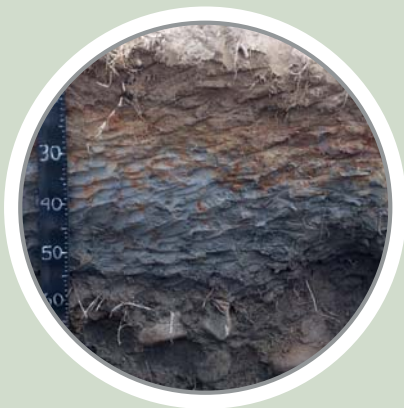
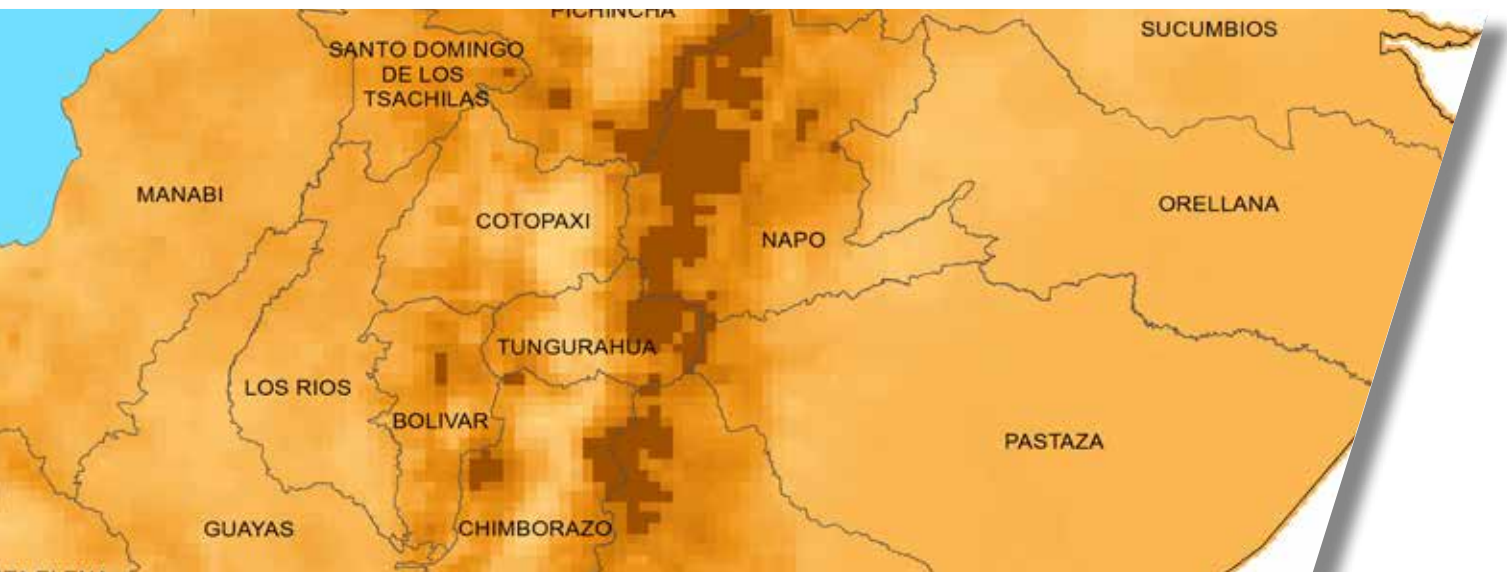




Mapeo Digital de Carbono Orgánico en los Suelos





Mapeo Digital de Carbono Orgánico en los Suelos del Ecuador

Memoria técnica

**Quito, Ecuador
2018**

Ministerio de Agricultura y Ganadería

Coordinación General del Sistema de Información Nacional – CGSIN.

Dirección de Investigación y Generación de Datos Multisectoriales – DIGDM.

Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura - FAO

Proyecto

Mapeo Digital de Carbono Orgánico en los Suelos del Ecuador dentro del Proyecto Regional TCP/RLA/3613 (D): “Desarrollo de Capacidades en información de suelos para el manejo sostenible de los recursos naturales en los países de América del Sur.

John Preissing, Ph. D

Representante de la FAO en Ecuador

Mgs. Rubén Ernesto Flores Agreda

Ministro de Agricultura y Ganadería

Mgs. Gustavo Mateo Cuesta Rugel

Coordinador General del Sistema de Información Nacional

Ing. Fredy Patricio Novillo Silva

Director de Investigación y Generación de Datos Multisectoriales

Equipo técnico desarrollador del estudio

Ing. Verónica Loayza de la Torre, M. Sc

Líder del Proyecto

Punto Focal Nacional del Pilar 4, Información y Datos, Alianza Mundial por el Suelo

Unidad de Suelos DIGDM-CGSIN-MAG

nloayza@mag.gob.ec

Ing. Wilmer Jiménez Merino

Punto Focal Nacional del Pilar 1, Gestión del Suelo, Alianza Mundial por el Suelo

Unidad de Suelos DIGDM-CGSIN-MAG

wjimenez@mag.gob.ec

Diseño, edición y diagramación

Dirección de Evaluación, Control y Difusión de la Información de la CGSIN.

Cita de referencia:

MAG & FAO (2018). Mapeo Digital de Carbono Orgánico en los Suelos del Ecuador. Memoria técnica. Ministerio de Agricultura y Ganadería del Ecuador - Coordinación General del Sistema de Información Nacional, Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. Quito, Ecuador.

RESUMEN

El mapa de carbono orgánico del suelo de Ecuador, como resultado del proyecto regional de cooperación de Capacitación de Mapeo de Suelos de la FAO en el marco de la Alianza Regional por los Suelos, indicó que el Mapa Global de Carbono Orgánico de Suelos (GSOCmap, por sus siglas en inglés) tuvo como objetivo cuantificar la captura de carbono dentro del suelo, lo que permite evitar la emisión de los principales gases de efecto invernadero como metano (CH₄) y dióxido de carbono (CO₂). Este insumo representa el contenido de carbono orgánico o stock a 30 centímetros de profundidad del suelo en los últimos años y permite hacer un seguimiento detallado al contenido de carbono orgánico. El Mapa Global de Carbono Orgánico en el Suelo (GSOCmap) no es solo un mapa. También es un proceso de consulta y participación que involucró a 110 países. Proporciona a los usuarios información muy útil para monitorear las condiciones del suelo, identificar áreas degradadas, establecer objetivos de restauración, explorar potenciales de secuestro de SOC, respaldar los informes de emisiones de gases de efecto invernadero bajo la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (CMNUCC) y tomar decisiones basadas en evidencia para mitigar y adaptarse a un clima cambiante. Además del impacto ambiental, la captura de carbono en los suelos puede tener efectos económicos y sociales; gracias al incremento en la productividad de los suelos, que impacta en la seguridad alimentaria. Ambientalmente, también se espera que esta medida ayude a prevenir o disminuir la degradación del suelo. Se ha considerado a los suelos como un sumidero de carbono (pool), debido a la capacidad que tienen para almacenar este elemento en forma orgánica (1 500 Pg a 1 m de profundidad y 2 456 Pg a 2 m de profundidad) e inorgánica (1 700 Pg), la cual sobrepasa considerablemente la que presentan la vegetación (650 Pg) y la atmósfera (750 Pg) (International Geosphere Biosphere Program, IGBP, 1998). Sin embargo, para lograr que el carbono se acumule en los suelos, es necesario implementar medidas de manejo adecuadas para ello. Generar el mapa del contenido de carbono orgánico del suelo a una profundidad de 30 cm tiene por objeto cuantificar y determinar el estado del suelo como instrumento de fomento para las políticas públicas que gestiona el Ministerio de Agricultura y Ganadería y en aquellas que pueda ser utilizado dentro de las negociaciones internacionales de bonos de carbono.

SUMMARY

The organic carbon map of Ecuador's soil, as a result of the FAO Regional Soil Mapping Training Cooperation project in the framework of the Regional Soil Alliance, indicated that the Soil Organic Carbon Map (GSOCmap) was to quantify the carbon capture within the soil, which allows to avoid the emission of the main greenhouse gases such as methane (CH₄) and carbon dioxide (CO₂). This input represents the content of organic carbon or stock at 30 centimeters of soil depth in recent years and allows a detailed monitoring of organic carbon content. The Global Map of Organic Soil Carbon (GSOCmap) is not just a map. It is also a process of consultation and participation that involved 110 countries. It provides users with very useful information to monitor soil conditions, identify degraded areas, establish restoration objectives, explore SOC sequestration potentials, support greenhouse gas emissions reporting under the UN Framework Convention on Climate Change (UNFCCC) and make evidence-based decisions to mitigate and adapt to a changing climate. In addition to the environmental impact, carbon sequestration in soils can have economic and social effects; thanks to the increase in soil productivity, which impacts on food security. Environmentally, it is also expected that this measure will help prevent or reduce soil degradation. The soils have been considered as a carbon sink (pool), due to the capacity they have to store this element in organic form (1 500 Pg at 1 m depth and 2456 Pg at 2 m depth) and inorganic (1 700 Pg), which considerably surpasses that presented by vegetation (650 Pg) and atmosphere (750 Pg) (International Geosphere Biosphere Program, IGBP, 1998). However, in order for carbon to accumulate in soils, it is necessary to implement adequate management measures to do so. Generating the map of the organic carbon content of the soil at a depth of 30 cm is intended to quantify and determine the state of the soil as an instrument of promotion for public policies managed by the Ministry of Agriculture and Livestock and those that can be used within of international carbon bond negotiations.

CONTENIDO	Página
1. INTRODUCCIÓN.....	1
2. METODOLOGÍA.....	3
2.1. Zona de estudio.....	3
2.2. Insumos utilizados.....	3
2.3. Desarrollo.....	4
3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	5
4. CONCLUSIONES.....	8
5. RECOMENDACIONES.....	9
6. REFERENCIAS.....	9



1. INTRODUCCIÓN

El suelo es el producto de la interacción de varios factores; tales como: el clima, los organismos (incluido el ser humano), el relieve, los materiales parentales y el tiempo de la edafogénesis. En otras palabras, hay que aprender a ver el suelo como un elemento síntesis de la naturaleza que refleja en sí la acción del medio, los cambios climáticos pasados, la evolución de los paisajes, la historia de los fenómenos glaciales, volcánicos, tectónicos y lógicamente la acción del hombre en las diferentes etapas de su desarrollo socio-cultural y tecnológico (Cortés, 2004). Los suelos funcionales desempeñan un papel clave en el abastecimiento de agua limpia y en la resiliencia ante las inundaciones y sequías.

Dentro de los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS), el Objetivo 15 sobre Vida de Ecosistemas Terrestres, apartado 15.3 ambiciona al 2030 “luchar contra la desertificación, rehabilitar las tierras y los suelos degradados, incluidas las tierras afectadas por la desertificación, la sequía y las inundaciones, y procurar lograr un mundo con efecto neutro en la degradación de las tierras”.

La degradación del suelo se refiere a la disminución de su capacidad de producción o de cumplir con sus funciones ambientales (Lal, 1993; Lal et al., 2012), lo cual implica cambios en las propiedades del mismo, que afectan negativamente los ciclos biogeoquímicos y en general el funcionamiento de los ecosistemas; por ello, es importante mantener las propiedades físicas adecuadas en los suelos: potencial de hidrógeno (pH), materia orgánica (MO), densidad aparente (Da), drenaje, permeabilidad así como su capacidad de almacenamiento de agua que actúa sobre su capacidad amortiguadora que incide directamente en la absorción de agua proveniente de las precipitaciones y las retiene durante períodos secos. Los suelos sanos con una elevada cantidad de materia orgánica y arcilla, tiene mayor capacidad para eliminar contaminantes del agua dentro del mismo suelo.

La pérdida de materia orgánica trae como consecuencia la disminución de la actividad biológica y de las poblaciones de micro, meso, macroflora; esto, tiene efectos negativos sobre las propiedades físicas y químicas de los suelos.

Adicionalmente, la mineralización de la materia orgánica (paso de formas orgánicas a minerales) genera CO₂ (principal gas de efecto invernadero) y nitrato con potencial contaminante de las aguas superficiales y profundas.

Una de las funciones ecosistémicas del suelo está relacionada con su capacidad como sumidero de carbono, el suelo presenta mayor capacidad para capturar carbono de la atmósfera de lo que capturan los bosques y los océanos. Al quitarle la cobertura vegetal, modificar su estructura por el laboreo intensivo y desarrollar actividades pecuarias o agrícolas sin un manejo adecuado, el suelo puede degradarse y convertirse en un emisor de gases de efecto invernadero. Esto alerta que, el uso inadecuado del suelo en Ecuador induce al calentamiento global. Se libera carbono a la atmósfera cuando se tala un bosque para dar paso a cultivos o ganado, o cuando se somete un suelo a procesos de labranza, ganadería intensiva y no se aplican prácticas de manejo adecuadas, el contenido de carbono se va perdiendo, así como su capacidad productiva, llegando a su degradación.

El carbono orgánico en el suelo (COS) y la biodiversidad de los suelos son comúnmente vinculados a las tres dimensiones de la seguridad alimentaria: incremento de la disponibilidad de alimentos, la restauración de la productividad en suelos degradados y la resiliencia de los sistemas de producción de alimentos. El papel del COS y la biodiversidad del suelo en el incremento de la disponibilidad de alimentos están estrechamente ligados; además, su aumento es generalmente benéfico para la producción agrícola y la disminución en ambos

casos es igualmente perjudicial para los cultivos. El concepto de calidad del suelo se viene utilizando como una forma de medir y monitorear su estado y como una herramienta para la toma de decisiones referentes a su preservación, restauración y uso sostenible.

La calidad del suelo se ha definido como la capacidad que tiene este componente para funcionar dentro de los límites de los ecosistemas para mantener la productividad biológica, conservar la calidad ambiental, promover la salud de plantas y animales (Doran y Parkin, 1994), así como, para mantener la resiliencia de los sistemas socioecológicos. Según Bouma (2002) la capacidad de funcionamiento del suelo depende no solo de factores climáticos, sino de su manejo.

El Comité Técnico Intergubernamental (ITPS por sus siglas en inglés) de la Alianza Global de Suelos, desarrolló el Mapa Global de Carbono Orgánico en los Suelos (GSOCmap) para finales de 2017, en apoyo del indicador del ODS 15.3.1. La calidad de la información sobre el carbono en el suelo a nivel mundial sigue siendo limitada, debido a que gran parte de la información nacional existente aún no ha sido compartida.

Se necesita una visión global precisa y confiable del carbono orgánico en el suelo (SOC) bajo diferentes convenciones de la ONU, como la Convención de las Naciones Unidas sobre Cambio Climático y Desertificación (CNUCLD), pero especialmente como parte de los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS). La CMNUCC entró en vigor el 21 de marzo de 1994. Hoy en día cuenta con un número de miembros que la hace casi universal. Las denominadas «Partes en la Convención» son las 197 Partes que la han ratificado.

La Convención reconoce que es un documento «marco», es decir, un texto que debe enmendarse o desarrollarse con el tiempo para que los esfuerzos frente al calentamiento atmosférico y el cambio climático puedan orientarse mejor y ser más eficaces. La primera adición al tratado, el Protocolo de Kyoto fue aprobado en 1997. Asimismo, el Acuerdo de París está apoyado por la Agenda de Acción Lima-París (LPAA, por sus siglas en inglés), tiene por objeto mostrar los compromisos y las asociaciones de ciudades, regiones, empresas y organizaciones de la sociedad civil, a menudo con los gobiernos, mediante las que se reducen las emisiones de gases de efecto invernadero y se construye resiliencia contra el cambio climático.

A nivel nacional, estos datos pueden utilizarse como referencia para estimar las reservas de carbono del suelo, con el objetivo de refinar los inventarios nacionales de gases de efecto invernadero y evaluar la sensibilidad de los suelos a la degradación y al cambio climático. El mapa mundial del carbono del suelo que incluye el mapa de carbono de Ecuador, consiste en mapas nacionales de SOC, desarrollados como cuadrículas de suelo de 1 km, que cubren una profundidad de 0-30 cm. Las fórmulas para calcular las reservas nacionales de carbono en el suelo siguen la guía de buenas prácticas del Panel Internacional sobre Cambio Climático (IPCC 2006).

Generar el mapa del contenido de carbono orgánico del suelo a una profundidad de 30 cm tuvo por objeto cuantificar y determinar el estado del suelo como instrumento de fomento para las políticas públicas que gestiona el Ministerio de Agricultura y Ganadería.

2. METODOLOGÍA

Este estudio generó un mapa combinando de métodos de mapeo digital de suelos (DSM, por sus siglas en inglés) de última generación, que incluyen estadísticas espaciales, geomorfometría y conocimiento del suelo basado en el criterio de expertos en el tema, aplicando la metodología Soil Organic Carbon Mapping CookBook, elaborada por la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO, por sus siglas en inglés).

El DSM del carbono orgánico del suelo (SOC) consistió en un trabajo que fue dirigido por especialistas de la FAO a los expertos nacionales de los países de la región, con el mandato de generar información de suelos a nivel nacional. Cada experto nacional fue responsable de identificar y obtener la mejor información disponible sobre SOC. Este proceso implicó la armonización y recopilación de datos de información heredada del suelo, que en muchos países se distribuye en diferentes instituciones y / o escalas y años.

En el caso de Ecuador, la Coordinación General del Sistema de Información Nacional (CGSIN) del Ministerio de Agricultura y Ganadería (MAG) ha compilado en su repositorio la información oficial de suelos desde el año 1982 hasta el 2016 de los diferentes proyectos generados mediante convenio con el MAG y que son los únicos con los que el país cuenta.

La información digital del suelo que respalda el mapa de existencias de SOC a nivel mundial incluyó un total de 39 364 observaciones de SOC, que no se distribuyeron por igual en todos los países. En el caso del Ecuador se utilizó la información de 12 924 perfiles de suelos. Las herramientas de interpolación Kriging, Random Forest y Support Vector Machine, fueron los métodos del DSM elegidos para predecir y mapear las existencias de SOC en cada país.

La validación cruzada de este enfoque específico de país mostró una raíz cuadrática media de errores que varió entre 0.5 a 5.4 kg m⁻² (de 0 a 30 cm). Estos mapas específicos de cada país se crearon en mosaico para generar el mapa de stock regional del SOC. El método de interpolación que mejor resultado reportó para Ecuador fue el método geoestadístico Kriging.

2.1. Zona de estudio

El mapa de carbono orgánico del Ecuador comprende información de las cuatro regiones del país: costa, sierra, oriente y región insular.

2.2. Insumos utilizados

Los insumos principalmente utilizados para el desarrollo del presente estudio fueron: (1) datos geopedológicos de 12 924 perfiles de suelos de profundidad dentro de los 30 cm de las siguientes variables: densidad aparente (g.cm⁻³), materia orgánica (%) y/o carbono orgánico (%), fragmentos gruesos (%) y clase textural.

Esta información proviene de los datos del proyecto de “Generación de Geoinformación para la Gestión del Territorio a Nivel Nacional a escala 1:25 000” (Instituto Espacial Ecuatoriano, IEE, et al., 2015), y del proyecto de “Levantamiento de Cartografía Temática escala 1:25 000, lote 1 y 2” (Ministerio de Agricultura, Ganadería, Acuicultura y Pesca, MAGAP, 2015; MAGAP et al., 2016).

En cuanto a la ausencia de datos de alguna de estas variables, se utilizó modelos de regresión a partir de los datos existentes. En el caso de la densidad aparente se procedió a aplicar el método de Grigal et.al (1989), a través de la siguiente fórmula: $BD: 0,669 + 0,941 * e^{(-0,06 * MO)}$.

En ausencia de datos de materia orgánica o de carbono orgánico inexistentes, para el caso de la MO se aplicó el factor de conversión de Van Bemmelen 1,724 para horizontes no orgánicos, y el factor de Nelson & Sommers de 1,9 a 2,5 para horizontes orgánico Determinación de MO en horizontes orgánicos con la siguiente fórmula: $MO = 1,9 * CO$, y en el caso de los horizontes inorgánicos por medio de: $MO = 1,724 * CO$. Para el caso en el que no se contó con los datos de CO se procedió a aplicar el siguiente cálculo para horizontes inorgánicos: $CO = MO / 1,724$, y/o el siguiente cálculo en caso de los horizontes orgánicos: $CO = MO / 1,9$.

Las características de los órdenes de suelo a nivel de subgrupo a escala 1: 25 000 clasificados según el Soil Survey 2006, USDA, se emplearon para evaluar las características físicas de los suelos y con ello, complementar e inferir los datos inexistentes en caso de la pedregosidad. Para estandarizar la profundidad a los 30 cm, estimar y rellenar la información faltante de los perfiles del suelo dentro de esta profundidad, se recurrió a aplicar la herramienta spline tool.

2.3. Desarrollo

Como se muestra en la Figura 1, el estudio comprendió tres fases: (1) preparación de datos, que consistió en la recopilación, armonización, análisis y estructuración de la base de datos locales con las variables en interés; (2) capacitación sobre el “Mapeo Digital de Suelos –Determinación de carbono en los suelos” mediante el “Soil Organic Carbon Mapping Cookbook” por FAO en cooperación con el Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria de Argentina (INTA) desarrollado en la ciudad de Montevideo-Uruguay.

Se capacitó a expertos nacionales en suelos de Ecuador, Perú, Bolivia, Colombia, Paraguay, Uruguay, Venezuela y Chile, para la generación por país del mapa de carbono orgánico mediante el software Rstudio, el cual consiste en un lenguaje estadístico de programación de alto nivel, que utiliza datos tipo vector y raster y se integra fácilmente a programas GIS, SAGA GIS, QGIS, entre otros; (3) generación de la base de datos completa nacional para Ecuador, utilizándose solo de 12 924 de 13 821 perfiles de suelos, de estos, se obtuvo información dentro de los 30 cm mediante la herramienta spline tool.

En esta fase se realizó el ajuste en la base de datos, preparación y generación de covariables: bioclimáticas, geológicas, tipos de clima, geomorfológicos, órdenes de suelos, uso y cobertura de la tierra y ecosistemas para Ecuador. Con estos insumos se procesó la información mediante el software geoestadístico R con su interfaz RStudio y aplicando las herramientas de interpolación espacial de Rkriging, se obtuvo un modelo de regresión lineal que predice un valor medio del contenido de carbono en los suelos, obteniéndose el mapa. Asimismo, se realizó el mapa de incertidumbre, con ello se puede estimar donde el carbono funciona como sumidero o fuente de carbono. Obtenidos los resultados se realizó la validación con la FAO y entrega del mapa final para su publicación en el Global Soil Organic Carbon Map (GSOCmap) de FAO, disponible en: <http://54.229.242.119/apps/GSOCmap.html>

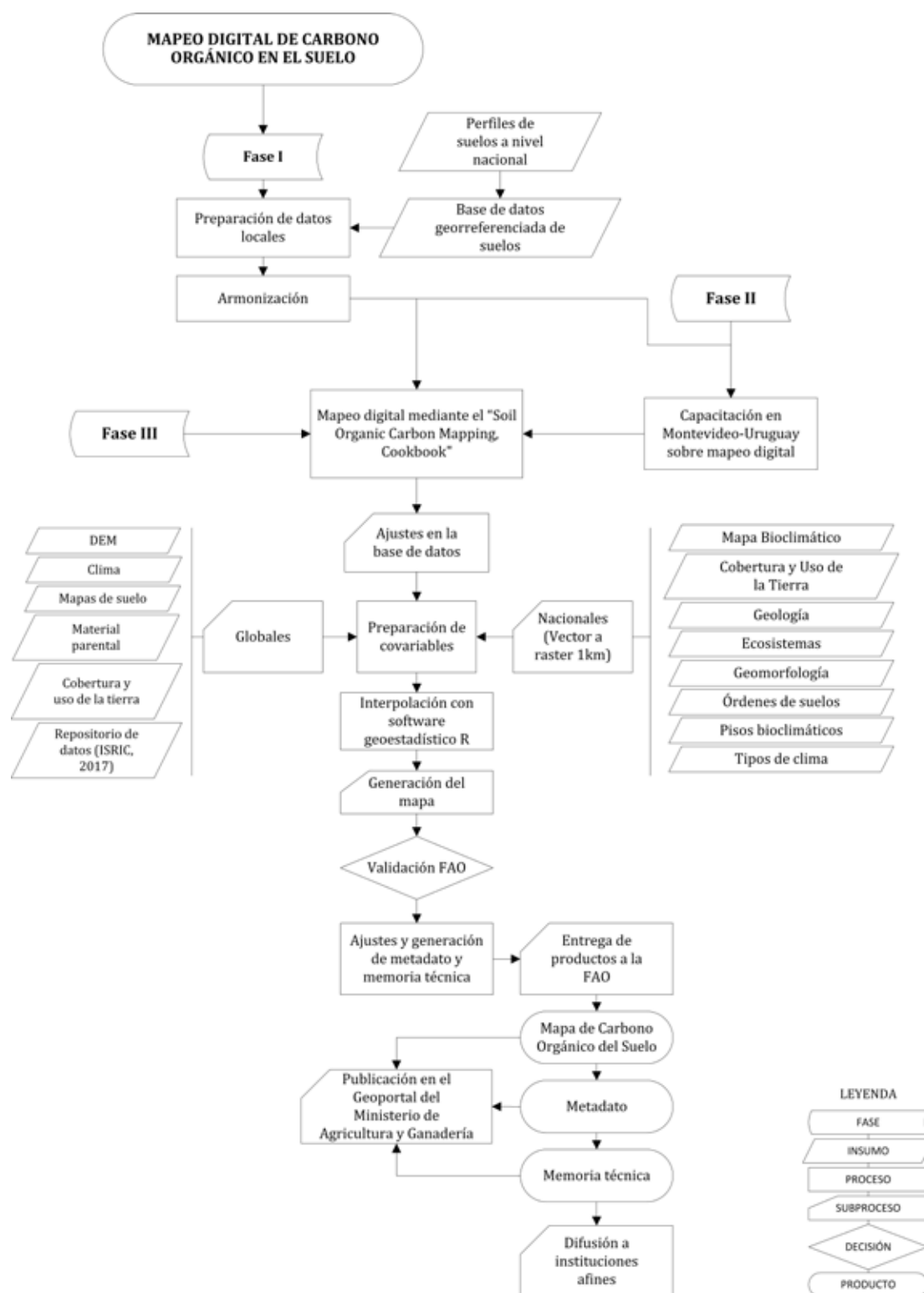


Figura 1. Diagrama del proceso metodológico

3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El estudio reportó que el contenido más bajo de carbono orgánico en los suelos del Ecuador fluctúa entre 10 t/ha y se localizan principalmente en la región costera, amazónica e insular; en tanto que, el mayor contenido de carbono alcanza los 255 t/ha presentes en ciertas zonas de la región sierra (Figura 2).

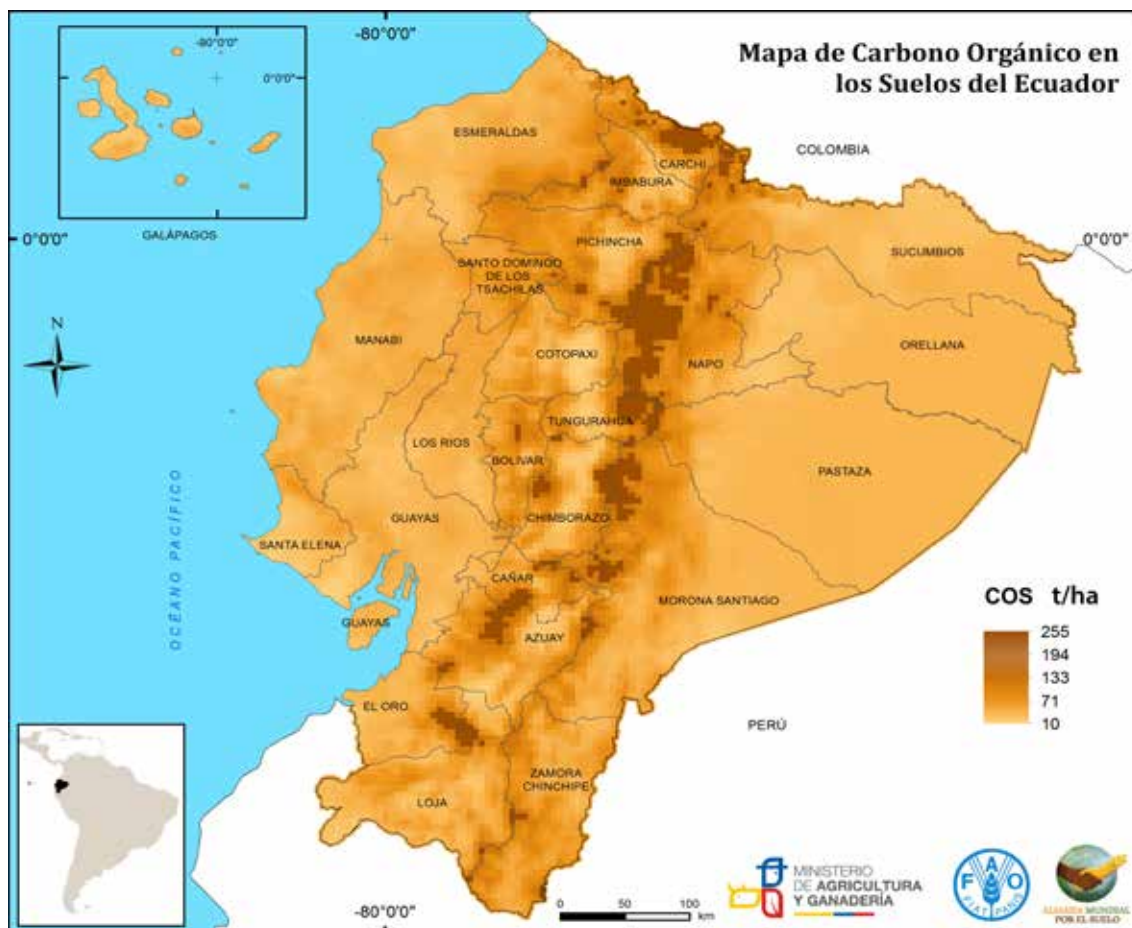


Figura 2. Mapa de carbono orgánico en los suelos del Ecuador, 2018

La relación que existe entre el contenido de carbono orgánico en los suelos, se considera por una parte que está asociada a las características intrínsecas de cada suelo según sus propiedades físico-químicas y por otra parte al estado y manejo del suelo. La relación suelo-planta dada por la cobertura y uso de la tierra, fue otra covariable analizada en este estudio.

En función de los resultados obtenidos a partir de este estudio sobre el stock de carbono y presentados en la figura 2, se analizó, la relación que existe entre el bajo contenido de materia orgánica y/o carbono y las zonas en las cuales se registra degradación química y física de los suelos (Figura 3) correspondientes a los resultados obtenidos del desarrollo de la metodología LADA-WOCAT dentro del proyecto de Manejo Sostenible de la Tierra (MST) realizado por el Ministerio de Ambiente (MAE, 2017) con la cooperación técnica de la CGSIN y otras instituciones afines del país.

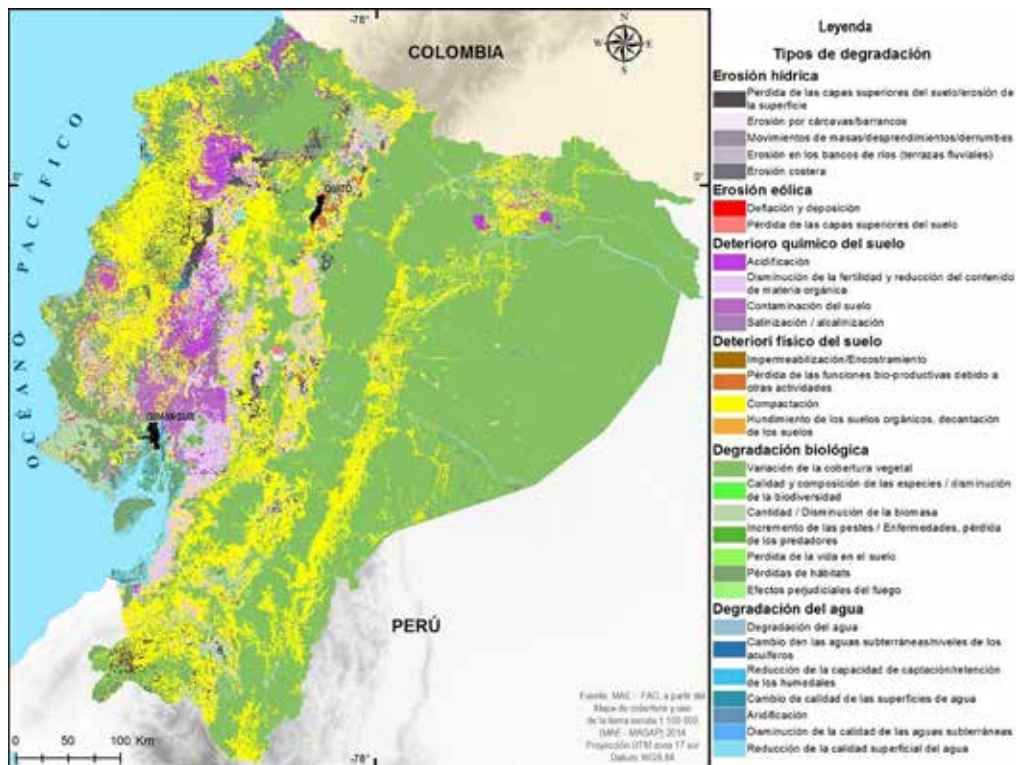


Figura 3. Mapa de los Tipos de Degradación de la Tierra en Ecuador. (Fuente: Documento de Evaluación Nacional de Degradación de la Tierra mediante Metodología LADA WOCAT. FAO-MAE. 2017).

La relación que existe entre el contenido de carbono orgánico en los suelos, se considera por una parte que está asociada a las características intrínsecas de cada suelo según sus propiedades físico-químicas y por otra parte al estado y manejo del suelo. La relación suelo-planta dada por la cobertura y uso de la tierra, fue otra covariable analizada en este estudio.

En función de los resultados obtenidos a partir de este estudio sobre el stock de carbono y presentados en la Figura 2, se analizó, la relación que existe entre el bajo contenido de materia orgánica y/o carbono y las zonas en las cuales se registra degradación química y física de los suelos (Figura 3), correspondientes a los resultados obtenidos del desarrollo de la metodología LADA-WOCAT dentro del proyecto de Manejo Sostenible de la Tierra (MST) realizado por el Ministerio del Ambiente (MAE, 2017) con la cooperación técnica de la CGSIN y otras instituciones afines del país.

Como referencia, se observa en la Figura 4, los resultados obtenidos en el proyecto de Manejo Sostenible de la Tierra (MST) se aprecia que existen actualmente en el país grandes superficies degradadas de tipo químico, físico y biológico; esta degradación se asocia al bajo contenido de carbono calculado en t/ha (Figura 2), producto de los resultados que arrojó este estudio. La pérdida de la materia orgánica y la disminución de la fertilidad, junto con la pérdida de las capas superiores del suelo, entre otros aspectos, inducen a la degradación biológica que conlleva a la pérdida de la vida y biodiversidad en el suelo.

En la Tabla 1, se observa que el deterioro químico del suelo por disminución de fertilidad y descenso del contenido de materia orgánica, representa el porcentaje más alto a nivel de la superficie del Ecuador en cuanto a la degradación inducida por la reducción y/o pérdida de materia orgánica y/o carbón orgánico en los suelos.

Tabla 1. Deterioro físico y químico del suelo en el Ecuador

Degradación		Porcentaje de la superficie en el Ecuador continental	Porcentaje de la extensión degradada (media ponderada) Grandes tipos
Grandes tipos	Subtipos		
Deterioro físico del suelo	Deterioro físico del suelo	0.15	30.00
	Compactación	20.50	59.00
	Pérdida de las funciones bioproductivas debido a otras actividades	0.28	71.30
Subtotal		20.93	
Deterioro químico del suelo	Acidificación	2.75	50.40
	Contaminación del suelo	1.40	46.70
	Disminución de la fertilidad y reducción del contenido de la materia orgánica	8.46	33.70
	Erosión en los bancos de ríos (terrazas fluviales)	0.07	8.20
	Erosión por cárcavas/barrancos	0.05	100.00
	Pérdida de las capas superiores del suelo/erosión de la superficie	1.93	26.20
Subtotal		12.60	

Fuente: Documento de Evaluación Nacional de Degradación de la Tierra mediante Metodología LADA WOCAT. FAO MAE. 2017.

4. CONCLUSIONES

Los datos, mapas, así como el conocimiento del suelo, resultante de esta iniciativa por parte del Global Soil Partnership (GSP) permitirán a los usuarios, mejorar el desarrollo de los sistemas de información agroclimática, edáficos vinculados directamente al incremento de la producción agropecuaria.

La información generada de este estudio, será subida al Sistema de Información de Suelos para América Latina y el Caribe (SISLAC) apoyado por el GSP; y en el caso del Ecuador, será difundida además en el geoportal del Ministerio de Agricultura y Ganadería (MAG).

El apoyo y asistencia técnica recibida por parte de la FAO ha contribuido al desarrollo de capacidades en información de suelos en los países de la región, lo cual, sin duda, alimenta y fortalece el proceso en información de suelos mediante técnicas y estrategias analíticas para generar información de carbono orgánico en los suelos (SOC) de forma precisa y actualizada. La metodología aquí desarrollada no solo se limita a la determinación de carbono orgánico en el suelo, sino que incita a la investigación de otros elementos de interés en vista de que este mecanismo de mapeo digital de suelos puede ser empleado para el estudio de otros elementos.

El resultado del mapa del contenido de carbono en los suelos, plasma la distribución del carbono orgánico y evidencia que las zonas que contienen mayor concentración se localizan en la región andina precisamente en sitios donde existe sobrecarga pecuaria y agrícola. “Los

mejores suelos están donde se concentra el desarrollo, un común denominador en los 65 países miembros de la Alianza Mundial del Suelo de la FAO.

Este estudio es un instrumento para modelar la formulación de políticas públicas sobre la gestión el recurso suelo y su impacto en los servicios ambientales. Los países de la región y Ecuador requieren de una política ágil, consecuente y sólida que permita una producción sostenible de los suelos sin inducir a la degradación de este recurso invaluable.

5. RECOMENDACIONES

El equipo técnico desarrollador de este estudio, recomienda utilizar los resultados como una línea base útil para identificar, escanear el estado actual de los suelos, y, ejecutar con ello, una gestión adecuada sobre este recurso en cuanto a los ámbitos de conservación, ambiente y producción.

Se recomienda su actualización temporal y monitoreo en el período de tres años, pues como se ha mencionado, el contenido de carbono en los suelos está sujeto al cambio de uso del suelo, deforestación y manejo del mismo.

6. REFERENCIAS

Bouma, J. 2002. Land quality indicators of sustainable land management across scales. *Agriculture Ecosystems and Environment* 88, 129-136.

Cortés Lombana, A. 2004. Suelos Colombianos. Una mirada desde la academia. Colección de estudios ambientales. Universidad de Bogotá Jorge Tadeo Lozano.

Doran, J.W. y Parkin, B.T. 1994. Defining Soil Quality for a Sustainable Environment. Soil Science Society of America, Inc. Special Publication. Number 35. Madison, Wisconsin, USA.

IGBP, (1988). The International Geosphere–Biosphere Programme: A study of global change. A Plan for Action. Stockholm, Sweden. 4: 200.

FAO. 2018. Soil Organic Carbon Mapping Cookbook. Food and Agriculture Organization of the United Nations. Roma, Italia. 163 p.

Lal, R. 1993. Soil degradation, soil quality and soil resilience. *Soil Tillage Res.* 29:1-8.

MAGAP, IEE. 2015. Gestión del Territorio a Nivel Nacional a escala 1:25 000 y Proyecto de “Levantamiento de Cartografía Temática escala 1:25 000, lote 1 y 2. Ministerio de Agricultura, Ganadería, Acuacultura y Pesca; Instituto Espacial Ecuatoriano. Quito, Ecuador.

Soil Survey Staff. 1993. Soil survey manual. Soil Conservation Service. U.S. Department of Agriculture Handbook 18.

El Ministerio de Agricultura y Ganadería, a través de la Coordinación General del Sistema de Información Nacional (CGSIN), tiene como objeto proveer información confiable, oportuna y estructurada al sector público como privado para la toma de decisiones que aporten a la consecución de un mayor bienestar para todos los actores del sector agroproductivo.

La Coordinación levanta, analiza y difunde información de variables estructurales (información geográfica) y sobre variables conyunturales.