

## Efecto de diferentes coberturas sobre la calidad de un Inseptisol. Serranía de los Yariguíes (Colombia)

### Effect of different coverages on the quality of an Inseptisol Serranía de los Yariguíes (Colombia)

### Efeito de coberturas diferentes na qualidade de um Inseptisol. Serranía de los Yariguíes (Colômbia)

Paulina Vergara

Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia, Grupo de Investigación Sistemática Biológica (SisBio), Avenida Central del Norte, Tunja, Boyacá, Colombia. Correo electrónico: paulina.vergara@uptc.edu.co

#### Resumen

Se realizó un estudio exploratorio con el objetivo de evaluar el efecto de las coberturas de bosque fragmentado, vegetación secundaria, pastos arbolados y pastos limpios en algunas propiedades fisicoquímicas de un Inceptisol en el predio Golconda ubicado en el Parque Nacional Natural de los Yariguíes (Santander - Colombia). Se tomaron muestras de suelo para cada cobertura, las cuales fueron procesadas en el laboratorio de suelos de la Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia. Asimismo, se realizó un análisis estadístico de componentes principales. Los resultados muestran que la varianza total de los datos se explica en un 82% de la información analizada representada por los componentes principales 1 y 2. Además, se identificaron las coberturas con mayor intervención agropecuaria, como son los pastos arbolados y limpios, las cuales presentaron menores contenidos de nutrientes en comparación con las otras coberturas de estudio. Por lo tanto, se hace necesario evaluar los cambios que suceden en las propiedades edafológicas de diferentes coberturas, para de esta forma plantear medidas de gestión ambiental, restauración y conservación de ecosistemas degradados.

**Palabras clave:** cambio de uso del suelo, conservación de recursos, manejo del suelo, ecosistemas.

---

Recibido el 23-01-2019 • Aceptado el 02-08-2019.

\*Autor de correspondencia. Correo electrónico: paulina.vergara@uptc.co

## Abstract

An exploratory study was carried out with the objective of evaluating the effect of the fragmented forest cover, secondary vegetation, wooded pastures and clean pastures in some physicochemical properties of an Inceptisol in the Golconda site located in the National Natural Park of the Yariguíes (Santander - Colombia). Soil samples were taken for each cover, which were processed in the soil laboratory of the Pedagogical and Technological University of Colombia. Also, a statistical analysis of main components was carried out. The results show that the total variance of the data is explained in 82% of the analyzed information represented by principal components 1 and 2. Likewise, the coverages with the greatest agricultural intervention were identified, such as wooded and clean grasses, which presented lower nutrient contents in comparison with the other study coverages. Therefore, it is necessary to evaluate the changes that occur in the edaphological properties of different coverages, in order to propose measures for environmental management, restoration and conservation of degraded ecosystems.

**Keywords:** land use change, resource conservation, soil management, ecosystems.

## Resumo

Um estudo exploratório foi realizado com o objetivo de avaliar ou difundir cobertura florestal fragmentada, vegetação secundária, pastagens cultivadas em árvores e pastas calcárias em algumas propriedades físico-químicas dos sólidos do Parque Nacional Inarissolos da Golconda localizado no Parque Nacional dos Yariguíes (Santander - Colômbia). As amostras de solo foram tomadas para cada cobertura, que foram processados no solo laboratório de Pedagógico e Universidade Tecnológica da Colômbia. Além disso, foi realizada uma análise estatística dos principais componentes. Os resultados mostram que a variância total dos dados é explicada em 82% das informações analisadas representadas por componentes principais 1 e 2. Do mesmo modo, foram identificados como cobertura de mais intervenção agrícola, são pastos e bosques limpos, que tinham teores inferiores de nutrientes em comparação com outro estudo coberturas. Portanto, as alterações que ocorrem nas propriedades do solo de cobertura diferente é necessária para avaliar, para aumentar assim as medidas de gestão ambientais, restauração e manutenção de ecossistemas degradados.

**Palavras-chave:** mudança no uso da terra, conservação de recursos, manejo do solo, ecossistemas.

## Introducción

Las formas en que los bosques contribuyen al bienestar humano son particularmente variadas y de amplio alcance (FAO, 2016). Desempeñan una función fundamental en la lucha contra la pobreza rural, el logro de la seguridad alimentaria y medios de subsistencia decente (SCDB, 2009; FAO, 2012). Asimismo, ofrecen oportunidades para el crecimiento y proveen servicios ecosistémicos de importancia como el aire y el agua, la conservación de la biodiversidad y la mitigación de los efectos del cambio climático (FAO, 2015).

En las últimas décadas, el hombre ha aumentado las áreas destinadas al pastoreo del ganado en sistemas de ganadería extensiva, provocando deforestación y deterioro de los ecosistemas naturales (Armenteras y Rodríguez, 2014). Durante el proceso de transformación y simplificación de bosques hacia monocultivos de pasto, se han afectado y reducido organismos y procesos básicos para el funcionamiento del sistema productivo y el ecosistema (Zuluaga *et al.*, 2011; Garciglia, 2014).

En 1990 la cobertura boscosa en Colombia era de 64.442.269 ha, es decir, el 56,5 % del territorio nacional. Para 2010 la superficie de cobertura boscosa total había descendido a 59.021.810 ha (García, 2014). En consecuencia, se deben esperar cambios en las propiedades del suelo cuando un ecosistema es reemplazado por otro (Milles, 1985; Singh *et al.*, 1985; Hernández *et al.*, 2017). La alteración de las condiciones

## Introduction

The ways in which forests contribute to human well-being are particularly varied and wide-ranging (FAO, 2016). They play a key role in the fight against rural poverty, the achievement of food security and decent livelihoods (SCBD, 2009, FAO, 2012). They also offer opportunities for growth and provide important ecosystem services such as air and water, conservation of biodiversity and mitigation of the effects of climate change (FAO, 2015).

In recent decades, man has increased areas for livestock grazing in extensive livestock systems, causing deforestation and deterioration of natural ecosystems (Armenteras and Rodríguez, 2014). During the process of transformation and simplification of forests towards grass monocultures, basic organisms and processes for the functioning of the productive system and the ecosystem have been affected and reduced (Zuluaga *et al.*, 2011, Garciglia, 2014).

In 1990, the forest cover in Colombia was 64,442,269 ha that is 56.5 % of the national territory. By 2010, the area of total forest cover had fallen to 59,021,810 ha (García, 2014). Consequently, changes in soil properties should be expected when one ecosystem is replaced by another (Milles, 1985, Singh *et al.*, 1985, Hernández *et al.*, 2017). The alteration of the original conditions under which the soils have been formed, either by natural or anthropogenic causes, cause changes or modifications in their energy and water balance that

originales bajo las cuales se han formado los suelos, ya sea por causas naturales o antropogénicas, originan cambios o modificaciones en su balance energético e hídrico que afectan su dinámica interna y sus propiedades (López y Estrada, 2015).

En la Serranía de los Yariguíes las actividades productivas como la ganadería, la agricultura, junto con la deforestación por tala y la ampliación de la frontera agropecuaria han impactado los ecosistemas presentes en las áreas naturales protegidas de los Yariguíes (Santander), (Díaz 2008). El presente artículo tuvo como objetivo evaluar algunas propiedades fisicoquímicas de un Inceptisol con diferentes coberturas en el predio Golconda.

## Material y métodos

**Descripción del área de estudio.** El estudio se realizó en un Inceptisol (IGAC, 2003), en el predio Golconda ubicado en la Serranía de los Yariguíes del departamento de Santander), específicamente en el municipio del Hato, vereda Hoya Negra (Figura 1). La temperatura varía desde los 12 hasta los 18 °C, con una precipitación promedio anual de 1939 mm (EOT, 2002).

**Metodología de muestreo.** Se tomó una muestra de suelo para cada cobertura vegetal (Bosque fragmentado, vegetación secundaria, pastos arbolados y pastos limpios) (IDEAM, 2010). En cada una de las coberturas se montó una parcela Whittaker (Vallejo *et al.*, 2005) de 50 x 20 m, en las cuales se selecciona tres

affect their internal dynamics and their properties (López and Estrada, 2015).

In the Serranía de los Yariguíes, productive activities such as cattle ranching, agriculture, along with deforestation due to logging and the expansion of the agricultural frontier have impacted the ecosystems present in the protected natural areas of the Yariguíes (Santander), (Díaz 2008). The objective of this article was to evaluate some physicochemical properties of an Inceptisol with different coverages in the Golconda site.

## Material and methods

**Description of the study area.** The study was carried out in an Inceptisol (IGAC, 2003), at the Golconda site located in the Serranía de los Yariguíes of the department of Santander, specifically in the municipality of El Hato, Hoya Negra district (Figure 1). The temperature varies from 12 to 18 °C, with an annual average precipitation of 1939 mm (EOT, 2002).

**Sampling methodology.** A soil sample was taken for each vegetation cover (fragmented forest, secondary vegetation, wooded pastures and clean pastures) (IDEAM, 2010). In each of the coverings, a Whittaker (Vallejo *et al.*, 2005) plot of 50 x 20 m was assembled, in which three sampling points were selected, taking as a reference sub-plots of 5 x 2 m. The samples were obtained with the use of a hand drill; 1 kg of soil from profile A was collected for each cover at depths of 0-20 cm, which were stored in Ziploc bags, to be transported later

puntos de muestreo, tomando como referencia sub-parcelas de 5 x 2 m. Las muestras se obtuvieron con el empleo un barreno manual; se colectó 1 kg de suelo del perfil A para cada cobertura a profundidades de 0-20 cm, las cuales se guardaron en bolsas con cierre hermético, para posteriormente ser transportadas al laboratorio de suelos en neveras portables, para su secado y análisis.

to the laboratory of floors in portable refrigerators, for drying and analysis.

Soil analysis. Procedure performed in the soil and water diagnostic laboratory at the Pedagogical and Technological University of Colombia. The pH was determined by the 1:1 reaction method (Lince *et al.*, 2015); texture by the Bouyoucos method (Borja *et al.*, 2015); organic matter M.O. (%): by the Walkey Black method (Eyherabide *et al.*, 2014);

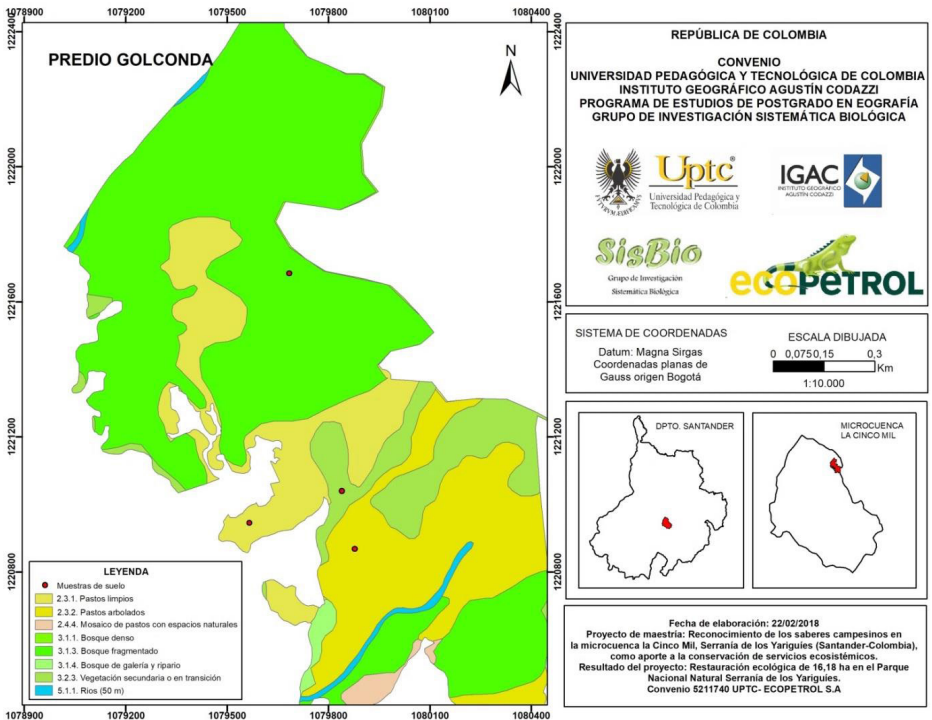


Figura 1. Ubicación del área de estudio.

Figure 1. Location of the study area.

Análisis de suelos. Procedimiento realizado en el laboratorio de diagnóstico en suelos y aguas de la Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia. Se determinó el pH por el método reacción 1:1 (Lince *et al.*, 2015); textura por el método de Bouyoucos (Borja *et al.*, 2015); materia orgánica M.O. (%): por el método de Walkey Black (Eyherabide *et al.*, 2014); fósforo (ppm) por el método de Bray II - colorimetría (Wuenschel *et al.*, 2015); aluminio ( $\text{cmol}^+.\text{kg}^{-1}$ ) método de acidez intercambiable KCl 1N (Bullón y Bullón *et al.*, 2014); calcio, potasio, magnesio y sodio ( $\text{cmol}^+.\text{kg}^{-1}$ ): por el método de extracción con  $\text{NH}_4\text{Ac}$  absorción atómica (Muñoz *et al.* 2016); capacidad de intercambio catiónico efectiva (CICE), se calculó mediante la suma de bases más la acidez intercambiable ( $\text{cmol}^+.\text{kg}^{-1}$ ) (Lupi *et al.*, 2016); hierro, manganeso, cobre y zinc (ppm): por el método de extracción con DTPA - absorción atómica (González *et al.*, 2009) y conductividad eléctrica (CE): por el método de extracto de saturación (Rodríguez y Aramendía, 2015).

Análisis estadístico. Se realizó un análisis multivariado con el software XLSTAT, versión 1 del 2018. Se aplicó el método de componentes principales con rotación de Varimax. Para la selección de los componentes se eligieron los que explican más del 70 % de la varianza total, con factores de carga  $>$  de 0,7 (Marza *et al.*, 2014).

## Resultados y discusión

Propiedades fisicoquímicas de un suelo con diferentes coberturas. En lo concerniente a las propiedades físicas,

phosphorus (ppm) by the Bray II method - colorimetry (Wuenschel *et al.*, 2015); aluminum ( $\text{cmol}^+.\text{kg}^{-1}$ ) interchangeable acidity method KCl 1N (Bullón and Bullón *et al.*, 2014); calcium, potassium, magnesium and sodium ( $\text{cmol}^+.\text{kg}^{-1}$ ): by the extraction method with  $\text{NH}_4\text{Ac}$  atomic absorption (Muñoz *et al.*, 2016); effective cation exchange capacity (CICE), was calculated by adding bases plus interchangeable acidity ( $\text{cmol}^+.\text{kg}^{-1}$ ) (Lupi *et al.*, 2016); iron, manganese, copper and zinc (ppm): by the extraction method with DTPA - atomic absorption (González *et al.*, 2009) and electrical conductivity (CE): by the saturation extract method (Rodríguez and Aramendía, 2015) .

Statistical analysis. A multivariate analysis was performed with the software XLSTAT, version 1 (2018). The principal component method with Varimax rotation was applied. For the selection of the components, those that explain more than 70 % of the total variance were chosen, with load factors  $>$  of 0.7 (Marza *et al.*, 2014).

## Results and Discussion

Physicochemical properties of a soil with different coverages. Concerning the physical properties, the texture of the soil studied is defined as silty loam in the fragmented forest, sandy loam in secondary vegetation and wooded pastures, and loam in clean pastures (Table 1). One limitation of sandy soils is their deficient nutrient storage capacity, as well as their low water retention capacity (Thompson and Troeh, 2009;

la textura del suelo estudiado, se definen como franco limoso en el bosque fragmentado, franco arenoso en la vegetación secundaria y pastos arbolados, y franco en pastos limpios (cuadro 1). Una limitante de los suelos arenosos es su capacidad deficiente de almacenamiento de nutrientes, así como la baja capacidad de retención de agua (Thompson y Troeh, 2009; Orfánus *et al.*, 2014). Por lo tanto, las coberturas con intervención agropecuaria presentan mayor degradación del suelo, pérdida de materia orgánica, nutrientes y de diversidad (Oosterheld, 2008; Mora *et al.*, 2017).

En cuanto a las propiedades químicas es de anotar que el suelo en las cuatro coberturas presenta un pH ácido, menor contenido de materia orgánica en coberturas de pastos arbolados y limpios. El Al, K y CICE fue mayor en las coberturas de bosque fragmentado, vegetación secundaria y pastos limpios, el Ca fue mayor en la vegetación secundaria y pastos arbolados, mientras que el Mg se presentó en mayor concentración en el bosque fragmentado y vegetación secundaria, el Na presentó valores entre 0,01 y 0,03 ( $\text{cmol}^+.\text{kg}^{-1}$ ) en las coberturas. La CICE estuvo determinada principalmente por el contenido de Al presente en el suelo (cuadro 2).

Según, Mosquera y Hurtado (2014), una CICE alta es un indicador de buena fertilidad del suelo, ya que al existir disponibilidad de nutrientes en el suelo de las plantas van a crecer vigorosas con área foliar, van a fotosintetizar el máximo de su potencial y de

Orfánus *et al.*, 2014). Therefore, coverage with agricultural intervention presents greater soil degradation, loss of organic matter, nutrients and diversity (Oosterheld, 2008, Mora *et al.*, 2017).

As for the chemical properties, it should be noted that the soil in the four covers has an acidic pH, lower content of organic matter in covers of wooded and clean pastures. The Al, K and CICE were higher in the cover of fragmented forest, secondary vegetation and clean pastures, Ca was greater in secondary vegetation and wooded pastures, while Mg appeared in greater concentration in fragmented forest and secondary vegetation, The Na presented values between 0.01 and 0.03 ( $\text{cmol}^+.\text{kg}^{-1}$ ) in the coverages. The CICE was mainly determined by the content of Al present in the soil (Table 2).

According to Mosquera and Hurtado (2014), a high CICE is an indicator of good soil fertility, since when there is availability of nutrients in the soil of plants they will grow vigorously with foliar area, they will photosynthesize the maximum of their potential and in this way they capture more carbon in their tissues. Grasslands are characterized by low contents of M.O. nutrients and CICE (Hartemink *et al.*, 2008). Soils with a higher proportion of M.O. have higher CICE (López, 2013, Salcedo *et al.*, 2014).

In smaller elements, the Fe decreased in the coverage with greater anthropogenic intervention (Table 3). In the study carried out by Vásquez *et al.*, (2014), the different forms of Fe and Al present in cultivated soils and in forest areas of the northern

**Cuadro 1. Textura de los suelos estudiados en la Serranía de los Yariguíes.****Table 1. Texture of the soils studied in the Serranía de los Yariguíes.**

Análisis	Unidad	Bosque fragmentado	Vegetación secundaria	Pastos arbolados	Pastos limpios
Arenas	%	39	65	57	45
Limos	%	54	26	26	36
Arcillas	%	7	9	17	19
Textura		Franco limoso	Franco arenoso	Franco arenoso	Franco

esta forma capturan mayor cantidad de carbono en sus tejidos. Los pastizales se caracterizan por bajos contenidos de M.O., nutrientes y CICE (Hartemink *et al.*, 2008). Los suelos con mayor proporción de M.O. registran mayor CICE (López, 2013; Salcedo *et al.*, 2014).

En elementos menores, el Fe disminuye en las coberturas con mayor intervención antropogénica (cuadro 3). En el estudio realizado por Vásquez *et al.*, (2014) se evaluaron las diferentes formas de Fe y Al presentes en suelos cultivados y en áreas de bosque de la zona norte del departamento del Magdalena (Colombia), los cuales fueron mayores en suelos de bosques, en comparación con suelos de cultivo. Los Inceptisoles se caracterizan por niveles elevados de Fe y Al (Grijalva *et al.*, 2004).

Según, Martínez *et al.*, (2008), los suelos que pertenecen al orden de los Inceptisoles ocupan el tercer lugar en acumulación de carbono

part of the department of Magdalena (Colombia) were evaluated, which were higher in soils of forests, compared to farmland. Inceptisols are characterized by high levels of Fe and Al (Grijalva *et al.*, 2004).

According to Martínez *et al.*, (2008), soils belonging to the order of the Inceptisols occupy the third place in accumulation of organic soil carbon (COS). Soil plays an important role in the global cycle of C by acting as a reservoir of C to the atmosphere, depending on the use assigned to it. Studies conducted in Colombia such as those of Orrego *et al.*, (2003), in Inceptisols and Entisols in the department of Antioquia, found that organic carbon in soils of primary forests was higher than in soils of intervened areas.

Soil has become one of the world's most vulnerable resources in the face of climate change, land degradation and loss of biodiversity, as it contains more carbon than the atmosphere



**Cuadro 2. Propiedades químicas en los suelos estudiados en la Serranía de los Yariguíes.****Table 2. Chemical properties in the soils studied in the Serranía de los Yariguíes.**

Análisis	Unidad	Bosque fragmentado	Vegetación secundaria	Pastos arbolados	Pastos limpios
pH	Unidades	3,9	4,27	4,63	4,81
M.O.	%	4,76	6,4	2,65	3,57
P	ppm	1,72	7,95	7,33	7,95
Al	cmol <sup>+</sup> .kg <sup>-1</sup>	8,0	4,8	3,20	4,80
Ca	cmol <sup>+</sup> .kg <sup>-1</sup>	0,38	0,72	0,48	0,33
Mg	cmol <sup>+</sup> .kg <sup>-1</sup>	0,18	0,26	0,13	0,08
K	cmol <sup>+</sup> .kg <sup>-1</sup>	0,13	0,23	0,12	0,15
Na	cmol <sup>+</sup> .kg <sup>-1</sup>	0,03	0,02	0,03	0,01
CICE	cmol <sup>+</sup> .kg <sup>-1</sup>	8,72	6,03	3,96	5,37
CE	dS.m <sup>-1</sup>	0,14	0,21	0,08	0,04

orgánico del suelo. El suelo cumple una importante labor en el ciclo global del C al actuar como reservorio de C hacia la atmósfera, dependiendo del uso que se le asigne. Estudios realizados en Colombia tales como los de Orrego *et al.*, (2003), en Inceptisoles y Entisoles en el departamento de Antioquia, encontraron que el carbono orgánico en suelos de bosques primarios fue superior al de suelos de áreas intervenidas.

El suelo se ha convertido en uno de los recursos más vulnerables del mundo frente al cambio climático, la degradación de la tierra y la pérdida de biodiversidad, ya que contiene más carbono que la atmósfera y la vegetación terrestre en conjunto (FAO,

and terrestrial vegetation as a whole (FAO, 2017; Silva and Díaz, 2018). For all the above, work must be done to keep forest coverings and their soils intact since they store a large amount of carbon (one of the six gases that cause the greenhouse effect). When cutting or burning the forests, this carbon that was stored is free and returns to the atmosphere in the form of carbon dioxide (CO<sub>2</sub>), contributing to climate change.

Main components of soil properties in different coverages

The multivariate analysis reduced the variability of the data to two main components, the properties that were located in CP1 reached 48.53% of variance, while those that were located

### Cuadro 3. Contenido de elementos menores en los suelos estudiados en la Serranía de los Yariguíes.

Table 3. Content of minor elements in the soils studied in Serranía de los Yariguíes.

Análisis	Unidad	Bosque fragmentado	Vegetación secundaria	Pastos arbolados	Pastos limpios
Fe	ppm	189	87,86	79,40	35,46
Mn	ppm	0,87	3	2,89	0,34
Cu	ppm	0,01	0,27	0,37	0,03
Zn	ppm	0,94	0,26	0,02	0,82

2017; Silva y Díaz, 2018). Por todo lo anterior, se debe trabajar por mantener intactas las coberturas de bosque y sus suelos ya que estos almacena gran cantidad de carbono (uno de los seis gases que causan el efecto invernadero). Al talar o quemar los bosques, este carbono que estaba almacenado queda libre y vuelve a la atmósfera en forma de dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>), contribuyendo al cambio climático.

Componentes principales de las propiedades del suelo en diferentes coberturas

El análisis multivariado redujo la variabilidad de los datos a dos componentes principales, las propiedades que se ubicaron en CP1 alcanzaron 48,53% de varianza, mientras que las que se ubicaron en la CP2 solo alcanzaron 35,56% para un total acumulado de 84,09%. En negrilla aparecen señalados los valores de carga mayores de 0,7; en subrayado si son positivos y en itálica si son negativos (cuadro 4).

in the CP2 only reached 35.56 % for a cumulative total of 84.09 %. Bold load values greater than 0.7 are indicated; underlined if they are positive and in italics if they are negative (Table 4).

In the CP1 the positive charges of the sands are associated, Ca, Mn and Cu; the coverings of secondary vegetation and wooded pastures studied had a sandy loam texture; according to Gordillo *et al.* (2004), sandy soils have deficient contents of phosphorus, magnesium, boron, zinc, copper and manganese, medium level of potassium, calcium and sulfur, with a low cation exchange capacity. Whereas in CP2 the relationship between Al and Fe was verified. Clays, pH and P are correlated in negative charges (Table 4), in the study conducted by Ramírez *et al.*, (2010) to evaluate the adsorption of P in an Inceptisol of the Andean region, the results showed that the clay contents and the pH were associated with the maximum adsorption capacity of P.

The main components from the statistical point of view are a tool of

En el CP1 se asocian las cargas positivas de las arenas, Ca, Mn y Cu; las coberturas de vegetación secundaria y pastos arbolados estudiados presentaron textura franco arenosa; según, Gordillo *et al.*, (2004), los suelos arenosos presentan contenidos deficientes de fósforo, magnesio, boro, zinc, cobre y manganeso, nivel medio de potasio, calcio y azufre, con una baja capacidad de intercambio catiónico. Mientras que, en el CP2 se comprobó la relación que existe entre el Al y el Fe. En las cargas negativas se correlacionan las arcillas, pH y P (cuadro 4), en el estudio realizado por Ramírez *et al.*, (2010) para evaluar la adsorción de P en un Inceptisol de la región Andina, los resultados mostraron que los contenidos de arcillas y el pH, se asociaron con la capacidad máxima de adsorción de P.

Los componentes principales desde el punto de vista estadístico, son una herramienta de gran valor para poder seleccionar aquellas propiedades fisicoquímicas indicadoras de la sostenibilidad y calidad del suelo (Ghaemi *et al.*, 2014).

## Conclusiones

Se encontró una estrecha relación entre los suelos con textura arenosa y la presencia de nutrientes como Ca, Mn y Cu en forma escasa en los suelos del predio Golconda, así como la cobertura de bosque fragmentado. Razón por la cual, el Inceptisol presente en la cobertura de bosque fragmentado de la Serranía de los Yariguíes debe ser conservado; ya

great value to be able to select those physicochemical properties indicative of the sustainability and quality of the soil (Ghaemi *et al.*, 2014).

## Conclusions

A close relationship was found between the soils with sandy texture and the presence of nutrients such as Ca, Mn and Cu in scarce form in the soils of the Golconda property, as well as the existence of a greater CICE in the fragmented forest cover. Reason for which, the Inceptisol present in the fragmented forest cover of the Serranía de los Yariguíes must be conserved; since the tree species present are at risk due to the change in land use resulting from anthropic activities. The coverages with greater human intervention, wooded pastures and clean presented the lower fertility in terms of content of macro and micro nutrients.

It is necessary to develop various studies that examine the effects on the physicochemical properties of soils due to the change in vegetation cover and land use in the department of Santander, in order to propose solutions to the impacts that are generated in the soil resource of this region.

## Acknowledgement

To the Pedagogical and Technological University of Colombia, through the Office of the Vice-Rector for Research and Extension, UPTC-ECOPETROL S.A. 5211740 agreement on Ecological.

**Cuadro 4. Matriz de los componentes principales y la varianza total.****Table 4. Matrix of the main components and the total variance.**

Propiedades	Unidades	CP1	CP2
Arenas	%	<b>0,994</b>	-0,107
Limos	%	<b>-0,842</b>	0,539
Arcillas	%	-0,086	<b>-0,996</b>
M.O	%	0,383	<b>0,726</b>
pH	Unidades	0,110	<b>-0,986</b>
P	cmol+.kg <sup>-1</sup>	0,618	<b>-0,719</b>
Al	cmol+.kg <sup>-1</sup>	-0,617	<b>0,772</b>
Ca	cmol+.kg <sup>-1</sup>	<b>0,935</b>	0,328
Mg	cmol+.kg <sup>-1</sup>	0,622	<b>0,771</b>
K	cmol+.kg <sup>-1</sup>	0,678	0,284
Na	cmol+.kg <sup>-1</sup>	0,066	0,497
Fe	ppm	-0,323	<b>0,876</b>
Mn	ppm	<b>0,927</b>	0,081
Cu	ppm	<b>0,853</b>	-0,225
Zn	ppm	<b>-0,859</b>	0,277
	Total	7,280	5,335
Sumas de las saturaciones al cuadrado de la extracción	% de varianza	48,530	35,568
	% acumulado	48,530	84,098

ya que las especies arbóreas presentes se encuentra en riesgo debido al cambio en el uso del suelo producto de actividades antrópicas. Las coberturas con mayor intervención humana, pastos arbolados y limpios

Restoration of 16.18 ha in the Serranía de los Yariguíes National Natural Park.

To the Administrative Department of Science, Technology and Innovation COLCIENCIAS, through the Young

presentaron la menor fertilidad en términos de contenido de macro y micro nutrientes.

Es necesario desarrollar diversos estudios que examinen los efectos sobre las propiedades fisicoquímicas de los suelos por el cambio de la cobertura vegetal y uso del suelo en el departamento de Santander, con el fin de plantear soluciones a los impactos que se generan en el recurso suelo de esta región.

## Agradecimientos

A la Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia, a través de la Vicerrectoría de Investigaciones y Extensión, al Convenio UPTC-ECOPETROL S.A. 5211740 sobre Restauración Ecológica de 16,18 ha en el Parque Nacional Natural Serranía de los Yariguíes.

Al Departamento Administrativo de Ciencia, Tecnología e Innovación COLCIENCIAS, a través de la Becapasantía Jóvenes Investigadores e Innovadores por la paz 2017 y a la Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia, a través de la Vicerrectoría de Investigaciones y Extensión.

## Literatura citada

- Armenteras, D. y N. Rodríguez. 2014. Dinámicas y causas de deforestación en bosques de latino américa: una revisión desde 1990. Colomb. For. 17(2): 233-246. Disponible en: <https://revistas.udistrital.edu.co/ojs/index.php/colfor/article/view/5382>. Fecha de consulta: 5 de febrero de 2018.
- Borja, K., J. Mercado y E. Combatt. 2015. Dispersantes químicos y cuantificación de fracciones texturales

Researchers and Innovators for Peace 2017 internship grant and to the Pedagogical and Technological University of Colombia, through the Office of the Vice-Rector for Research and Extension.

---

## *End Of Version of English*

---

por los métodos Bouyoucos y pipeta. Ac. Ag. 64(4): 308-314. Disponible en: [https://revistas.unal.edu.co/index.php/acta\\_agronomica/article/view/45722](https://revistas.unal.edu.co/index.php/acta_agronomica/article/view/45722). Fecha de consulta: 11 de febrero de 2018.

- Bullón, J. y E. Bullón. 2014. Estudio comparativo de la mineralogía y los coloides arcillosos en suelos de trópicos húmedos. Apunt. Cienc. Soc. 4(2): 222-231. Disponible en: <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=5124768>. Fecha de consulta: 23 de marzo de 2018.
- Díaz, M. 2008. Parque Nacional Natural Serranía de los Yariguíes, Plan de Manejo. Unidad de Parques Nacionales Naturales - Patrimonio Natural Fondo Biodiversidad y Areas Protegidas. Bogotá D.C. Colombia. 114 p. Disponible en: <http://www.parquesnacionales.gov.co/PNN/portel/libreria/pdf/YariguiesPM2009.pdf>. Fecha de consulta: 12 de enero de 2018.
- Eyherabide, M., H. Sainz, P. Barbieri y H. Echeverría. 2014. Comparación de métodos para determinar carbono orgánico en suelo. Ciencia del suelo 32(1): 13-19. Disponible en: <https://ri.conicet.gov.ar/handle/11336/25777> 00100002. Fecha de consulta: 23 de marzo de 2018..
- EOT. 2002. Esquema de Ordenamiento Territorial del municipio del Hato. Alcaldía Municipal del Hato. Santander, Colombia. 282 p. Disponible en: <http://cdim.esap.edu>.

- co/BancoConocimiento/H/hato\_santander\_eot\_2002/hato\_santander\_eot\_2002.asp. Fecha de consulta: 18 de abril de 2018.
- FAO. 2012. Los bosques para una mejor nutrición y seguridad alimentaria. Roma, Italia. 12 p. Disponible en: <http://www.fao.org/forestry/27978-0ddcf7e23b7cc072c0ebcf0bed9099e6f.pdf>. Fecha de consulta: 20 de abril de 2018.
- FAO. 2015. Evaluación de los recursos forestales mundiales 2015 ¿Cómo están cambiando los bosques del mundo?. Roma, Italia. 54 p. Disponible en: <http://www.fao.org/3/a-i4793s.pdf>. Fecha de consulta: 25 de marzo de 2018.
- FAO. 2016. El Estado de los bosques del mundo 2016. Los bosques y la agricultura: desafíos y oportunidades en relación con el uso de la tierra. Roma, Italia. 137 p. Disponible en: <http://www.fao.org/3/a-i5588s.pdf>. Fecha de consulta: 19 de marzo de 2018.
- FAO. 2017. Carbono Orgánico del Suelo: el potencial oculto. Roma, Italia. 90 p. Disponible en: <http://www.fao.org/3/b-i6937s.pdf>. Fecha de consulta: 28 de marzo de 2018.
- García, H. 2014. Deforestación en Colombia: Retos y perspectivas. Fedesarrollo. Bogotá D.C., Colombia. 28 p. Disponible en: <http://www.repository.fedesarrollo.org.co/handle/11445/337>. Fecha de consulta: 7 de abril de 2018.
- Garciglia, R. 2014. Deforestación. Saber Más. (14): 31-32. Disponible en: <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=4761345>. Fecha de consulta: 2 de abril de 2018.
- Ghaemi, M., A. Astaraei, H. Emami, M. NassiriMahallati and S. Sanaeinejad. 2014. Determining soil indicators for soil sustainability assessment using principal component analysis of Astan Quds- east of Mashhad- Iran. J. Soil Sci. Plant Nut. 14(4): 987-1004. Disponible en: <https://scielo.conicyt.cl/pdf/jsspn/v14n4/aop7714.pdf>. Fecha de consulta: 11 de febrero de 2018.
- González, D., P. Almendros y J. Álvarez. 2009. Métodos de análisis de elementos en suelos: disponibilidad y fraccionamiento. An. Quím. 105(3): 205-212. Disponible en: <http://analesdequimica.es/index.php/AnalesQuimica/article/view/792>. Fecha de consulta: 2 de abril de 2018.
- Gordillo, O., G. Fischer y R. Guerrero. 2004. Efecto del riego y de la fertilización sobre la incidencia del rajado en frutos de uchuva (*Physalis peruviana* L.) en la zona de Silvania (Cundinamarca). Agron. colomb. 22(1): 53-62. Disponible en: <https://revistas.unal.edu.co/index.php/agrocol/article/view/17768/18594>. Fecha de consulta: 26 de abril de 2018.
- Grijalva, J., V. Arévalo y H. Wood. 2004. Expansión y trayectorias de la ganadería en la Amazonía: estudio en el Valle de Quijos y Piedemonte, en Selva Alta de Ecuador. Tecnigrava. Quito, Ecuador. 201 p. Fecha de consulta: 14 de abril de 2018.
- Hartemink, A., T. Veldkam and Z. Bai. 2008. Land cover change and soil fertility decline in tropical regions. Turk J Agric For. 32(3): 195-213. Disponible en: <http://library.wur.nl/WebQuery/wurpubs/fulltext/31116>. Fecha de consulta: 1 de mayo de 2018.
- Hernández, A., L. Vera, C. Naveda, G. Cedeño, A. Monserrate, M. Vivar, y R. Venancio. 2017. Variaciones en algunas propiedades del suelo por el cambio de uso de la tierra, en las partes media y baja de la microcuenca Membrillo, Manabí, Ecuador. Cultivos Tropicales. 38 (1): 50-56. Disponible en: <http://scielo.sld.cu/pdf/ctr/v38n1/ctr06117.pdf>. Fecha de consulta: 16 de marzo de 2018.
- IDEAM. 2010. Leyenda Nacional de Coberturas de la Tierra. Metodología Corine Land Cover adaptada para Colombia Escala 1:100.000. Bogotá D.C. Fecha de consulta: 20 de marzo de 2018.
- IGAC. 2003. Instituto Geográfico Agustín Codazzi. Mapa de suelos de Colombia. Escala 1:500 000. Memoria explicativa. Bogotá D.C. Fecha de consulta: 20 de marzo de 2018.

- Lince, L., N. Rodríguez y S. Sadeghian. 2015. Disponibilidad de Ca<sup>2+</sup>, Mg<sup>2+</sup> y K<sup>+</sup> en función de las propiedades del suelo, zona cafetera central de Colombia. RIAA. 6(1): 29-42. Disponible en: <http://hemeroteca.unad.edu.co/index.php/riaa/article/view/1261>. Fecha de consulta: 18 de junio de 2018.
- López, E. 2013. Análisis de fertilidad de suelos en el laboratorio de Química del Recinto de Grecia, Sede de Occidente, Universidad de Costa Rica. InterSedes. 14(29): 6-18. Disponible en: <https://revistas.ucr.ac.cr/index.php/interseeds/article/view/13496/12765>. Fecha de consulta: 26 de marzo de 2018.
- López, M. y H. Estrada. 2015. Propiedades físicas, químicas y biológicas del suelo. Bioagrociencias. 8(1): 3-11. Disponible en: <http://www.ccba.uady.mx/bioagro/V8N1/BC%208.1%20Propiedades%20del%20suelo.pdf>. Fecha de consulta: 16 de enero de 2018.
- Lupi, A., V. Netto, R. Fernández, A. Von Wallis, N. Pahr, R. Martiarena y A. Garau. 2016. Variables edáficas indicadoras de cambios inducidos por sistemas de preparación del terreno. Una aproximación. XXX jornadas forestales de entre ríos. Concordia, Argentina. Disponible en: <http://www.jornadasforestales.com.ar/jornadas/2016/VARIABLES-EDAFICAS-INDICADORAS-DE-CAMBIO.pdf>. Fecha de consulta: 13 de febrero de 2018.
- Martínez, E., J. Fuentes y E. Acevedo. 2008. Carbono orgánico y propiedades del suelo. R.C. Suelo Nutr. Veg. 8 (1): 68-96. Disponible en: <https://scielo.conicyt.cl/pdf/rcsuelo/v8n1/art06.pdf>. Fecha de consulta: 16 de junio de 2018.
- Marza, F., R. Butrón, J. Canelas, B. Huallpa, J. Tenorio, R. Villegas y G. Gutiérrez. 2014. Variabilidad fenotípica de 50 líneas de trigo Adaptadas a Condiciones Semi-Áridas. Revista Científica de Investigación INFO-INIAF. 1(3): 9-10. Disponible en: [http://www.revistasbolivianas.org.bo/scielo.php?pid=S2308-250X2014000100002&script=sci\\_arttext&tlng=es](http://www.revistasbolivianas.org.bo/scielo.php?pid=S2308-250X2014000100002&script=sci_arttext&tlng=es). Fecha de consulta: 22 de mayo de 2018.
- Milles, J. 1985. The pedogenic effects of different species and vegetation types and the implications of succession. J. Soil Sci. 36: 571-584.
- Mora, M., L. Ríos y J. Almarío. 2017. Impacto de la actividad ganadera sobre el suelo en Colombia. Ingeniería y Región. 17: 1-12.
- Mosquera, H. y F. Hurtado. 2014. Diversidad florística arbórea y su relación con el suelo en un bosque pluvial tropical del Chocó Biogeográfico. Rev. Árvore. 38(6): 1123-1132. Disponible en: [http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_)