

Study of the quality and suitability of land use in agriculture. A systematic review between the years 2010 and 2020

Laura Marisol Aranda Olivares¹, María del Carmen Sagástegui Cáceres²

¹Ingeniería Ambiental, Universidad Privada del Norte, Perú,
lauramarisolarandaolivares@gmail.com

²Ingeniería Ambiental, Universidad Privada del Norte, Perú, sagasteguicaceresmaria@gmail.com

Abstract- The objective of the research is to know the quality and suitability of land use in agriculture, through a systematic review between the years 2010 and 2020. The PRISMA methodology was used, where 80 articles were collected from Ebsco, Scopus, ProQuest, Scielo, Dialnet, Redalyc and Google Scholar; The search strategies were carried out using keywords in both Spanish and English. Subsequently, for the analysis of information, the inclusion and exclusion criteria were applied, leaving 50 articles incorporated and 30 discarded. Likewise, according to our first variable, physical, chemical and biological parameters and indicators that determine soil quality were identified. Regarding the second variable, spatial and satellite images are the most used using GIS software. Finally, it is concluded that the study of the quality and suitability of soil use is essential to achieve efficient and sustainable agriculture.

Keywords- Soil quality, suitability for use, agriculture, types of cultivation

Digital Object Identifier (DOI):

<http://dx.doi.org/10.18687/LACCEI2022.1.1.125>

ISBN: 978-628-95207-0-5 **ISSN:** 2414-6390

Study of the quality and suitability of land use in agriculture. A systematic review between the years 2010 and 2020

Estudio de la calidad y aptitud de uso del suelo en la agricultura. Una revisión sistemática entre los años 2010 y 2020

Laura Marisol Aranda Olivares¹, María del Carmen Sagástegui Cáceres²

¹Ingeniería Ambiental, Universidad Privada del Norte, Perú, lauramarisolarandaolivares@gmail.com

²Ingeniería Ambiental, Universidad Privada del Norte, Perú, sagasteguicaceresmaria@gmail.com

Resumen- La investigación tiene como objetivo conocer la calidad y aptitud de uso del suelo en la agricultura, mediante una revisión sistemática entre los años 2010 y 2020. Se utilizó la metodología PRISMA, en donde se recolectaron 80 artículos procedentes de Ebsco, Scopus, ProQuest, Scielo, Dialnet, Redalyc y Google Académico; las estrategias de búsqueda se realizaron mediante palabras clave tanto en español como inglés. Posteriormente, para el análisis de información se aplicaron los criterios de inclusión y exclusión, quedando 50 artículos incorporados y 30 descartados. Asimismo, de acuerdo a nuestra primera variable se identificaron parámetros físicos químicos y biológicos e indicadores que determinan la calidad de suelo. Con respecto a la segunda variable, las imágenes espaciales y satelitales, son las más utilizadas empleando softwares del SIG. Por último, se concluye que el estudio de la calidad y aptitud de uso del suelo es primordial para lograr una agricultura eficiente y sostenible.

Palabras clave- Calidad del suelo, aptitud de uso, agricultura, tipos de cultivo

Abstract- The objective of the research is to know the quality and suitability of land use in agriculture, through a systematic review between the years 2010 and 2020. The PRISMA methodology was used, where 80 articles were collected from Ebsco, Scopus, ProQuest, Scielo, Dialnet, Redalyc and Google Scholar; The search strategies were carried out using keywords in both Spanish and English. Subsequently, for the analysis of information, the inclusion and exclusion criteria were applied, leaving 50 articles incorporated and 30 discarded. Likewise, according to our first variable, physical, chemical and biological parameters and indicators that determine soil quality were identified. Regarding the second variable, spatial and satellite images are the most used using GIS software. Finally, it is concluded that the study of the quality and suitability of soil use is essential to achieve efficient and sustainable agriculture.

Keywords- Soil quality, suitability for use, agriculture, types of cultivation

Digital Object Identifier (DOI):

<http://dx.doi.org/10.18687/LACCEI2022.1.1.125>

ISBN: 978-628-95207-0-5 ISSN: 2414-6390

I. INTRODUCCIÓN

El suelo es un recurso esencial para la vida permitiendo el desarrollo de las plantas, animales y humanos; sin embargo, las funciones que realiza aún no se reconocen en su totalidad; además, al ser una base fundamental su proceso de formación incluye cambios físicos, químicos y biológicos; siendo necesario disponer de indicadores que permitan determinar la calidad ambiental, lo cual proporciona tener una perspectiva a largo plazo de las medidas adecuadas a optar para un manejo apropiado [1]. Es por ello que, en los últimos años, los investigadores han enfocado sus esfuerzos de estudios para demostrar la importancia del suelo reconociendo sus funciones y servicios ecosistémicos.

En el Perú, el sector agrícola no ha sido gestionado u administrado de tal manera que exista un estudio preventivo u correctivo de los suelos para el cultivo responsable y sostenible. Al respecto, Perú es uno de los 12 países considerados como megadiversos y se estima que posee entre 60 y 70% de la diversidad biológica, sin embargo, el inadecuado manejo de recursos naturales genera problemas de desertificación, deforestación, salinización, pérdida de tierras agrícolas, degradación de ecosistemas, entre otras [2].

Asimismo, el suelo es un sistema de diferentes componentes [3], cada uno juega un papel específico, pero juntos realizan una función única. Es así que, tanto la aptitud y calidad de uso del suelo da como resultado un cambio en todo el sistema, de forma que restaurar el cambio llevará mucho tiempo, incluso a veces no se logrará consolidar un equilibrio, por ello, la mayoría de los cambios en los ecosistemas terrestres están relacionados con la conversión de la cubierta terrestre, la degradación e intensificación del uso de la tierra y la calidad del producto [4].

De modo que, contar con una clasificación de tierras mediante los estudios de aptitud de uso del suelo de manera que se aprovechen los recursos y riquezas en la agricultura es sumamente importante; sobre ello, [5] mencionan que, el uso de aptitud del suelo es procesado en sus aplicaciones agrícolas

con un sistema tradicional que aporta productos para un patrimonio cultural; así mismo [6] indica que las amenazas más fuertes para el uso del suelo es la erosión, condiciones de trabajos limitadas y acumulación de contaminantes lo cual no permie un óptimo estado de este recurso.

Por otra parte, también es importante considerar que respecto a la calidad del suelo este incluye elementos físicos, químicos y biológicos relacionados con los modelos terrestres [7]. Además, cuando el suelo enfrenta varios cambios en el uso o se implementan prácticas de manejo agrícola inadecuadas, su salud o calidad podría verse afectada; estos alteran la regulación natural de los agroecosistemas, haciéndolos menos adaptables y altamente dependientes de insumos químicos externos e intervención manual intensiva [8].

En esa misma línea, dentro del enfoque de aptitud del suelo, el estado bajo el ordenamiento territorial debería de contar con una zonificación de terrenos de cultivos lo cual ayudará a la población a desarrollarse de manera eficiente, es así que [9] manifiesta que, el ordenamiento territorial y la clasificación fisiográfica del terreno es una opción favorable y se utiliza para caracterizar la adaptabilidad, el manejo del suelo, el análisis de amenazas naturales, la zonificación ecológica y la regulación del uso de la tierra.

En tal sentido, la investigación proporcionará información relevante, mediante la redacción de un lenguaje entendible, para lo cual se formuló las siguientes preguntas de investigación: ¿Cuáles son los indicadores presentes en la calidad del suelo?, ¿qué metodologías se utilizan para establecer el tipo de uso? y ¿qué niveles de aptitud existen en la agricultura, los últimos diez años? esto se basará en un análisis bajo el enfoque sistemático de estudios relacionados con las variables.

II. METODOLOGÍA

Se realizó una revisión sistemática basada en la metodología PRISMA (Preferred Reporting Items for Systematic Reviews & Meta-Analyses) la cual se utilizó para identificar, seleccionar, sintetizar y analizar la información recogida más relevante de las diversas publicaciones científicas que fueron incluidas y que se detallaran posteriormente [10].

Por consiguiente, para los criterios de selección se consideraron principalmente las características de los estudios tales como: periodo de publicación, presencia de IMRD (Introducción, Metodología, Resultados y Discusión), así también que su enfoque sea en base al tema central abordado relacionándose con una o ambas variables de estudio. De modo que, dichas particularidades de las investigaciones seleccionadas posteriormente fueron comparadas aplicando los criterios de inclusión y exclusión.

Asimismo, en cuanto a los recursos de información las diversas bases de datos consultadas fueron Ebsco, Scopus, ProQuest, Scielo, Dialnet, Redalyc y el buscador Google Académico, en donde se recolectaron un total de 80 estudios

publicados dentro de los diez últimos años, y de los cuales solo se seleccionaron 50 de ellos teniendo presente la aplicación de los criterios mencionados anteriormente.

Por otro lado, las estrategias de búsqueda se limitaron a las palabras claves utilizadas tales como: “calidad del suelo”, “aptitud de uso”, “agricultura”, “tipos de suelo”, las cuales estuvieron relacionadas con los conectores lógicos “y”, “o”. Además, dichos términos se ingresaron en los idiomas español e inglés en las bases de datos; y se emplearon filtros avanzados, de tal forma que facilitara la obtención del mayor número de trabajos posibles.

Posteriormente, se aplicaron los criterios de exclusión e inclusión, en donde los artículos que no presentaban una estructura de IMRD, la información era incompleta, de acceso restringido, y no guardaba relación cercana al tema central, se procedió a descartar, siendo un total de 30 excluidos. No obstante, aquellos artículos que presentaban una estructura adecuada de IMRD, la información era de acceso libre lográndose visualizar completamente, y relacionándose con una o más variables, se procedió a incorporarlos con un total de 50 artículos incluidos; de manera que estos estudios analizados permitieron responder a la pregunta de investigación planteada.

Por último, en el proceso de selección las investigaciones obtenidas tuvieron una perspectiva en el ámbito de la agricultura, todo ello orientado a las variables, por lo que, para la extracción de datos de los diversos artículos seleccionados el enfoque fue fundamentalmente en categorías como: revista de publicación, país, año, título del trabajo de investigación, tipo de artículo, autores y resumen; de tal forma que ello favoreció la simplificación de la información y el respectivo análisis.

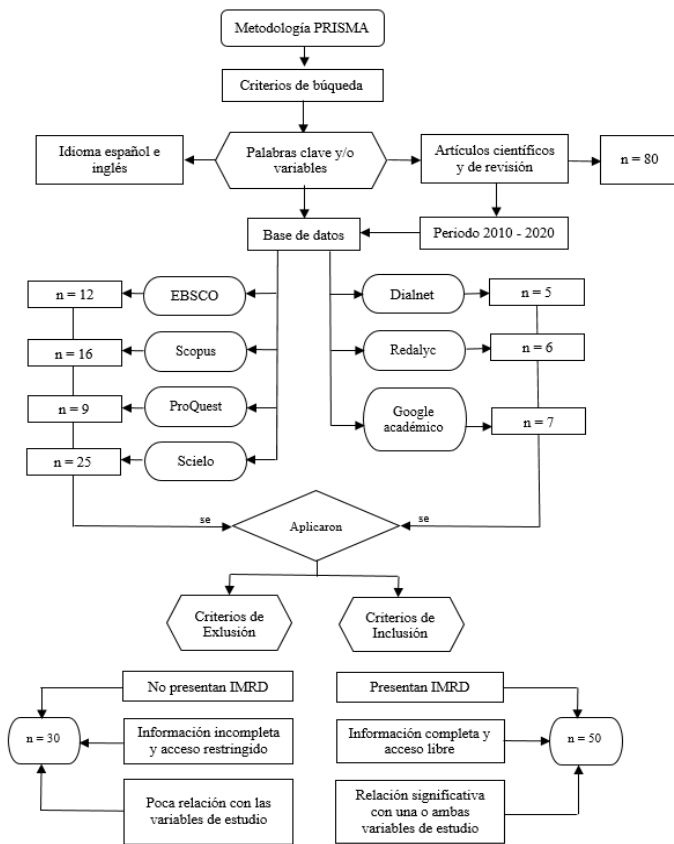


Fig. 1 Diagrama de flujo del procedimiento para la recolección de datos mediante la metodología PRISMA

En el diagrama se observa, que mediante los criterios de búsqueda se seleccionaron 80 artículos de las diversas bases de datos; para lo cual se aplicó los criterios de exclusión e inclusión, descartando 30 y abarcando 50 artículos.

III. RESULTADOS

La cantidad de artículos analizados fue un total de 50 los cuales se seleccionaron previamente después de aplicar los criterios de inclusión y exclusión; además se obtuvieron de las diversas bases de datos indexadas tales como: Scielo, Scopus, Ebsco, ProQuest, Redalyc y Dialnet.

De manera que, en la Tabla 1, se observa la cantidad de artículos encontrados por cada base de datos.

TABLA 1
CANTIDAD DE ARTÍCULOS POR BASE DE DATOS

Base de datos	Cantidad de publicaciones	%	Idioma	
			Inglés	Español
Scielo	20	40%	1	19
Scopus	14	28%	14	0
Ebsco	6	12%	0	6

ProQuest	4	8%	0	4
Redalyc	4	8%	0	4
Dialnet	2	4%	0	2
Total	50	100%	15	35
			30%	70%

A continuación, se presenta en la Fig. 2 la cantidad de investigaciones conforme el año de publicación; del mismo modo se muestra en la Fig. 3 el país de publicación según el número de artículos incluidos.

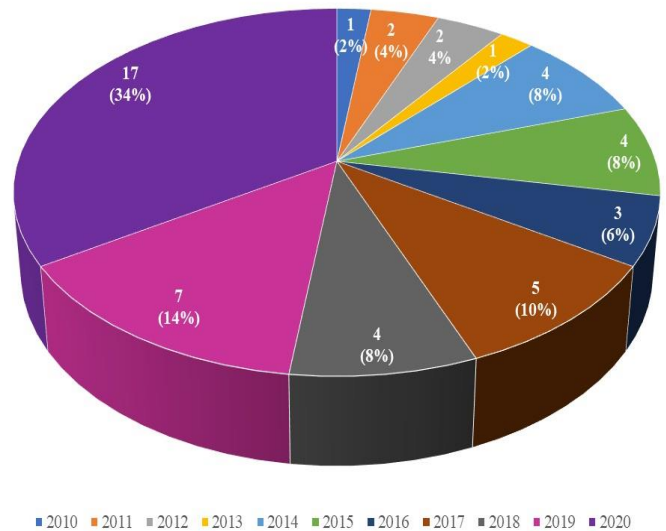


Fig. 2 Cantidad de artículos por año



Fig. 3 Cantidad de artículos encontrados por país de publicación

Posteriormente, la información de los artículos se dividió en tablas para facilitar la comprensión del análisis; en la Tabla 2 se observa los parámetros e indicadores de calidad del suelo los cuales se identificaron en los diversos trabajos de investigación, esto forma parte de la primera variable de estudio.

TABLA 2

PARÁMETROS E INDICADORES DE LA CALIDAD DEL SUELO

Nº Artículo	Parámetros	Indicadores	Unidades de medida
[17]		Diámetro medio ponderado (DMP)	mm
[20]		Densidad aparente (Da)	mg/m ³
[20]	Físicos	Porosidad	%
[20]		Estado de agregación (Ea)	%
[20]		Resistencia a la penetración	cm o m
[43]		Nitrógeno (N)	mg/kg ⁻¹
[43]		Azufre (S)	mg/kg ⁻¹
[17]		Conductividad eléctrica (CE)	µS/cm
[17]		Hierro (Fe)	mg/kg ⁻¹
[46]	Químicos	Materia orgánica (MO)	%
[12]		Capacidad de intercambio catiónico (CIC)	mEq/100g muestra
[27]		Potencial de hidrógeno	pH
[14]		Nitratos (NO ₃)	mg/kg ⁻¹
[14]		Potasio (K)	mg/kg ⁻¹
[14]		Fósforo (P)	mg/kg ⁻¹
[1]		Biológicos	Biomasa microbiana (Cmic)

En cuanto, a lo que respecta a la segunda variable de estudio, en la Tabla 3 se observa el tipo de uso del suelo identificado, según el método de análisis más los softwares utilizados por los autores para su respectiva determinación.

TABLA 3

MÉTODOS Y TIPOS DE SOFTWARE DEL SISTEMA DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA (SIG) PARA LA DETERMINACIÓN DE DISTINTOS TIPOS DE USO DE SUELO

Nº Artículo	Método de análisis	Tipos de software del SIG	Tipos de uso del suelo
[52]	Reconocimiento remoto (imágenes aéreas)	ArcGIS	Cultivos de café y hortalizas
[53]	Análisis Espacial (imágenes satelitales Landsat)	ArcGIS	Cultivos forestales
[18]	Cartas de suelo, índice NDVI (imágenes satelitales Landsat 8)	GeoINTA y ArcGIS	Cultivos de maíz, trigo y soja
[11]	Información espectral (sensores remotos)	Modelo de Monteith	Bosque nativos, pasturas cultivos de maíz, trigo y soja
[8]	Esquema FAO e	ALES	Cultivos agrícolas

imágenes espaciales			
[31]	AGUT (según su intensidad: leve, moderado, intenso, y suelo natural de conservación)	BioDiversity Pro	Conservación de biodiversidad

Por consiguiente, los niveles de aptitud de uso perteneciente al esquema FAO establecidos según los tipos de cultivo, estudiados por los autores se muestra en la Tabla 4.

TABLA 4

NIVELES DE APTITUD DEL SUELO Y TIPO DE CULTIVO

Nº Artículo	Nivel de aptitud de uso del suelo	Tipos de cultivo
	A1 (Apto)	
[24], [38], [20]	Se requieren técnicas sencillas de gestión y conservación de suelos para mantener una productividad sostenible y evitar la degradación.	Frutales, hortalizas, tropicales
	A2 (Moderadamente apto)	
[17], [18], [15]	Necesitan prácticas moderadas de gestión y conservación de suelos para evitar la degradación y mantener una productividad sostenible.	Hortalizas, tubérculos, cereales
	A3 (Marginalmente apto)	
[4]	Para evitar la degradación y mantener una productividad sostenible, se requieren prácticas más intensivas y a menudo, especializadas en el manejo y preservación del suelo.	Cereales

IV. DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

Durante el transcurso del tiempo el mundo se ha ido globalizando cada vez más ocasionando el crecimiento progresivo de la nueva información, siendo esta adaptada de muchas maneras a múltiples artículos involucrando temas de diversas profesiones. Es por ello, que se busca emplear dicha información mediante la recolección de datos lo cual debe responder a un propósito planteado; tal, así como lo afirma [35] las revisiones sistemáticas son estructuras, que tienen y describen un proceso de elaboración transparente y comprensible para recopilar, seleccionar, evaluar y resumir toda la evidencia disponible sobre la eficacia de un tratamiento, diagnóstico, pronóstico, etc, de un determinado tema.

Por esta razón, la importancia de la búsqueda de información accesible y de calidad, lo cual radica en base a fuentes confiables para garantizar la fiabilidad de los resultados. De manera que, la base de datos Scielo presenta mayor cantidad de artículos publicados con 40% lo cual contribuye satisfactoriamente en la investigación, seguidamente se hallaron 28 % en Scopus y 12 % en Ebsco, De igual forma, el idioma más utilizado en las investigaciones encontradas es el español con 70 %; sin embargo, en el idioma inglés también se encuentra una significativa cantidad de artículos con 30 %, como se observa en la Tabla 1. Por ello, con respecto a las bases de datos confiables Scielo y Scopus son internacionalmente reconocidos y presentan revistas de

alto impacto, por lo cual la información proporcionada es de calidad, si bien es cierto Scielo es de acceso abierto, no sucede lo mismo con Scopus ya que su uso está restringido y es exclusivamente para el alcance de sus suscriptores [55].

Mientras tanto, en la Fig. 2 se observa que en el año 2020 se publicaron la mayor cantidad de estudios, 34% lo cual equivale a 17 artículos, asimismo se distingue que considerablemente hay más investigaciones en los últimos cinco años, y se evidencia que con el transcurso del tiempo la comunidad de investigadores se ha interesado notoriamente más por indagar acerca de la calidad y uso del suelo; sin embargo, aún la información es limitada. No obstante, [54] señalan que los profesionales utilizan las revisiones para mantenerse actualizados sobre los últimos conocimientos y tendencias en un determinado asunto. En este sentido, es necesario recopilar estudios más recientes para consolidar los datos existentes y dar una respuesta clara a la pregunta de investigación.

Asimismo, en la Fig. 3 se muestra que Colombia es el país que presenta mayor cantidad de publicaciones referente a nuestro tema con 10 artículos, consecutivamente 8 pertenecen a Cuba y 7 a Argentina; dichos países latinoamericanos manifiestan su interés por realizar estudios relacionados con el suelo. Del mismo modo, también se encontraron artículos en menor cantidad pertenecientes a México, Brasil, Costa Rica, Uruguay, Chile, Venezuela, República Checa, Estados Unidos, Jordán, Suiza, Croacia, Malasia, Suecia, India y Australia, lo cual indica la importancia de la investigación a nivel internacional por el recurso del suelo, es así que [6] denota lo significativo del enfoque hacia el manejo sostenible del suelo siendo esto primordial para mejorar y conservar su productividad.

Por otro lado, respecto a la primera variable de estudio, los parámetros identificados principalmente fueron tanto físicos como químicos, dentro de los cuales para determinar la calidad del suelo presentan distintos indicadores así como: pH, nitrógeno (N), fósforo (P), potasio (K), conductividad eléctrica (CE), capacidad de intercambio catiónico (CIC), materia orgánica (MO), densidad aparente (Da), porosidad, estado de agregación del suelo (Ea), resistencia a la penetración, entre otros; siendo factores determinantes para evaluar el buen estado del recurso en mención. Por lo cual, [43] indican que es importante examinar los parámetros asociados con la agricultura, proporcionar conocimiento sobre los diferentes entornos, determinar la idoneidad de los recursos manejables y desarrollar nuevas tecnologías basadas en este conocimiento. Es así que, los indicadores biológicos incluyen muchos factores que afectan la calidad del suelo, como la cantidad de bienes de consumo, producción de microorganismos, diseminación de bacterias, prevención de selección y reducción de medicamentos, que afectan directamente las actividades y distribución de dichos bienes.

Seguidamente, con relación a la segunda variable de estudio se establecieron los métodos y softwares que fueron utilizados en los artículos, de modo que el reconocimiento remoto, el análisis espacial, cartas de suelo e información

espectral se obtuvieron mediante imágenes satelitales proporcionadas por el Sistema de Información Geográfica, siendo el ArcGIS y Ales los programas más empleados frecuentemente para este tipo de estudio; en donde a través de estas metodologías se determinó el tipo de uso del suelo en la agricultura. Incluso, [31] manifiesta que, la integración del SIG en el sistema regional es uno de los principales objetivos de la política nacional sustentable que persiguen los gobiernos centrales y locales para alcanzar las metas de desarrollo sustentable. También, [50] señalan que el valor de la tierra se considera un factor importante en la toma de decisiones en la agricultura. Por lo tanto, ALES es una herramienta importante para dar forma a las estrategias de uso del suelo y se puede utilizar para comprender la relación entre variables en el sistema agrícola, aumentando así los beneficios para la comunidad y reduciendo el daño ambiental.

De la misma manera, [52] indican que integrar sistemas informáticos con datos geográficos mediante el análisis y la gestión de diversas limitaciones de tiempo, espaciales y computacionales se puede crear mapas de diversas formas, según sea necesario la problemática hallada en el recurso a evaluar. Además, los datos e imágenes de la cobertura vegetal y el uso de la tierra se pueden obtener a través de SIG para monitorear rápidamente los cambios y los peligros ocurridos en el suelo.

Asimismo, existen distintos tipos de cultivo como: frutales, hortalizas, tubérculos, cereales, entre otros, que según los niveles de aptitud del suelo estos se clasifican en Apto (A1), moderadamente apto (A2), y marginalmente apto (A3), como se observa en la Tabla 4. Por lo tanto, [5] indican que el uso de aptitud del suelo es procesado en sus aplicaciones agrícolas un sistema tradicional que aporta productos para un patrimonio cultural. Con relación, [24] expresan que, para lograr buenos resultados, hay que recordar que la producción agrícola es el resultado de la interacción de la materia orgánica y la fertilización, siendo estos los factores más importantes a tomar en cuenta.

Finalmente, cabe resaltar la importancia de realizar una revisión sistemática, lo cual permitió recopilar y sintetizar información destacada acorde al tema de investigación. Por tal razón se concluye, que según el análisis de los artículos el estudio del suelo es primordial para lograr una agricultura eficiente, y mediante este tipo de trabajo, se logró conocer los parámetros e indicadores evaluados para determinar la calidad del suelo; asimismo se detalló las distintas metodologías utilizadas para especificar a que tipo de cultivos es apto los diversos usos del suelo; los cuales son factores de caracterización limitantes para mantener la productividad en dicho recurso.

REFERENCIAS

- [1] Y. García, W. Ramírez y S. Sánchez, «Indicadores de la calidad de los suelos: una nueva manera de evaluar este recurso.» Pastos y Forrajes, vol. 35, n° 2, pp. 125-138, 2012.
- [2] Ministerio de Desarrollo Agrario y Riego, «La zonificación ecológica económica potencial de los suelos.» 2015.

- [3] M. Falcón, H. Vargas, F. Torres y L. Herrera, «Evaluación del conflicto de uso agrícola de las tierras a partir de su aptitud física como contribución a la explotación sostenible,» *Cultivos Tropicales*, vol. 35, n° 4, pp. 13-18, 2014.
- [4] P. Vazquez, L. Zulaica y E. Requensens, «Análisis ambiental de los cambios en el uso de las tierras en el partido de Azul (Buenos Aires, Argentina),» *Agriscientia*, vol. 33, n° 1, pp. 15-26, 2016.
- [5] M. Rocha, J. Sanchez y M. Azero, «Estudio del mejoramiento de la calidad del suelo por el uso de diferentes enmiendas orgánicas en el cultivo de papa (*Solanum tuberosum* ssp. *Andigenavar. Waycha*) en la Granja Modelo Pairumani,» *Acta Nova*, vol. 5, n° 4, pp. 417-444, 2012.
- [6] H. Burbano, «El suelo y su relación con los servicios ecosistémicos,» *Revista de Ciencias Agrícolas*, vol. 33, n° 2, pp. 117-124, 2016.
- [7] L. Afanador, D. Coca, A. Vargas, M. Bautista, A. Mendoza y V. Vallejo, «Evaluación de la calidad de suelos en agroecosistemas de Colombia a través de la selección de un conjunto mínimo de datos,» *Colombia Forestal*, vol. 23, n° 1, pp.
- [8] I. Da Silva y M. Barbosa, «Aptitud agrícola de los suelos de la cuenca hidrográfica del río Goiana en el estado de Pernambuco,» *ACTA Geográfica*, vol. 14, n° 36, pp. 78-99, 2020. 35-50, 2020.
- [9] R. Peña, «Cambio Climático y su efecto en la diversidad de especies vegetales y productividad de suelos, en la microcuenca Los Molinos, Montero-Ayabaca,» 2017.
- [10] D. Moher, A. Liberati, J. Tetzlaff y D. Altman, «Ítems de referencia para publicar Revisiones Sistemáticas y Metaanálisis: La Declaración PRISMA,» *Revista Española de Nutrición Humana y Dietética*, vol. 3, n° 18, pp. 172-181, 2014.
- [11] P. Baldassini y J. Paruelo, «Sistemas agrícolas y silvopastoriles en el Chaco semiárido : impactos sobre la productividad primaria,» *Ecología austral*, vol. 30, n° 1, pp. 45-62, 2020.
- [12] M. Aliaga, C. Correa, K. Acuña y G. Morales, «Indicadores para el monitoreo de la calidad del suelo en áreas periurbanas. Valle de Quillota, cuenca del Aconcagua, Chile.,» *Interciencia*, vol. 42, n° 8, pp. 494-502, 2017.
- [13] N. Abdullah, A. Zolkafli, N. Suhaili Mansor y N. Abdullah Chik, «Farmer's Knowledge in Land Suitability Evaluation and Farmers' Awareness in Organic Farming for Sustainable Agriculture: A Case Study in Perlis,» *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 2020.
- [14] K. Andrade, I. Castillo y L. Rossel, «Quality of Agricultural Soils in the Interior Bay of Puno, Peru-2018,» *Revista Ciencias Técnicas Agropecuarias*, vol. 29, n° 2, pp. 42-52, 2020.
- [15] M. Achkar, A. Domínguez, I. Díaz y F. Pesce, «La intensificación del uso agrícola del suelo en el litoral oeste del Uruguay en la última década,» *Pampa: Revista Interuniversitaria de Estudios Territoriales*, n° 7, pp. 143-157, 2011.
- [16] A. Alaoui, L. Barão, C. Ferreira, G. Schwilch, G. BasCh y F. García Orenes, «Visual assessment of the impact of agricultural management practices on soil quality,» *Agronomy Journal*, vol. 112, n° 4, pp. 2608-2623, 2020.
- [17] X. Castillo, J. Etchevers, C. Hidalgo y A. Aguirre, «Evaluación de la calidad de suelo: generación e interpretación de indicadores,» *Terra Latinoamericana*, vol. 39, pp. 1-12, 2021.
- [18] M. Aimetta, S. Muñoz, D. Bustos, V. Davidenco, C. Cazorla, M. Galarza y F. Salvagioti, «Cuantificación del uso agrícola de suelos con limitantes salinas y sódicas mediante el índice NDVI,» *Ciencia del Suelo*, vol. 38, n° 1, pp. 174-186, 2020.
- [19] E. Amaro, E. Márquez y J. Llanes, «Diagnóstico inicial de la evolución de un suelo degradado,» *Avances*, vol. 21, n° 1, pp. 129-138, 2019.
- [20] E. Duran Bautista, Y. Muñoz Chilatra, J. Galindo, T. Ortiz y M. Bermúdez, «Soil Physical Quality and Relationship to Changes in Terrestrial Community in Northwestern Colombian Amazon,» *Frontiers In Ecology and Evolution*, vol. 8, 2020.
- [21] J. Arteaga, J. Navia y J. Castillo, «Comportamiento de variables químicas de un suelo sometido a distintos usos, departamento de Nariño, Colombia,» *Revistas de Ciencias Agrícolas*, vol. 33, n° 2, pp. 62-75, 2016.
- [22] G. López, I. Almonte, A. Pérez, D. Sotomayor y P. Núñez, «Caracterización biológica de suelos y sustratos empleados en la producción de vegetales en invernaderos,» *Ciencia del Suelo*, vol. 32, n° 1, pp. 29-39, 2014.
- [23] F. Sahagún, H. Reyes, J. Flores y L. Vargas, «Modelización de escenarios de cambio potencial en la vegetación y el uso de suelo en la Sierra Madre Oriental de San Luis Potosí, México,» *Journal of Latin American Geography*, vol. 10, n° 2, pp. 65-86, 2011.
- [24] S. García, L. Bautista y M. Bolaños, «Diagnóstico de la fertilidad de los suelos de cuatro municipios de Cundinamarca (Colombia) para la producción de plátano,» *Revista U.D.C.A. Actualidad & Divulgación Científica*, vol. 22, n° 1, 2019.
- [25] W. Haider, M. Nouman, A. Ur y S. Ur, «Knowledge based Soil Classification Towards Relevant Crop Production,» *International Journal of Advanced Computer Science and Applications*, vol. 10, n° 12, 2019.
- [26] J. Hernández, «Sistema de innovación agrícola como estrategia de competitividad de los productores sonorenses en el contexto del TLCAN,» *Revista de alimentación contemporánea y desarrollo regional*, vol. 29, n° 54, 2019.
- [27] I. Hassan, J. Muhammad, A. Muhammad, L. Muhammad, A. Sajid, A. Adeel, A. Shoaib y H. Basharat, «W Weighted overlay based land suitability analysis of agriculture land in Azad Jammu and Kashmir using GIS and AHP,» *Pakistan Journal of Agricultural Sciences*, vol. 57, n° 6, pp. 1509-1519, 2020.
- [28] H. Feng, G. Abagandura, S. Senturklu, D. Landblom, L. Lai, K. Ringwall y S. Kumar, «Soil quality indicators as influenced by 5-year diversified and monoculture cropping systems,» *The Journal of Agricultural Science*, vol. 158, n° 7, pp. 594-605, 2020.
- [29] R. Estrada, C. Hidalgo, R. Guzmán, J. Almaraz, H. Navarro y J. Etchevers, «Indicadores de calidad de suelo para evaluar su fertilidad,» *Agrociencia*, vol. 51, pp. 813-831, 2017.
- [30] D. Ibarra, J. Ruiz, Gonzáleziego, J. Flores y G. Díaz, «Distribución espacial del pH de los suelos agrícolas de Zapopan, Jalisco, México,» *Agricultura técnica en México*, vol. 35, n° 3, pp. 267-276, 2010.
- [31] S. Masciadri, «Usos del suelo en Canelones (Uruguay) proyectados en Aptitud general del uso de la tierra (AGUT): ¿Hacia la sustentabilidad territorial?,» *Revista de Ciencias Ambientales*, vol. 52, n° 2, pp. 86-110, 2018.
- [32] F. Luiz, W. Mozena, A. Cayô y H. Duarte, «Diagnóstico integrado y rangos de nutrientes en el suelo para el cultivo del frijol (*Phaseolus vulgaris*) en la región de Cerrado,» *Cultivos Tropicales*, vol. 40, n° 4, 2019.
- [33] S. Mazahreh, M. Bsoul y D. Hamor, «GIS approach for assessment of land suitability for different land use alternatives in semi arid environment in Jordan: Case study (Al Gadeer Alabyad-Mafraq),» *Information Processing in Agriculture*, vol. 6, n° 1, pp. 91-108, 2019.
- [34] F. Matuk, C. Schaefer, F. Simas, T. Pereira, F. Coelho y D. Gjørup, «Ethnopedology of a Quilombola Community in Minas Gerais: Soils, Landscape, and Land Evaluation,» *Revista Brasileira De Ciência Do Solo*, vol. 41, 2017.
- [35] B. Moreno, M. Muñoz, J. Cuellar, S. Domancic y J. Villanueva, «Revisiones Sistemáticas: definición y nociones básicas,» *Rev. Clin. Periodontol. Implantol. Rehabil. Oral*, vol. 11, n° 3, pp. 184-186, 2018.
- [36] L. Nkurunziza, C. Watson, I. Öborn, H. Smith, G. Bergkvist y J. Bengtsson, «Socio-ecological factors determine crop performance in agricultural systems,» *Scientific Reports*, vol. 10, n° 1, 2020.
- [37] R. Pereira Lopes, M. Madeira y P. Ramos, «Mapping of land units and land capability classification in Portugal: The case of the municipality of Lourinhã,» *Finisterra*, vol. 52, n° 106, 2018.
- [38] K. Peña, J. Rodríguez, D. Olivera, P. Fuentes y J. Melendrez, «Prácticas agrícolas sostenibles que incrementan los rendimientos de diferentes cultivos en Sancti Spiritus, Cuba,» *Agronomía Costarricense*, vol. 40, n° 2, pp. 117-127, 2016.
- [39] A. Ramos, «Identificación de suelos del orden Iceptisol,» *Revista Logos, Ciencia & Tecnología*, vol. 8, n° 2, pp. 170-181, 2017.
- [40] C. Pérez Brandan, A. Meyer, J. Meriles, J. Huidobro, M. Schloter y S. Vargas Gil, «Relationships between soil physicochemical properties and nitrogen fixing, nitrifying and denitrifying under varying land-use practices in the northwest region of Argentina,» *Soil & Water Res*, vol. 14, pp. 1-9, 2019.
- [41] J. M. Trujillo, J. D. Mahecha y M. Torres, «El recurso suelo: un análisis de sus funciones, capacidad de uso e indicadores de calidad,» *Revista de Investigación Agraria y Ambiental*, vol. 9, n° 2, pp. 29-37, 2018.

- [42]G. Urrútia y X. Bonfill, «La declaración prisma: un paso adelante en la mejora de las publicaciones de la revista española de salud pública.» *Revista Española de Salud Pública*, vol. 87, n° 2, pp. 99-102, 2013.
- [43]G. Revelli, R. Gagliardi, A. Sbodio y E. Tercero, «Propiedades físicoquímicas en suelos predominantes del noroeste de Santa Fe y sur de Santiago del Estero, Argentina.» *Ciencia del Suelo*, vol. 28, n° 2, pp. 123-130, 2010.
- [44]V. Vallejo, L. Alfánador, M. Hernández y D. Parra, «Efecto de la implementación de diferentes sistemas agrícolas sobre la calidad del suelo en el municipio de Cachipay, Cundinamarca, Colombia.» *Bioagro*, vol. 30, n° 1, pp. 27-38, 2018.
- [45]T. Davey y L. Selvey, «Relationship between Land Use/Land-Use Change and Human Health in Australia:A Scoping Study.» *International Journal of Environmental Research and Public Health*, vol. 17, n° 23, p. 8992, 2020.
- [46]G. Senisterra y F. Gaspari, «Análisis del uso del suelo en el contexto de su dinámica espacio temporal en una cuenca rural serrana. Argentina.» *Revista de Tencología*, vol. 13, n° 2, pp. 53-60, 2014.
- [47]L. Muñoz, J. Oballos y J. Manrique, «Aptitud de uso de la tierra. Caso de estudio: asentamientos campesinos, parroquias Cacute y Mucurubá, municipio Rangel, estado Mérida-Venezuela.» *Revista Geográfica Venezolana*, vol. 55, n° 1, pp. 69-84, 2014.
- [48]C. Balmaseda, D. Ponce y M. Robaina, «Evaluación de la sustentabilidad del uso agrícola de las tierras mediante indicadores.» *Centro Agrícola*, vol. 39, n° 2, pp. 59-64, 2015.
- [49]A. Bernal, A. Hernández, M. Mesa, O. Rodríguez, P. González y R. Reyes, «C Características de los suelos y sus factores limitantes de la región de Murgas, provincia La Habana.» *Cultivos Tropicales*, vol. 36, n° 2, pp. 30-40, 2015.
- [50]L. Herrera, H. Vargas y F. Torres, «Análisis del potencial de uso de las tierras de la Unidad Básica de Producción Cooperativa La Julia para la explotación agrícola sostenible.» *Revistas Ciencias Técnicas Agropecuarias*, vol. 22, n° 4, pp. 55-59, 2013.
- [51]E. Ávila, F. Leiva y A. Darghan, «Friabilidad y su relación con algunas propiedades físicas y químicas de suelos cultivados con caña de azúcar.» *Revista de Ciencias Agrícolas*, vol. 34, n° 2, pp. 19-32, 2017.
- [52]S. Wei-Salas y A. Durán-Quirós, «Caracterización del uso del suelo en las principales áreas agrícolas de la Gran Área Metropolitana (GAM) de Costa Rica.» *Agronomía Costarricense*, vol. 39, n° 1, pp. 151-160, 2015.
- [53]M. Zamora, J. Buendía, P. Martínez y R. García, «Diagnóstico del uso del suelo y vegetación en la microcuenca Tula, México.» *Revista mexicana de ciencias agrícolas*, vol. 11, n° 1, pp. 57-68, 2020.
- [54]M. Cué Bruguera, G. Díaz Alonso, A. G. Díaz Martínez y M. Valdés Abreu, «El artículo de revisión.» *Revista Cubana de Salud Pública*, vol. 34, n° 4, 2008.
- [55]R. Dávalos Sotelo, «Una forma de evaluar el impacto de la investigación científica.» *Madera y bosques*, vol. 21, pp. 7-16, 2015.