



Estudio del pH del suelo en una finca ubicada en Huambi, Morona Santiago

Study of soil pH in a farm located in Huambi, Morona Santiago

Estudo do pH do solo em uma fazenda localizada em Huambi, Morona Santiago

Johanna Valeria Japa-Cando ^I

johanna.japa@epoch.edu.ec

<https://orcid.org/0000-0001-6069-5631>

Miguel Angel Osorio-Rivera ^{II}

miguel.osorio@epoch.edu.ec

<https://orcid.org/0000-0002-8641-2721>

Willian Estuardo Carrillo-Barahona ^{III}

estuardo.carrillo@epoch.edu.ec

<https://orcid.org/0000-0002-1432-9638>

José Hernán Negrete-Costales ^{IV}

jose.negrete@epoch.edu.ec

<http://orcid.org/0000-0002-2678-761X>

Correspondencia: miguel.osorio@epoch.edu.ec

Ciencias técnicas y aplicadas

Artículo de investigación

***Recibido:** 17 de enero de 2020 ***Aceptado:** 29 de febrero de 2020 * **Publicado:** 25 de marzo de 2020

- I. Estudiante de Ingeniería Ambiental, Macas, Ecuador.
- II. Máster en Ingeniería Ambiental, Ingeniero Ambiental, Docente de la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Sede Morona Santiago, Macas, Ecuador
- III. Máster en Cambio Global: Recursos Naturales y Sostenibilidad, Ingeniero en Biotecnología Ambiental, Docente de la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Sede Morona Santiago, Macas, Ecuador.
- IV. Máster en Seguridad Industrial y Ambiental, Ingeniero Agrónomo, Docente de la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo Sede Morona Santiago, Macas, Ecuador.

Resumen

En la parroquia Huambi, cantón Sucúa los suelos agrícolas se caracterizan por su alto contenido de materia orgánica y pH ácido; para contrarrestar el bajo nivel de pH, es común la aplicación de cal al suelo, lo que beneficia para que la zona sea considerada activamente agrícola; también es importante su alta capacidad de retención de humedad de los suelos y el régimen de lluvias favorable, tanto en cantidad como en distribución a lo largo del ciclo de cultivo. El presente estudio tiene por objetivo identificar el pH del suelo de la finca “Don Angelito” en la cual se cultiva maíz y yuca principalmente, está ubicada en la parroquia de Huambi, cantón Sucúa provincia de Morona Santiago (Ecuador).

Palabras claves: pH del suelo; interpolación KO; suelos agrícolas; Morona Santiago.

Abstract

In Huambi Parish, Sucúa Canton agricultural soils are characterized by their high organic matter content and acidic pH; to counteract the low pH level, the application of lime to the soil is common, which benefits the actively agricultural maritime zone; Also important is its high moisture retention capacity of soils and the favorable rainfall regime, both in quantity and distribution throughout the crop cycle. The purpose of this study is to identify the pH of the soil of the “Don Angelito” farm where corn and cassava are mainly grown, is located in the parish of Huambi, Sucúa canton, Morona Santiago province (Ecuador).

Keywords: Soil pH; KO interpolation; agricultural soils; Morona Santiago.

Resumo

Na freguesia de Huambi, no cantão Sucúa, os solos agrícolas são caracterizados pelo seu elevado teor de matéria orgânica e pH ácido; Para combater o baixo nível de pH, é comum a aplicação de cal no solo, o que beneficia a área a ser considerada ativamente agrícola; Também importante é a alta capacidade de retenção de umidade do solo e o regime favorável de chuvas, tanto em quantidade quanto em distribuição ao longo do ciclo da lavoura. Este estudo tem como objetivo identificar o pH do solo da fazenda "Don Angelito", no qual o milho e a mandioca são cultivados principalmente, está localizado na paróquia de Huambi, província de Sucúa, no cantão de Morona Santiago (Equador).

Palavras-chave: PH do solo; interpolação KO; solos agrícolas; Morona Santiago.

Introducción

El Ecuador es un país agrícola, en el cual su economía depende de gran manera de esta actividad, sin embargo, la productividad de este sector tiene limitantes relacionados con diversos factores, entre los cuales están la fertilidad de los suelos, la acidez entre otros (Chávez, 2011).

Los suelos de este país tienen características muy variables, como resultado de la variación climática, a pesar de que el material de origen, predominantemente volcánico, es relativamente homogéneo (Noni & Trujillo, 1985). Los suelos volcánicos, por su productividad, representan un recurso importante para la agricultura en diferentes regiones del mundo. Estos suelos cubren alrededor del 0,84% de la superficie terrestre mundial (Takahashi & Shoji, 2002). Las grandes áreas de estos suelos se encuentran en Chile, Perú, Ecuador, Colombia, América Central, Estados Unidos, Japón, Kamchatka, y Nueva Zelanda. El 31% del territorio ecuatoriano tiene suelos de origen volcánico, formados a partir de materiales piroclásticos, y asociados a la actividad de varios volcanes, especialmente los siguientes: Cotopaxi, Tungurahua, Sangay y Reventador (Colmet-Daage, y otros, 1967).

En la Amazonía Ecuatoriana (RAE) se ha establecido que los órdenes de suelos más representativos son Inceptisoles, Entisoles, Histosoles y Mollisoles, los primeros son suelos en fase inicial de desarrollo (Gardi, y otros, 2014), presentan horizontes que se formaron rápidamente y en su mayor parte se encuentran en áreas jóvenes de topografía irregular que limitan el desarrollo de los suelos, es decir, son suelos con falta de madurez edafológica (Rodríguez, Berdayán, Rojas, & Calle, 1991). La mayor parte de los suelos de la RAE pertenecen a este orden y se caracterizan por presentar pH ácido, incluso amplias áreas con un pH inferior a 5.5, condición que denota una limitación para el buen desarrollo de los cultivos en esta zona del país.

Según Prasad and Power (1997) un pH óptimo de los suelos agrícolas debe variar entre 6.5 y 7.0 para obtener los mejores rendimientos y la mayor productividad. El pH del suelo influye en la disponibilidad de los nutrientes para las plantas, es decir, este factor puede ser la causa de que se presente deficiencia, toxicidad o que los elementos no se encuentren en niveles adecuados (Benton, 2003).

La práctica más utilizada para corregir el pH ácido del suelo es el encalado, con el cual se logra establecer un ambiente propicio en la raíz para el desarrollo normal de los cultivos (Benton, 2003). Tomando en cuenta el efecto del pH sobre la productividad de los cultivos, es importante

no solo su determinación en el suelo, sino también conocer y cuantificar las superficies afectadas por valores extremos de este factor.

En la parroquia Huambi, cantón Sucúa los suelos agrícolas se caracterizan por su alto contenido de materia orgánica y pH ácido; para contrarrestar el bajo nivel de pH, es común la aplicación de cal al suelo, lo que beneficia para que la zona sea considerada activamente agrícola; también es importante su alta capacidad de retención de humedad de los suelos y al régimen de lluvias favorable, tanto en cantidad como en distribución a lo largo del ciclo de cultivo

El presente estudio tiene por objetivo identificar el pH del suelo de la finca “Don Angelito” en la cual se cultiva maíz y yuca principalmente, está ubicada en la parroquia de Huambi, cantón Sucúa provincia de Morona Santiago (Ecuador).

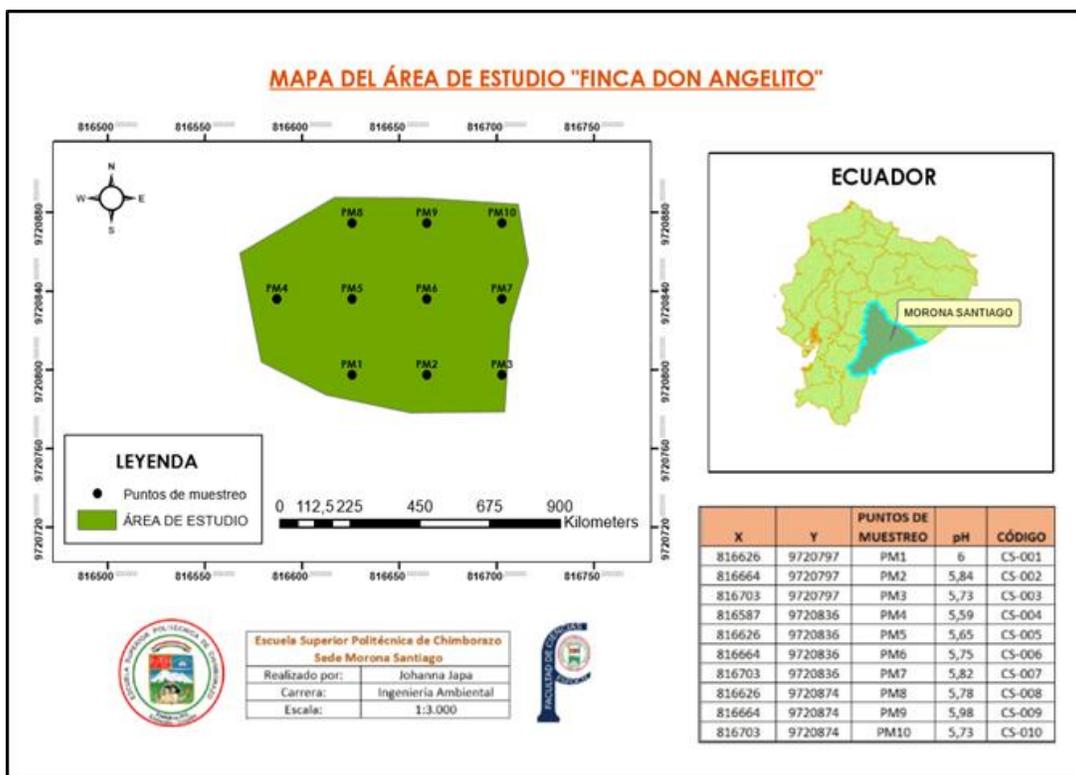
Materiales y Métodos

Área de estudio

El cantón Sucúa, se encuentra ubicado en el llamado Piemontano (Guamán & Minga, 2016). En la provincia de Morona Santiago, las precipitaciones medias anuales oscilan entre 2500 a 4000 mm distribuidas durante todo el año (Rodríguez, Berdayán, Rojas, & Calle, 1991). La temperatura anual promedio en la mayoría de la provincia oscila entre 18 y 28 °C (Guamán & Minga, 2016). Las precipitaciones medias anuales varían desde un mínimo de 1250 a un máximo de 5000 mm, la humedad relativa es evidentemente superior al 90%. Dado que no existe reposo del ciclo vegetativo, la vegetación es una selva Semper Virens (Gardi, y otros, 2014).

La Finca “Don Angelito” está ubicada a una altura de 810 msnm, en la parroquia Huambi perteneciente al Cantón Sucúa posicionada al Sureste de la Región Oriental, perteneciente a la provincia de Morona Santiago, limita al Norte y Este con el Cantón Morona, al Sur con el Cantón Logroño y Santiago y al Oeste con la provincia de Cañar y Azuay.

Figura 1: Mapa del Área de estudio “Finca Don Angelito”



Fuente: Autores

Trabajo de campo y laboratorio

Para definir los puntos de monitoreo necesarios para nuestra investigación, se realizó mediante un muestreo sistemático, utilizando el programa Arc Gis 10.4, en el cual se estableció realizar diez puntos de muestreo para una área de 0.013354 km².

Los sitios de muestreo se georreferenciaron utilizando un GPS Garmin Etrex 10, las muestras se conservaron en bolsas herméticas correctamente rotuladas. Las muestras colectadas se transportaron al laboratorio de Química de la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo Sede Morona Santiago.

Para la determinación del pH, se la realizó mediante el método potenciométrico en solución agua/suelo, utilizando el potenciómetro (PHYWE Cobra 4). Los resultados del análisis de laboratorio se almacenaron en una hoja de cálculo electrónico de Windows (Microsoft Excel), para integrar la base de datos georreferenciada.

Tabla 1: Valores obtenidos de pH para cada muestra de suelo

MUESTRAS	pH
PM1	6
PM2	5,84
PM3	5,73
PM4	5,59
PM5	5,65
PM6	5,75
PM7	5,82
PM8	5,78
PM9	5,98
PM10	5,73

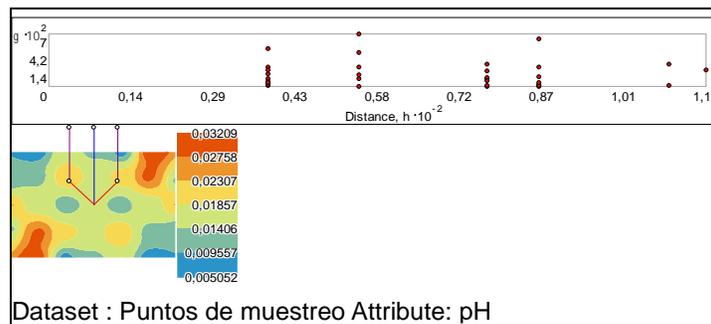
Fuente: Autores

Métodos de interpolación espacial

Se utilizó la matriz de datos georreferenciados de los valores de pH para desarrollar un proceso de interpolación espacial, con el método: Kriging ordinario (KO). Este método de interpolación se realizó mediante el sistema geoestadístico ArcGIS 10.4. La interpolación con el método KO permite convertir los datos de la variable de estudio (en este caso pH) en superficies continuas (Burrough & McDonnell, 1998).

Los valores de pH se interpolaron con base en KO, con la finalidad de obtener superficies continuas de valores. Para esto se obtuvo el variograma de los datos que es la herramienta básica del método KO y se utiliza para modelar la correlación espacial entre observaciones (Czaplewski, Reich, & Bechtold, 1994). La variación espacial definida por el variograma se modeló para estimar los valores de pH en los sitios que no se muestrearon.

Figura 2: Semivariograma

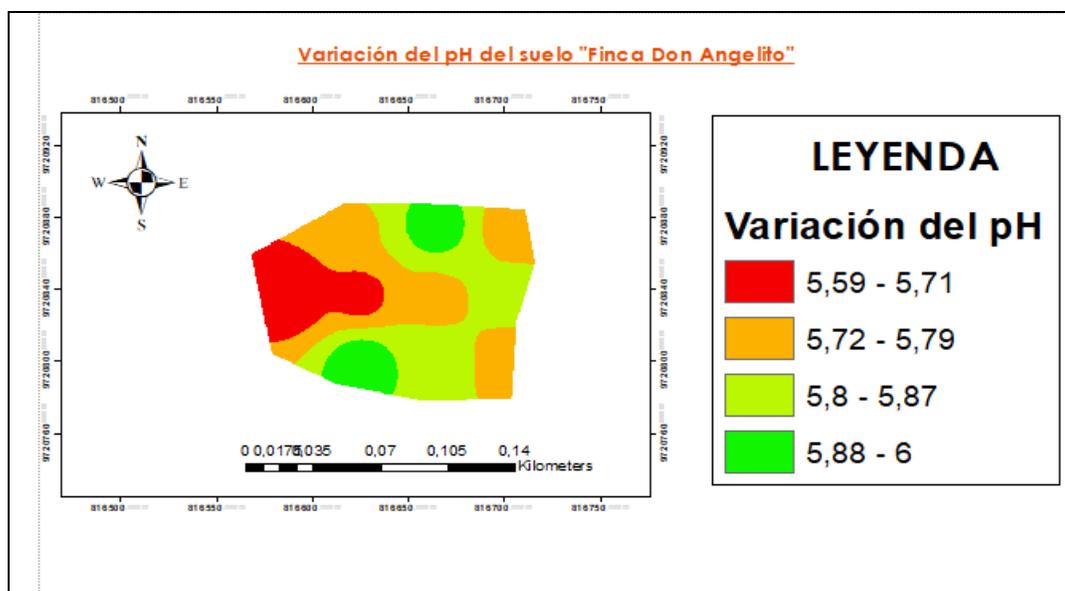


Fuente: Autores

Generación de la imagen ráster de valores de pH

Los parámetros del modelo de interpolación se utilizaron para generar una imagen ráster del pH en el módulo de análisis de superficie. A partir de la imagen ráster y por medio del mismo SIG, se realizó el análisis de la variación espacial del pH en el área de la Finca “Don Angelito”, para determinar la acidez o alcalinidad de los suelos del área de estudio con la clasificación propuesta por Moreno-Dahme (González, y otros, 1996): a) extremadamente ácido. Representa un valor de pH del suelo inferior a 4.2, condición que inhibe el desarrollo radical, por lo que la presencia de cultivos es prácticamente imposible, b) fuertemente ácido. Valor de pH del suelo entre 4.2 y 5.5, el cual permite el desarrollo radical de una gama estrecha de especies de cultivo que se desarrollan en suelos con tendencia ácida, c) moderadamente ácido. PH de 5.6 a 6.5 que representa una condición de suelo que permite el uso agrícola, considerando la implementación de una gama más o menos amplia de cultivos con preferencia de suelos de tendencia ácida, d) neutro. PH con valor de 6.6 a 7.3 que equivale a una condición del suelo que permite el desarrollo de una amplia gama de cultivos, e) moderadamente alcalino. Valores de pH que van de 7.4 a 8.3, que se traduce en suelos que permiten el desarrollo de cultivos con tendencia alcalina, y f) fuertemente alcalino. PH mayor que 8.3, lo cual restringe al cultivo de un estrecho grupo especies con preferencia evidente hacia los suelos alcalinos.

Figura 3: Distribución del pH en el suelo de la Finca “Don Angelito”



Fuente: Autores

Resultados y discusión

PH del suelo

De acuerdo con los valores de pH del suelo obtenidos en los muestreos de campo, se apreció que en promedio el pH en el área de estudio es de 5,79, con una desviación estándar de 0,13. Los valores más bajo y alto fueron 5,59 y 6, respectivamente

Tabla 2: Estadística descriptiva del pH de las 10 muestras de suelo

pH	
Media	5,79
Error típico	0,04
Mediana	5,77
Moda	5,73
Desviación estándar	0,13
Varianza de la muestra	0,02
Curtosis	-0,26
Coefficiente de asimetría	0,4
Rango	0,41
Mínimo	5,59
Máximo	6
Suma	57,9
Cuenta	10

Fuente: Autores

De las 10 muestras se observó la condición moderadamente ácida, con valores entre 5,59 y 6; en términos generales, los suelos de la región Huambi del Cantón Sucúa son moderadamente ácidos.

Tabla 3: Clasificación del pH para cada muestra de suelo

MUESTRAS	pH	CLASIFICACIÓN
PM1	6	Moderadamente ácido
PM2	5,84	Moderadamente ácido
PM3	5,73	Moderadamente ácido
PM4	5,59	Moderadamente ácido
PM5	5,65	Moderadamente ácido
PM6	5,75	Moderadamente ácido
PM7	5,82	Moderadamente ácido
PM8	5,78	Moderadamente ácido
PM9	5,98	Moderadamente ácido
PM10	5,73	Moderadamente ácido

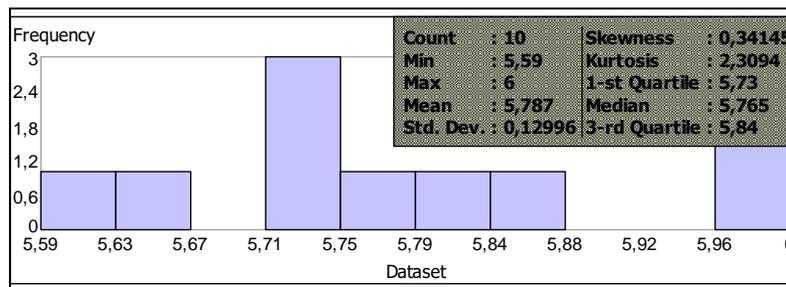
Fuente: Autores

Variación espacial del pH

En el proceso de análisis de la distribución espacial, al interpolar los valores de pH con el método KO y generó la imagen ráster de los valores de pH del área de estudio. En ella se aprecia la distribución espacial de los puntos de muestreo dentro de la zona de estudio, la condición de acidez en los suelos de Huambi “Finca Don Angelito” se ubica en moderadamente ácido.

La distribución espacial de la desviación estándar del pH en el área interpolada se representa en fajas concéntricas de dispersión. Con base en la información obtenida las estimaciones de pH están en el rango de desviación estándar de 0,13. Esto implica que las estimaciones tienen una precisión alta.

Figura 4: Histograma



Fuente: Autores

Los niveles de acidez determinados en el presente estudio podrán variar en los años siguientes debidos a los manejos que reciban los suelos. Sin embargo, la delimitación obtenida de las dos condiciones resultantes (moderadamente ácido) de la acidez del suelo, difícilmente podrá cambiar en el futuro cercano.

Conclusiones

El muestreo sistemático es una herramienta adecuada para evaluar la variabilidad espacial de pH en una unidad de suelo, en la que inciden varios factores que modifican los valores de esta variable, como la aplicación de fertilizantes y mejoradores, el tipo de cultivo y la época del año en que se realice el muestreo. El uso de mapas de estimación mediante el método kriging ordinario permite, de manera confiable, representar cartográficamente e interpolar el pH del suelo. El estudio identificó que en los 10 puntos donde se tomaron las muestras, el variable pH

del suelo presentó variación de 5,59 a 6 en la finca estudiada. En el cual el 100% de las muestras se mantuvieron en la clasificación de moderadamente ácidos.

Referencias

1. Benton, J. J. (2003). *Agronomic handbook. Management of crops, soils, and their fertility.* CRC PRESS, 540.
2. Burrough, P. A., & McDonnell, R. (1998). *Principles of geographical information systems.* Clarendon Press Oxford, 337.
3. Chávez, F. (2011). *Determinación multielemental de macro y micronutrientes catiónicos en suelos por espectroscopía de emisión por acoplamiento de plasma inductivo y detección óptica ICP-OES.* Pontificia Universidad Católica del Ecuador, 131.
4. Colmet-Daage, F., de, K. C., Delaune, M., G., S., Gautheyrou, J., Gautheyrou, M., . . . Koukoui, M. (1967). *Caractéristiques de quelques sols d'Equateur dérivés de cendres volcaniques. 3e de quelques sols des régions tropicales chaudes et tempérées froides d'altitude.* Cahiers ORSTOM, 495-560.
5. Czaplewski, R. L., Reich, R. M., & Bechtold, W. A. (1994). *Spatial autocorrelation in growth of undisturbed natural pine stand across Georgia.* *For. Sci.*, 314-328.
6. Gardi, C., Angelini, M., Barceló, S., Comerma, J., Cruz Gaistardo, C., Encina Rojas, A., . . . Vargas, R. (2014). *Atlas de suelos de América Latina y el Caribe.* Comisión Europea/Oficina de Publicaciones de la Unión Europea, 176.
7. González, A. I., Ruiz, C. J., López, A. J., Mena, H. L., Martínez, P. R., Camarena, B. J., . . . Villa, H. R. (1996). *Diagnóstico del potencial agroecológico para caña de azúcar en áreas de ampliación del Ingenio de Puga, en el estado de Nayarit.* INIFAP-CIRPAC, 86.
8. Guamán, C., & Minga, M. (2016). *Determinación del Sistema Constructivo que se Adapte de Mejor Manera, Para Climas Cálido-Húmedo.* Universidad de Cuenca, 245.
9. Noni, G. d., & Trujillo, G. (1985). *Erosion and conservation of volcanic ash soil in the highlands of Ecuador.* *Sociedad chilena de la Ciencia del Suelo*, 263-274.
10. Prasad, R., & Power, J. F. (1997). *Soil fertility management for sustainable agriculture.* Lewis Publishers, 356.
11. Rodríguez, F., Berdayán, L., Rojas, C., & Calle, C. (1991). *Los suelos de la Región del Amazonas según unidades fisiográficas.* SISAGRO, 95.

12. Takahashi, T., & Shoji, S. (2002). Distribution and classification of volcanic ash soils. *Global Environmental Research*, 83–97.

References

1. Benton, J. J. (2003). *Agronomic handbook. Management of crops, soils, and their fertility.* CRC PRESS, 540.
2. Burrough, P. A., & McDonnell, R. (1998). *Principles of geographical information systems.* Claredon Press Oxford, 337.
3. Chávez, F. (2011). *Multielemental determination of macro and cationic micronutrients in soils by inductive plasma coupling emission spectroscopy and optical detection ICP-OES.* Pontifical Catholic University of Ecuador, 131.
4. Colmet-Daage, F., de, K. C., Delaune, M., G., S., Gautheyrou, J., Gautheyrou, M., . . . Koukoui, M. (1967). *Features of quelques sols d'Equateur dérivés de cendres volcaniques. 3e of quelques sols des régions tropiques chaudes et tempérées froide d'altitude.* Cahiers ORSTOM, 495-560.
5. Czaplewski, R. L., Reich, R. M., & Bechtold, W. A. (1994). *Spatial autocorrelation in growth of undisturbed natural pine stand across Georgia.* *Fort. Sci*, 314-328.
6. Gardi, C., Angelini, M., Barceló, S., Comerma, J., Cruz Gaistardo, C., Encina Rojas, A., . . . Vargas, R. (2014). *Soil Atlas of Latin America and the Caribbean.* European Commission / Publications Office of the European Union, 176.
7. González, A. I., Ruiz, C. J., López, A. J., Mena, H. L., Martínez, P. R., Camarena, B. J., . . . Villa, H. R. (1996). *Diagnosis of the agro-ecological potential for sugarcane in areas of expansion of the Ingenio de Puga, in the state of Nayarit.* INIFAP-CIRPAC, 86.
8. Guamán, C., & Minga, M. (2016). *Determination of the Construction System that Best Adapts, For Warm-Humid Climates.* University of Cuenca, 245.
9. Noni, G. d., & Trujillo, G. (1985). *Erosion and conservation of volcanic ash soil in the highlands of Ecuador.* *Chilean Society of Soil Science*, 263-274.
10. Prasad, R., & Power, J. F. (1997). *Soil fertility management for sustainable agriculture.* Lewis Publishers, 356.
11. Rodríguez, F., Berdayán, L., Rojas, C., & Calle, C. (1991). *The soils of the Amazon Region according to physiographic units.* SISAGRO, 95.

12. Takahashi, T., & Shoji, S. (2002). Distribution and classification of volcanic ash soils. *Global Environmental Research*, 83–97.

Referências

1. Benton, J.J. (2003). Manual agronômico. Manejo de culturas, solos e sua fertilidade. CRC PRESS, 540.
2. Burrough, P. A. & McDonnell, R. (1998). Princípios dos sistemas de informação geográfica. Claredon Press Oxford, p. 337.
3. Chávez, F. (2011). Determinação multielementar de micronutrientes macro e catiônicos em solos por espectroscopia de emissão de acoplamento indutivo por plasma e detecção óptica ICP-OES. Pontifícia Universidade Católica do Equador, 131.
4. Colmet-Daage, F., de, K. C., Delaune, M., G., S., Gautheyrou, J. Gautheyrou, M., . . . Koukoui, M. (1967). Características dos quelques sols d'Equateur derivados de cendres vulcaniques. 3e de quelques sols des régions tropical chaudes and tempérées froide d'altitude Cahiers ORSTOM, 495-560.
5. Czaplewski, R.L., Reich, R.M., & Bechtold, W. A. (1994). Autocorrelação espacial no crescimento de pinheiros naturais não perturbados na Geórgia. *Fort. Sei*, 314-328.
6. Gardi, C., Angelini, M., Barceló, S., Comerma, J., Cruz Gaistardo, C., Encina Rojas, A., . . . Vargas, R. (2014). Atlas de solos da América Latina e Caribe. Comissão Europeia / Serviço das Publicações da União Europeia, 176.
7. González, A. I., Ruiz, C. J., López, A. J., Mena, H. L., Martínez, P. R., Camarena, B. J., . . . Villa, H.R. (1996). Diagnóstico do potencial agroecológico da cana-de-açúcar em áreas de expansão do Ingenio de Puga, no estado de Nayarit. *INIFAP-CIRPAC*, 86.
8. Guamán, C., & Minga, M. (2016). Determinação do sistema de construção que melhor se adapta, para climas úmidos e quentes. Universidade de Cuenca, 245.
9. Noni, G. D., & Trujillo, G. (1985). Erosão e conservação do solo de cinzas vulcânicas no planalto do Equador. *Sociedade Chilena de Ciência do Solo*, 263-274.
10. Prasad, R., & Power, J.F. (1997). Manejo da fertilidade do solo para agricultura sustentável. Lewis Publishers, p.
11. Rodríguez, F., Berdayán, L., Rojas, C. e Calle, C. (1991). Os solos da região amazônica segundo unidades fisiográficas. *SISAGRO*, 95.

12. Takahashi, T., & Shoji, S. (2002). Distribuição e classificação de solos de cinzas vulcânicas. *Pesquisa Ambiental Global*, 83-97.

©2019 por los autores. Este artículo es de acceso abierto y distribuido según los términos y condiciones de la licencia Creative Commons Atribución-NoComercial-CompartirIgual 4.0 Internacional (CC BY-NC-SA 4.0) (<https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/>).