). El espacio rural de España: evolución, delimitación y clasificación. *Cuadernos Geográficos*, 58(3), 19-56. <https://doi.org/10.30827/cuadgeo.v58i3.8643>

Influencia del grado de pendiente y extensión de la propiedad como factores condicionantes para la cobertura de suelo en La Paz, San Ramón, Alajuela, Costa Rica
Luis Felipe Sancho-Jiménez y Liz Brenes-Cambronero



- Hurtado-Abril, J. y Lizarazo, I. (2022). Nuevo índice espectro-temporal para la detección de pérdida forestal en áreas de bosque tropical. Caso de estudio Amazonia colombiana. *Revista Cartográfica*, (104), 11-35. <https://doi.org/10.35424/rcarto.i104.1096>
- Infante, G. y Zárate, G. (2010). *Métodos estadísticos: Un enfoque interdisciplinario*. Trillas. Texcoco, Estado de México, México.
- Jensen, J. (1996). *Introductory digital imageprocessing: a remotesensingperspective*. New Jersey, Estados Unidos. Prentice Hall Series.
- Jiménez-Barrera, M., Meneses-La-Riva, M., De la Cruz, Y., Cabanillas-Chávez, M. y Cabrera-Olvera, J. (2022). Experiencia docente en la aplicación de metodologías activas de aprendizaje en la educación superior enfermera. *Index de Enfermería*, 31(2), 134-138. http://scielo.isciii.es/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1132-12962022000200018&lng=es&tlng=pt
- Lens-Fontan L. (15 de marzo 2021). [Fotografía] Vista panorámica de La Paz. Archivo digital de los autores La Paz, Piedades Norte, San Ramón, Alajuela, Costa Rica.
- Martínez, F. y Donoso, P. (1996). *MUSSA: A behavioural land use equilibrium model with location externalities, planning regulations and pricing policies*. University of Chile. <https://www.cec.uchile.cl/~dicedet/fmartinez/Mussa.PDF>
- Martínez, M. (2003). La conformación territorial en Colombia: entre el conflicto, el desarrollo y el destierro. *Cuadernos de desarrollo rural*, (51), 61-90. <https://revistas.javeriana.edu.co/index.php/desarrolloRural/article/view/1272>
- Mosca, G., Bobbio, N. y Lara, M. (1984). *La clase política*. Fondo de Cultura económica.
- Moya, M. y Brenes, L. (2017). Rutas turísticas en la zona de amortiguamiento de la Reserva Biológica Alberto Manuel Brenes (ReBAMB). *Pensamiento Actual*, 7, 1. <https://doi.org/10.15517/pa.v17i28.1.29676>
- Municipalidad de San Ramón (2016). Mapa catastral de San Ramón. Catastro Municipal de San Ramón, Alajuela, Costa Rica.
- Núñez, J. (2001). *Manejo y Conservación de Suelos*. Editorial Universidad Estatal a Distancia (EUNED).
- Olagunju, T. (2015). Drought, desertification and the Nigerian environment: A review. *J. Ecol. Nat. Environ.*, 7, 196-209. doi: <https://doi.org/10.5897/JENE2015.0523>
- Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura-Food and Agriculture Organization (FAO). (2015). *Guía para la descripción de suelos*. <http://www.fao.org/3/a-a0541s.pdf>
- Paegelow, M., Camacho-Olmedo, M. y Menor-Toribio, J. (2003). Cadenas de Markov, evaluación multicriterio y evaluación multiobjetivo para la modelización prospectiva del paisaje. *Geographical Information Science and Technology*, (3), 22-44. <https://www.geofocus.org/index.php/geofocus/article/view/21>

Influencia del grado de pendiente y extensión de la propiedad como factores condicionantes para la cobertura de suelo en La Paz, San Ramón, Alajuela, Costa Rica
Luis Felipe Sancho-Jiménez y Liz Brenes-Cambronero



- Palomeque-de la Cruz, M., Galindo-Alcántara, A., Pérez-Sánchez, E., Sánchez, A. y Escalona-Maurice, M. (2017). Modelos geomáticos con base en transición para el análisis espacial en Villahermosa, Tabasco. *Rev. Mex. Cienc. Agríc.*, 8, 253-267. <https://doi.org/10.29312/remexca.v8i2.48>
- Patarkalashvili, T. (2019). Deforestation threaten plant biodiversity and climate change. *Curr. Invest. Agric. Curr. Res.*, 6, 812-817. <https://doi.org/10.32474/CIACR.2019.06.000236>
- Perry, S. (2010). *La pobreza rural en Colombia. Programa Conocimiento y Cambio en Pobreza Rural y Desarrollo*. RIMISP. https://www.rimisp.org/wp-content/files_mf/1366386291DocumentoDiagnosticoColombia.pdf
- Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA) (2002). *Perspectivas del Medio Ambiente Mundial*. Madrid, España.
- Ramírez, J. y Ruiz-Buitrago, J. (2020). Sobre algunos mitos y realidades de la ganadería bovina. *Ciencia y Tecnología Agropecuaria*, 21(3), 1-13. https://doi.org/10.21930/rcta.vol21_num3_art:1524
- Rosa, I.; Smith, M., Wearn, O., Purves, D. y Ewers, R. (2016). The environmental legacy of modern tropical deforestation. *Current Biol.*, 26, 2161-2166. <http://dx.doi.org/10.1016/j.cub.2016.06.013>
- Sancho-Jiménez, L. y Brenes-Cambronero L. (2021). Cobertura de suelo en La Paz, Piedades Norte, San Ramón, Alajuela, Costa Rica (2016-2017). *Perspectivas Rurales Nueva Época*, 19(37), 69-98. <https://doi.org/10.15359/prne.19-37.4>
- Sancho-Jiménez, L. y Brenes-Cambronero, L. (2023). Expectativas de disposición de la propiedad en La Paz, San Ramón, Costa Rica (2016-2017). *Perspectivas Rurales Nueva Época*, 21(42), 1-26. <https://doi.org/10.15359/prne.21-42.7>
- Sandoval, V. y Oyarzun, V. (2004). Modelamiento y prognosis espacial del cambio en el uso del suelo. *Quebracho-Revista de Ciencias Forestales*, (11), 9-21. <https://fcf.unse.edu.ar/archivos/quebracho/01-sandoval-oyarzun-q11.pdf>
- Sistema Nacional de Información Territorial (SNIT) (2017). <http://www.snitcr.go.cr/>
- Soares-Filho, B., Pennachin, C. y Cerqueira, G. (2002). Dinámica—a stochastic cellular automata model designed to simulate the landscape dynamics in an Amazonian colonization frontier. *Ecological Modelling*, 154(3), 217-235. [https://doi.org/10.1016/S0304-3800\(02\)00059-5](https://doi.org/10.1016/S0304-3800(02)00059-5)
- Sterzik, M. (2020). El paisaje filtrante del agua: Infraestructuras ecológicas remediadoras en base al *Salix viminalis* en la comuna de Chimbarongo. *anales de arquitectura uc*, (2), 212-223. <https://doi.org/10.7764/AA.2020.22>
- Sugden, A. (2018). Mapping global deforestation patterns. *Science*, 361, 1083. <https://doi.org/10.1126/science.361.6407.1083-e>

Influencia del grado de pendiente y extensión de la propiedad como factores condicionantes para la cobertura de suelo en La Paz, San Ramón, Alajuela, Costa Rica
Luis Felipe Sancho-Jiménez y Liz Brenes-Cambronero



- Trujillo, P. (2019). El abandono del campo: etnografía del mundo rural en el norte del Ecuador. *Revista Peruana de Antropología*, 4(5). <https://ojs.revistaperuanaantropologia.com/index.php/rpa/article/view/77>
- Turner II, B., Lambin, E. y Reenberg, A. (2007). *The emergence of land change science for global environmental change and sustainability*, in PNAS. <http://www.pnas.org>
- Velázquez, A., Mas, J., Díaz J., Mayorga R., Alcántara, P., Castro, R., Fernández, T., Bocco, G., Excurra, E. y Palacio, J. (2002). Patrones y tasas de cambio de uso del suelo en México. *Gaceta Ecológica*. 62, 21-37. <https://www.redalyc.org/pdf/539/53906202.pdf>
- Von Thaden, J., Laborde, J., Guevara, S. y Mokondoko-Delgadillo, P. (2020). Dinámica de los cambios en el uso del suelo y cobertura vegetal en la Reserva de la Biosfera Los Tuxtlas (2006-2016). *Revista Mexicana de Biodiversidad*, 91. <https://doi.org/10.22201/ib.20078706e.2020.91.3190>
- Zavala, M., Díaz-Sierra, R., Purves, D., Zea, G. y Urbieta, I. (2007). Modelos espacialmente explícitos. *Ecosistemas*, 15(3). <https://www.revistaecosistemas.net/index.php/ecosistemas/article/view/165>

Influencia del grado de pendiente y extensión de la propiedad como factores condicionantes para la cobertura de suelo en La Paz, San Ramón, Alajuela, Costa Rica
Luis Felipe Sancho-Jiménez y Liz Brenes-Cambronero

