

Research Article

# Analysis of the Soil by Means of Indicators for Agriculture Parish of San Isidro Province “Morona Santiago”

## Análisis del Suelo mediante Indicadores para la Agricultura parroquia San Isidro provincia “Morona Santiago”

Marjorie Morocho\*, Noemi Guzmán, Jennyfer Astudillo, Juan Haro, Carla Haro

INDEXACIÓN II CONGRESO  
INTERNACIONAL DE  
CIENCIA Y TECNOLOGIA  
MORONA SANTIAGO  
CICTMS 2021

Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Escuela de Ciencias Químicas, Facultad de Ciencias, Macas, Ecuador

### ORCID

Marjorie Morocho: <https://orcid.org/0000-0003-0128-0836>

Corresponding Author:  
Marjorie Morocho

Published: 18 April 2024

Production and Hosting by  
Knowledge E

© Marjorie Morocho  
et al. This article is distributed  
under the terms of the  
Creative Commons  
Attribution License, which  
permits unrestricted use and  
redistribution provided that  
the original author and  
source are credited.

### Abstract

This article is based on the bibliographic review of the topics associated with the indicators formed by the following physical, chemical, and biological parameters, in which these indicators help us to analyze the quality and health of the soil for agriculture. Soil is an irreplaceable life resource that allows plants, animals, and humans to thrive, so not all of its functions are recognized; the general concept of fertile soil refers to its chemical properties, especially with the availability of the main macronutrients. However, there is still no universal standard to evaluate changes in soil quality, which uses indicators sensitive to the management and characteristics of soil properties, such as soil climatic conditions to assess its condition. This research aims to present an efficient methodology to analyze the evaluation of processes and costs when implementing or putting into practice the indicators in a certain locality such as the “San Isidro” parish of the “Morona” canton. Therefore, it is essential to allude to aspects such as advantages, disadvantages, definitions, characteristics, and elements that make up the indicators clearly and concisely.

**Keywords:** soil quality, indicators, agriculture, physical, chemical and biological parameters.

### Resumen

Este artículo está basado en la revisión bibliográfica de los temas asociados con los indicadores conformados por los siguientes parámetros físicos, químicos y biológicos, en las cuales estos indicadores nos ayudan a analizar la calidad y salud del suelo para la agricultura. El suelo es un recurso de vida insustituible que permite que las plantas, los animales y los seres humanos prosperen, de tal manera no se reconocen todas sus funciones, por lo que el concepto general de suelo fértil se refiere a sus propiedades químicas, especialmente con la disponibilidad de los principales macronutrientes. Sin embargo, todavía no existe un estándar universal para evaluar los cambios en la calidad del suelo, en la cual utilice indicadores sensibles al manejo y características de las propiedades del suelo, como las condiciones climáticas del suelo para evaluar su condición. Resultados, se presenta una metodología eficiente para analizar los procesos y costos al momento de implementar y poner en práctica los indicadores en una determinada localidad como es de la parroquia “San Isidro” del cantón “Morona”. Por lo tanto, es fundamental aludir aspectos como ventajas, desventajas, definiciones, características y elementos que componen los indicadores de forma clara y concisa.

**Palabras Clave:** Calidad del suelo, indicadores, agricultura, parámetros físicos, químicos, biológicos. *Introducción.*

 OPEN ACCESS



---

## 1. Introducción

El suelo es un recurso natural muy valioso para garantizar el sustento de la población humana, así como para generar ingresos sostenidos en un país; su uso eficiente y sustentable posibilita una estabilidad política internacional en el largo plazo (1). La degradación del suelo es un problema especialmente debido a cambios en el uso e implementación de prácticas propias en cultivos. (2) la evaluación de efectos invernales, deforestación, agrícola, plaguicidas, residuos orgánicos y erosión del suelo permite determinar los parámetros necesarios para evaluar el impacto ambiental provocado por estas actividades que ayuda a tomar decisiones de conservación, sostenibilidad y productividad del suelo menciona (3).

Generalmente los métodos e indicadores nos permitirán conocer el tratamiento y calidad de un suelo que debe tener para generar ingresos y mejorar la seguridad alimentaria para el consumo de las personas en la parroquia “San Isidro” del cantón Morona.

La evaluación de la calidad del suelo (CS) es apta para el uso y la gestión sostenible en relación con el entorno natural, los objetivos agrícolas y las consideraciones económicas (4). La calidad del suelo se evalúa de acuerdo en las funciones especiales del suelo (5). Una versión ampliada del concepto propuesto por (6) establece que la calidad es “la capacidad de un suelo dado para funcionar dentro de los límites de un ecosistema natural o manejado, para mantener la productividad vegetal y animal, para la conservación y mejora de la calidad del agua, aire, salud humana y el hábitad.

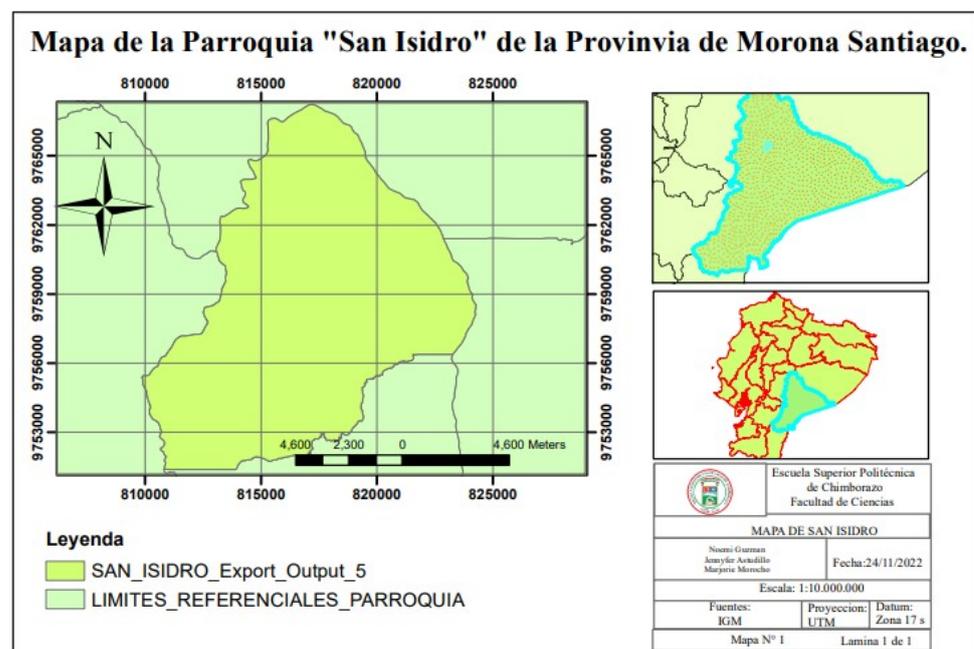
El objetivo de esta investigación es conocer la implementación de los ICS a partir de sus parámetros físicos-químicos y biológicos mediante estudios y análisis con la finalidad de generar medidas de control que permitan minimizar los impactos ambientales que se genera en los suelos, como objetivo específico es describir la agricultura en la parroquia San Isidro, con el fin de conocer sus parámetros, funciones y valoración económica, como también analizar los beneficios que se obtiene en la agricultura para el consumo humano, y por último evaluar la calidad del suelo en el sistema agrícola en este sitio.

Entre los indicadores propuestos para la dimensión ambiental, se destacan indicadores de calidad del suelo (ICS). (7) menciona que en el mundo se está enfrentando al cambio climático, crecimiento de la población, mantener la calidad del suelo es cada vez más importante. Las funciones principales son: evaluación de condiciones o tendencias, comparación transversal de objetos o situaciones, evaluación de metas y

objetivos, provisión de información preventiva temprana y pronóstico de condiciones tendencias futuras. (8) La diferencia los tres principales grupos para determinar los indicadores: físicas, químicas y biológicas. El índice físico tiene relación con el uso eficiente del agua, nutrientes y agroquímicos. Los indicadores químicos se refieren a las condiciones químicas que afectan las relaciones suelo-planta, la calidad del agua, la capacidad de amortiguación del suelo y la disponibilidad de nutrientes para las plantas y otros organismos (9). Los indicadores biológicos son organismos o procesos cuya presencia o abundancia indica un cambio o estado de ciertas propiedades o procesos del suelo manifiesta (10).

## 2. Materiales y métodos

La investigación se realizó en la Parroquia San Isidro, Cantón Morona, provincia de Morona Santiago, que tiene características como un clima templado, sub-húmeda, lluvioso, y muy lluvioso su temperatura fluctúa entre 12 y 18 °C, con una latitud de -2.21667, longitud -78.1667, altitud y presión atmosférica de 1013 hPa/mBar (760 mmHg). Situado en el valle San Isidro rodeado de la cordillera Yungallí y de la cadena montañosa Domono, se encuentra a 12 km al norte de Macas, en la parroquia existe dos nacionalidades o culturas los colonos-mestizos y los Shuar.



**Figura 1**

Área de estudio.

Este estudio se basa principalmente en conocer los parámetros, funciones, valoración economía y sustentable para la sociedad. Sin embargo, (11) el estudio de estos parámetros nos permitirá conocer que ocurren en el suelo y si realmente son consecuencias de factores antrópicos. En la figura 2, podemos observar un diagrama que ilustra los objetos de estudios que se va a analizar. También se analizará los beneficios que se obtiene en la agricultura para el consumo humano. A su vez dentro de cada uno de ellos obtendremos información válida para una buena calidad de suelo en el campo agrícola (12).

## 2.1. Equipos para la toma de muestra de un suelo



**Figura 2**

*Herramientas para la toma de muestra de un suelo.*

## 2.2. Tipos de Análisis

Se realizó tres tipos de análisis, el primero para medir los parámetros físicos, el segundo de carácter químico y el tercero biológico. En las siguientes tablas se muestran los parámetros y características de medida y el método de utilización (12).

*Conductividad eléctrica (CE).* El método para determinar la CE, lo realizamos con un potenciómetro. Las unidades de medición de estos métodos son dS/m.

*Infiltración y densidad aparente.* Para la determinación está presente el método de ensayo de infiltración y el método del cilindro. Unidades de medida cm/hora y g/cm<sup>3</sup>.



*Profundidad.* El método más común para determinar la profundidad del suelo en una cinta métrica en unidad centímetro (cm).

*Capacidad de retención de agua.* La gravimetría es uno de los métodos que determina la capacidad de retención del agua en porcentaje y atm.

*Estabilidad de agregados.* El tamizado en húmedo se lo mide en milímetro (mm).

*Materia orgánica.* El conocimiento de la materia orgánica es un factor clave para mejorar la fertilidad del suelo y mantener la productividad. Es utilizado el método de calcinación.

*pH.* Valora el índice de acidez y alcalinidad del suelo con ayuda de un potenciómetro.

*Nitrógeno, fosforo y potasio extraíble.* (13) Influye el espectrofotómetro.

*Metales pesados disponible.* Por lo general el fraccionamiento está determinado en mg/kg.

*Biomasa microbiana.* Específicamente el método de respiración inducida por sustrato en unidades: g C, kcal, m<sup>2</sup>, dam<sup>2</sup>, cm<sup>2</sup>, mm<sup>2</sup>, hm<sup>2</sup>.

*Nutrientes potenciales mineralizados (14)*, menciona que se puede utilizar la técnica de ICP-OES, unidades  $\mu\text{g/L}$ .

*Numero de lombrices.* Las lombrices se cuantifican por unidad o peso.

*Rendimiento de cultivo.* Fluorescencia de rayos X/ ICP-MS, medidas kg/hectárea, Bushels/acre

### 2.3. Estructura del suelo

La estructura del suelo está determinada por la forma en que las partículas individuales de arena, limo y arcilla encajan entre sí. Cuando las partículas individuales se juntan, adquieren la apariencia de partículas más grandes llamadas agregados (15). El grado de estructura es la fuerza de los agregados y representa la diferencia entre la cohesión dentro de los agregados y la adhesión entre ellos. Dado que estas propiedades varían con el contenido de humedad del suelo, el grado de estructura debe determinarse cuando el suelo no está ni demasiado húmedo ni demasiado seco (16). Hay tres grados básicos:

### 2.4. Evaluación de la Calidad del suelo

La mejor herramienta para tomar muestras de suelo es una barrena, que es básicamente una varilla de metal con un corte para tomar muestras de suelo y dos asas en la parte superior para poder empujarla hacia el suelo (17). Las barrenas vienen en una variedad

**Tabla 1***Grado de estructura.*

Grado de la estructura	
<b>Débil</b>	Reconocibles cuando se ven in situ en suelo húmedo
<b>Moderada</b>	Se encuentran bien formados y definidos localmente.
<b>Fuerte</b>	Están bien formados y son muy visibles in situ.

de longitudes y tamaños, pero las barrenas de diámetro más angosto (alrededor de 2 cm / 0,8 pulgadas) permiten tomar muestras de suelo pequeñas y profundas sin perturbar la parcela. Si no tiene una barrena para tomar una muestra de suelo, puede usar una pala o una pala y una regla para excavar a un volumen estándar, y profundidad, o las muestras se toman con un tramo de tubería de PVC marcado a intervalos apropiados.

La barrena lo ayuda a obtener una sección transversal de su perfil de suelo al eliminar solo una pequeña cantidad de suelo. La cantidad de suelo requerida depende del número y tipo de pruebas a realizar. Generalmente, es más fácil recolectar muestras en la mañana porque la tierra es más suave y húmeda. Si recolecta más muestras de las que se pueden recolectar en un día, intente recolectar muestras a la misma hora todos los días para minimizar los errores. Almacenar muestras de suelo en el campo en bolsas de plástico tipo Ziploc ayudará a reducir la pérdida de agua si esto es importante para sus experimentos.

## 2.5. Evaluación Analizará los beneficios que se obtiene en la agricultura para el consumo humano

Se estima que el 95% de nuestros alimentos proviene directa o indirectamente de nuestro suelo. Un suelo sano es la base de los sistemas alimentarios. Nuestro suelo es la base de la agricultura y el entorno en el que crecen prácticamente todas las plantas utilizadas en la producción de alimentos (18). Un suelo saludable produce cosechas saludables que alimentan a personas y animales. De hecho, la calidad del suelo está directamente relacionada con la calidad y cantidad de alimentos. El suelo proporciona los nutrientes esenciales, el agua, el oxígeno y el apoyo a las raíces que nuestras plantas productoras de alimentos necesitan para crecer y prosperar. Además, actúan como amortiguador, protegiendo las delicadas raíces de la planta de las fluctuaciones de temperatura. Resultados



Los Indicadores son herramientas que señalan indicios cuantitativos o cualitativos que brindan información relevante y única referente a un tema específico ya que el indicador tiene un solo objetivo y este no puede ser explicada en otro contexto como acota. Los procesos y las características que nos ayudan a medir y dar seguimiento al funcionamiento del mismo en un tiempo determinado, las referencias necesarias deben abarcar las siguientes condiciones: ser fáciles de medir, propiedades físicas, químicas, biológicas, ser accesibles y aplicables en condiciones de campo según menciona (19).

## 2.6. Indicadores físicos del suelo

Según (20), las propiedades físicas de los indicadores del suelo están relacionadas con el arreglo de las partículas y los poros, la estabilidad agregados que reflejan la manera en el que los suelos retiene y transmiten agua a las plantas, así como las limitaciones que presentan la emergencia de plántula y crecimiento de las raíces. Las valoraciones económicas de cada indicador de la calidad del suelo que nos brinda están basadas en un análisis general que involucra aspectos como viaje de campo, trabajo práctico de análisis de datos y laboratorio para evaluar la aptitud económica y productiva de cada indicador manifiesta (21).

**Tabla 2**

*Indicadores Físicos de la Calidad del Suelo.*

Indicador	Observaciones	Valor acción
Textura del suelo	Retención y transporte de agua y minerales/ erosión del suelo	\$ 17.3
Profundidad	Estimación de potencial productivo y erosión	\$ 26.3
Infiltración y densidad aparente	Potencial de lixiviado, productividad y erosión	\$ 36.2
Capacidad de retención de agua	Contenido de humedad , transporte y erosión	\$19.0
Estabilidad de agregados	Erosión potencial del suelo / infiltración del agua	\$ 36.2

## 2.7. Indicadores Químicos del Suelo

Considera (22), que los indicadores químicos de la calidad del suelo están enfocados en las condiciones que perjudiquen directa o indirectamente a las plantas, la reserva, calidad del agua, la capacidad amortiguadora del suelo, los nutrientes y los microorganismos presentes. El análisis de estos indicadores ayuda a medir los rangos nutricionales,



caracterización, potencial de productividad, cultivo y manejo del suelo según plantea (23).

La relación de las funciones y condiciones del suelo según los indicadores están relacionados entre sí por ejemplo como menciona (17). la conductividad eléctrica como indicador de la calidad del suelo es la actividad microbiológica de las plantas mismos que poseen límites para el desarrollo de las plantas y el crecimiento de la actividad microbiológica.

Dentro de los índices basados en la disposición de nutrientes para el desarrollo de las plantas es necesario hacer énfasis en tres elementos básicos que son el Nitrógeno, Fosforo y Potasio mismos que son fundamentales ya que estos ayudan a mantener un buen color y fortalecen nuevas raíces manteniendo un buen color en la planta acota (24).

**Tabla 3**

*Indicadores Químicos de la Calidad del Suelo.*

Indicador	Observación	Valoración
Materia Orgánica	Fertilidad del suelo, estabilidad y grado de erosión.	\$56.70
PH	Actividad química y biológica / límite para el crecimiento de las plantas.	\$26.25
Conductividad Eléctrica	Límite para el crecimiento de las plantas y actividad microbiológica	\$46.45
Nitrógeno, Fósforo y Potasio extraíble	Disponibilidad de nutrientes para las plantas y pérdida potencias de N.	\$36.25
Metales pesados disponibles	Niveles de toxicidad para el crecimiento	\$26.25

## 2.8. Indicadores Microbiológicos del Suelo

La calidad del suelo también puede ser analizada por los indicadores microbiológicos que son considerados uno de los bioindicadores importantes ya que este nos ayuda analizar de manera rápida las características microbianas de los suelos indica (9).

(25) recalca que los terrenos de cultivo deben contener todos los nutrientes necesarios para el crecimiento de las plantas, proporcionar apoyo para su desarrollo constante y asegurarse de que el sistema de raíces tenga suficiente aire y humedad. Discusión

Consta los resultados obtenidos, en referencia al análisis de los autores. Se expone en forma clara, con un análisis crítico y ponderado, si los resultados obtenidos igualaron,

**Tabla 4**

*Indicadores Biológicos de la Calidad del Suelo.*

Indicador	Observación	Valor acción
Biomasa Microbiana	Potencial catalizador microbiano y reposición de C y N.	\$ 19.2
Nutrientes Potenciales Mineralizables	Productividad del suelo y aporte potencial de N	\$ 25.1
Respiración Edáfica , contenido de agua	Medición de la actividad microbiana	\$ 22.1
Número de lombrices	Relación con la actividad microbiana	\$9.19
Rendimiento del cultivo	Producción potencial del cultivo, disponibilidad de nutrientes	\$ 19.2

están por debajo o superaron a los ya obtenidos por la comunidad internacional. Esta sección documental debe servir de síntesis, coherente, clara y perfectamente argumentada de lo ya hecho durante las investigaciones precedentes sobre los cultivos de calidad (26).

Un cultivo de calidad como nos menciona (27) que se refiere al grado de pureza física de las semillas; es decir, la presencia o ausencia de otro cultivo o semillas de malezas, material inerte e integridad de la semilla (semilla rota, tamaño y peso de la semilla).

El último estudio de evaluación de suelos en el país encontró que el 65% de los suelos fueron diagnosticados como suelos de clase III y IV (Instituto de Suelos, 2006), lo que significa que se vieron afectados por algún factor limitante, lo que resultó en su potencial regresión por debajo del 50%. Se puede ver que para hacer que la agricultura sea sostenible, debemos prestar mucha atención a la gestión de los ecosistemas agrícolas para no destruir el equilibrio ecológico. Los principales factores que contribuyen a la baja productividad de los suelos cubanos son: bajo contenido de nutrientes y materia orgánica y tendencia a la acidez. En el último estudio se logró una depreciación de 10.526 millones. USD/ha; el carbono representó el 94% del total y el resto fue nitrógeno; de igual manera, también se comprobó la reducción de materia orgánica, que es un componente esencial para la sustentabilidad de los ecosistemas. En comparación con los suelos diagnosticados en Morona santiago en la parroquia de San Isidro el cual es productivo para el sector agrícola con alto contenido de materia orgánica para la productividad de mejores alimentos a los pobladores de sus alrededores cercanos.

(28) argumenta que las propuestas y alternativas incluyen aspectos de la tenencia de tierra, su ocupación, gestión y ejecución gubernamental, participación, vinculación social, acceso crédito, nivel de ingresos, capacitación frente a innovaciones. Examinar la



situación actual y los puntos críticos con respecto al desarrollo sostenible y analizar los probables impactos antes de una intervención para realizar huertos familiares menciona (29). En cuanto a la calidad de los cultivos menciona que, si tiene una buena raíz, su tallo esta en perfecto estado (30).

### 3. Conclusiones

A Según la información obtenida en la presente investigación sobre los indicadores de la calidad del suelo para la agricultura en la parroquia San Isidro, podemos concluir que es fundamental basarnos en los parámetros físicos químicos y biológicos ya que estos índices nos ayudan a conocer la evaluación, valoración y beneficios de la calidad del suelo.

Los indicadores de suelo evaluados facilitan medidas de control, las mismas que sirven para mitigar los impactos ambientales y conocer los beneficios que obtenemos en la agricultura y conservación del medio ambiente.

Los indicadores de calidad del suelo son herramientas poderosas para la toma de decisiones y la aplicación del manejo del suelo a nivel local, regional y global y deben ser estudiados de manera específica de acuerdo a las condiciones de cada agro ecosistema.

### Conflicto de Intereses

Los autores declaran no tener ningún tipo de interés al momento de realizar este trabajo investigativo.

### References

- [1] Perales A, Loli O, Alegre J, Camarena F. Indicators of sustainability of the soil management in the pea (*Pisum sativum* L.) production. *Ecologia Aplicada*. 2010;8(2).
- [2] García Y, Ramírez W, Sánchez S. Soil quality indicators: A new way to evaluate this resource. *Pastos Y Forrajes*. 2012;35(2):125–137.
- [3] Salazar M. Indicadores Químicos y Funciones del Suelo. *Tree Fruit Ext Spec*. 2013;(1994):1994–1997.
- [4] David D, Orozco J, Carlos J, Flores M, Sanabria YR. Indicadores químicos de calidad de suelos en sistemas productivos del Piedemonte de los Llanos Orientales de Colombia Chemical soil quality indicators in productive systems of Colombian



- Piedmont Eastern Plains. *Acta Agronomica* [Internet]. 2015;64(4):302–307. Available from: <http://dx.doi.org/10.15446/acag.v64n4.38731>
- [5] Barrezueta S, Paz A, Chabla J. Determinación de indicadores para calidad de suelos cultivados con cacao en provincia de El Oro-Ecuador Determination of indicators for quality of soils cultivated with cocoa in the province El Oro- Ecuador. *Rev CUMBRES* [Internet]. 2017;3(1):17–24. Available from: <https://www.edafologia.net/revista/tomo13c/articulo125.pdf>
- [6] Chuncho CG, Arrellano E. Evaluación de la calidad de los suelos de sistemas frutícolas de la Zona Central de Chile. 2018;8(2):75–90.
- [7] Sarmiento E, Fandi no S, Gómez L. Sarmiento, E., Fandi no, S., Gómez, L. Indexes of soil quality. A systematic review. *Ecosistemas*. 2018;27(3):130-139. Dol.: 10.7818/ECos.1598.
- [8] Prieto J, Prieto F, Acevedo O, Méndez M. Indicadores e índices de calidad de los suelos (lcs) cebaderos del sur del Estado de Hidalgo, México. *Agronomía Mesoamericana* [Internet]. 2013;24(1):83–91. Available from: [http://www.mag.go.cr/rev\\_mesov24n01\\_083.pdf](http://www.mag.go.cr/rev_mesov24n01_083.pdf)
- [9] Bracamontes-Nájera L, Fuentes-Ponce M, Rodríguez-Sánchez LM, Macedas-Jiménez J. Manual de indicadores biológicos de la salud del suelo. 2018. 94 p.
- [10] Barrera J, Barrezueta S, García R. Evaluation of soil quality indices of different crops under different topographic Con-. *Revista Metropolitana de Ciencias Aplicadas*. 2020;183– 190.
- [11] Chambi Tapia MI, Cori Mamani MR, Chungara Castro J, Fernandez Alcazar S, Ramos Ramos OE. Validación Del Método Analítico De Fluorescencia De Rayos X (FrX-Ed) Para La Determinación De Metales En Suelos Del Municipio De Colquencha. *Revista Boliviana de Química*. 2019;3(36.3):139–147.
- [12] Pinto F, Ledezma C. Soil-structure interaction in high-rise buildings with subways in Santiago, Chile. *Obras y Proyectos*. 2019;(25):66–75.
- [13] Ferat MA, Galaviz-Villa I, Partida-Sedas S. Evaluation of nitrogen and total phosphorus in agricultural runoff in the lower basin of the Usumacinta River (Tabasco, México). *Ecosistemas*. 2020;29(1):1–5.
- [14] Andrade Linarez K, Castillo Coaquira I, Quispe Riquelme R. Determinación De Metales Pesados En Suelos Agrícolas Y Suelos Para Cultivo De *Solanum Tuberosum* De La Bahía Interior De Puno. *Investigación & Desarrollo*. 2020;20(1):147–153.
- [15] Medina Saavedra T, Arroyo Figueroa G, Pe na Caballero V. Cromatografía de Pfaiffer en el análisis de suelos de sistemas productivos. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas*. 2018;9(3):665–673.



- [16] Benítez E, Moreno B, Paredes D, González M, Campos M, Rodríguez E. Ecological Infrastructures among greenhouses: Revegetation and soil quality. *Ecosistemas*. 2019;28(3):54–62.
- [17] Blanco-imberty A, Fernández-betancourt I, Limeres-jiménez T. prácticas de Manejo Sostenible de Tierra Improvement of saline soils physico-chemical indicators from Sustainable Land Management practices. 2021;20–26.
- [18] De La Vega-Leinert AC. Ciudades y consumo de bienes agrícolas. Transformaciones del consumo alimentario en el contexto de cambios en el comercio agrícola y las cadenas comerciales. *Estud Demogr Urbanos Col Mex*. 2019;34(1):213–219.
- [19] Huisa Altamirano D. La calidad del suelo en campos de agricultura intensiva de café (Coffea arabica) VAR. CATIMOR en el anexo Alto Pitocuna del distrito de Río Negro. Satipo. 2018. Esc Académico Prof Ing Ambient Tesis [Internet]. 2020;76. Available from: <https://hdl.handle.net/20.500.12394/8447>
- [20] Pinos D. Calidad del suelo a partir de indicadores físicos y químicos aplicado a tres usos de suelo para la generación de propuestas de gestión por impactos en el suelo por acciones antrópicas en el bosque y vegetación protectores de Sunsun - Yanasacha. Univ Politécnica Sales Sede Cuenca [Internet]. 2022;1–104. Available from: <https://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/21860/1/UPS-CT009562.pdf>
- [21] Cotler H, López CA, Martínez-Trinidad S. ¿Cuánto nos cuesta la erosión de suelos? Aproximación a una valoración económica de la pérdida de suelos agrícolas en México. *Investigación Ambiental* [Internet]. 2011;3(2):31–43. Available from: <file:///C:/CESAR/REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS/Cotler, L?pez, Mart?nez-Trinidad - 2011 -?Cu?nto nos cuesta la erosi?n de suelos Aproximaci?n a una valoraci?n econ?mica de la p?rdida de suelos agr?colas en M?xico.pdf>
- [22] Díaz G, Sebastián J, Cardona, Andrés W, Camacho M, Iván O. Potencial en el uso de las propiedades químicas como indicadores de calidad de suelo. Una revisión. *Revista Colombiana de Ciencias Hortícolas*. 2017;11(2):450–458.
- [23] Celis-Tarazona R, Florida-Rofner N, Rengifo-Rojas A. Impacto sobre indicadores físicos y químicos del suelo con manejo convencional de coca y cacao. *Ciencia UNEMI*. 2020;13(33):1–9.
- [24] Pérez López E. Análisis de fertilidad de suelos en el laboratorio de Química del Recinto de Grecia, Sede de Occidente, Universidad de Costa Rica. *InterSedes*. 2014;14(29).
- [25] Tesis PDE, Luis J, Betancourt R. La Molina. 2013;0–33.
- [26] Cepal, Fao, Ilica. Perspectivas de la agricultura y del desarrollo rural en las Américas. Una mirada hacia América Latina y el Caribe. 2012. 176 p.



- [27] Jacinto W, Murillo J, Mauricio E, Pérez G. de productores de arroz. La Troncal – Ca nar Application of a mathematical model for the variation of income of rice producers. La Troncal – Ca nar. 2215:4824–4838.
- [28] Haro. Evaluación de la fitorremediación en suelos agropecuarios, con altas concentraciones de azufre, La Matriz, Guano, Provincia Chimborazo Phytoremediation in agricultural soils, with high concentrations of sulfur, La Matriz, Guano, Chimborazo Provinc. Polo del ... [Internet]. 2020;5(1):713–727. Available from: <https://polodelconocimiento.com/ojs/index.php/es/article/view/1977>
- [29] Moyano E. Agricultura familiar y huertos urbanos. Ambienta [Internet]. 2014;(107):8–18. Available from: <https://bit.ly/3bzQFrH>
- [30] Aran M, Herrero J. regadíos mediante encuesta de terreno. 1991.