



# RiUPTC

Repositorio Institucional  
UPTC

[repositorio.uptc@uptc.edu.co](mailto:repositorio.uptc@uptc.edu.co)



## II CONGRESO INTERNACIONAL DE EDUCACIÓN A DISTANCIA

"Pertinencia y Calidad de la Educación a Distancia y Virtual en  
un escenario para la búsqueda de la PAZ"

### 23. APLICACIÓN DE LA GEOESTADÍSTICA EN LA DEFINICIÓN DE LINDEROS EDAFOLÓGICOS A NIVEL DE SERIE DEL CENTRO AGROPECUARIO

**Adriana Bolívar Gamboa**

Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia  
Instituto Geográfico Agustín Codazzi  
[adrianabol@gmail.com](mailto:adrianabol@gmail.com)

#### **Resumen**

El objetivo del levantamiento agrológico realizado en el Centro Agropecuario Marengo perteneciente a la Universidad Nacional de Colombia, fue establecer los componentes taxonómicos presentes a nivel detallado (escala 1:2500) y servir de base para la planificación agrícola y pecuaria de Centro. Este levantamiento se realizó de acuerdo a las especificaciones establecidas por el Instituto Geográfico Agustín Codazzi en la metodología de Levantamientos de suelos (IGAC, 2010), la descripción y la clasificación de las unidades geomorfológicas se basaron en el sistema jerarquizado de ZINCK; en la parte de taxonomía de suelos, se manejaron los criterios establecidos por el Soil Survey Staff, (2014)".

Para la delimitación de las unidades cartográficas de suelos se utilizaron métodos geoestadísticos (kriging) con los cuales se generaron mapas de comportamiento de variables específicas requeridas en el establecimiento de los linderos edafológicos a esta escala de mapeo. En total se delimitaron 15 unidades cartográficas de suelos con sus fases. Esta investigación se encuentra en fase de generación del documento final.

**Palabras claves:** Escala, levantamiento de suelos, geoestadística, edafología, taxonomía.

#### **Abstrac**

The aim of agrolological survey conducted in the Agricultural Center Marengo belonging to the National University of Colombia, was to establish the taxonomic components present a detailed level (scale 1: 2500) and serve as a basis for the agricultural and livestock planning of the center. This survey was conducted according to the specifications established by the Agustín Codazzi institute in the methodology (IGAC, 2010), the description and classification of geomorphological units were based on hierarchical system ZINCK; on the part of soil taxonomy were handled the criteria established by the Soil Survey Staff, (2014). "



## II CONGRESO INTERNACIONAL DE EDUCACIÓN A DISTANCIA

"Pertinencia y Calidad de la Educación a Distancia y Virtual en  
un escenario para la búsqueda de la PAZ"

For the establishment of the soil mapping units were used geostatistical methods (kriging) with which were created behavior maps of specific variables required in the establishing of edafologic boundaries to this mapping escale. This research is in the process of generating the final document.

### **INTRODUCCIÓN**

Las tendencias de la agricultura actual, están orientadas hacia la optimización en el uso de los recursos empleados en su producción: plantas, agua, mano de obra, maquinaria y suelos entre otros, lineamientos que van de la mano con uno de los objetivos estratégicos establecidos por la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura "Aumentar la productividad agrícola de manera sostenible" (FAO, 2013).

De esta manera el presente trabajo de investigación busca ser partícipe de la responsabilidad y aportar de forma práctica y clara al conocimiento del recurso "suelo", componente dinámico en el proceso de producción; es así como en el Centro Agropecuario Marengo (CAM), el cual pertenece a la Universidad Nacional de Colombia, reconocido ampliamente como un área de docencia, investigación, desarrollo y servicio, en el cual se ha localizado este proyecto de investigación, basado en el estudio del componente edafológico a nivel categórico de serie, busca llegar en la clasificación a establecer las diferencias dentro de familia que afecten el uso y manejo del suelo (Soil Survery Staff, 2014).

Este proyecto se basa en la utilización de herramientas tecnológicas como la geoestadística en el levantamiento de suelos, con las cuales se pueda obtener información de los diferentes parámetros edáficos y su distribución en una determinada área, integrando procesos desarrollados en campo y oficina, para obtener la delineación más precisa de la variación edafológica y así garantizar la mayor pureza de las unidades cartográficas de suelos, que la obtenida por los métodos tradicionales de mapeo.

Este proyecto de investigación busca constituirse en parámetro o guía a nivel nacional en el desarrollo de este tipo de levantamientos requeridos por clientes, donde tecnologías como agricultura especifica por sitio (AEPS) y agricultura de precisión, son



## II CONGRESO INTERNACIONAL DE EDUCACIÓN A DISTANCIA

"Pertinencia y Calidad de la Educación a Distancia y Virtual en  
un escenario para la búsqueda de la PAZ"

insumos de gran interés y aporte para el logro de sus objetivos "mayor producción, manejo racional de insumos y protección al medio ambiente" entre otros.

### **METODOLOGÍA**

#### **UBICACIÓN**

Este proyecto de investigación se desarrolló en el Centro Agropecuario Marengo (CAM), perteneciente a la Universidad Nacional de Colombia ubicada en el km. 14 de la carretera central de occidente, sobre la vía que comunica la ciudad de Bogotá con el municipio de Mosquera, a una altitud de 2.543 metros sobre el nivel del mar y 13 grados centígrados de temperatura promedio; el cual cuenta actualmente con 97.4 hectáreas. (UNAL, 2013)

#### **PROCEDIMIENTO**

En el presente trabajo de investigación contemplaron las siguientes fases, establecidas de acuerdo a la metodología de levantamientos agrologicos M40100-01/11 (2011) desarrollada por el Instituto Geográfico Agustín Codazzi.

**Fase Pre-campo:** adquisición de cartografía base, planchas de geología, geomorfología, de la zona, registros climáticos (precipitación, brillo solar, temperatura, evapotranspiración), adquisición de fotografías aéreas de la zona de estudio; revisión de los estudios de suelos existentes de la zona de estudio

- Consolidación de la información de 82 cajuelas descritas durante los años 2011 - 2012. En esta fase se realizó la aplicación de métodos geoestadísticos, análisis de la distribución de los parámetros descritos en las 82 cajuelas estableciendo la siguiente metodología
- Elaboración de la base de datos cajuelas descritas 2011-2012.
- Análisis exploratorio de los datos con el fin de comprobar que la distribución es normal, detectar valores anómalos o extremos
- Generación de semivariogramas y análisis de los mismos, revisión de la distribución de la variables
- Generación del mapa con los sitios de mayor incertidumbre
- Se seleccionaron los sitios con mayor incertidumbre y definieron los sitios de nuevo muestreo (cajuelas).

**Fase Campo 1:** se utilizaron 2 clases de observaciones detalladas y de fase, detalladas: se realizaron en una cajuela de aproximadamente 40-50 cm de lado y 50



## II CONGRESO INTERNACIONAL DE EDUCACIÓN A DISTANCIA

"Pertinencia y Calidad de la Educación a Distancia y Virtual en  
un escenario para la búsqueda de la PAZ"

cm de profundidad; se completó la descripción, mediante una perforación con barreno, desde el fondo de la cajuela, hasta una profundidad de 120 cm o más. En esta clase de observación se reconoció la sección superior del perfil.

### **Fase Post- campo 1**

- Elaboración de la base de datos de las cajuelas descritas, de acuerdo a los sitios con mayor incertidumbre.
- Consolidación de las bases datos de las cajuelas descritas en 2011 - 2012 y las resultantes del nuevo monitoreo
- Con los datos obtenidos y de acuerdo a los factores y procesos dominantes de la zona de estudio. se elaboró la clave de campo, (tabla 1.) para clasificación preliminar de los suelos existentes.

**Análisis de datos:** de acuerdo a la anterior clave se realizó el procesamiento de datos de las cajuelas y se generarán los mapas de distribución de cada parámetro en la zona de estudio, a través métodos de Kriging se realizó la interpolación y se genero el mapa preliminar de suelos. El mapa generado se evaluó y se establecieron las unidades cartográficas de suelo resultantes. En cada unidad cartográfica de suelo obtenida se determinó el sitio para la realización del perfil modal.

**Fase Campo 2:** se realizaron las observaciones de caracterización y de comprobación. Se describieron en forma completa y detallada, las características internas y externas de los suelos, mediante calicatas, en las que se realizó el muestreo de cada uno de los horizontes o capas que componen el suelo descrito. Cada calicata se ubicó en el centro de cada unidad cartográfica de suelo, según la interpolación de las capas generadas con los datos registrados anteriormente.

**Fase Laboratorio:** se realizaron los análisis requeridos según la Soil Survery Staff, en su duodécima edición, para realizar la clasificación del componente taxonómico. Los procedimientos analíticos empleados fueron los descritos en el Manual de Métodos Analíticos del Laboratorio de Suelos (IGAC, 2006).

**Fase final pos campo:** taxonomía de los suelos para la clasificación taxonómica de los suelos identificados en el levantamiento, se utilizó el Sistema Americano (USDA, 2014). La estructura funcional del Sistema Taxonómico está integrada por las categorías orden, suborden, gran grupo, subgrupo, familia y serie. La serie está definida por criterios orientados a aportar la información de las condiciones de suelos utilizados



## II CONGRESO INTERNACIONAL DE EDUCACIÓN A DISTANCIA

"Pertinencia y Calidad de la Educación a Distancia y Virtual en un escenario para la búsqueda de la PAZ"

para el establecimiento de programas de uso y manejo de los suelos en el área del proyecto.

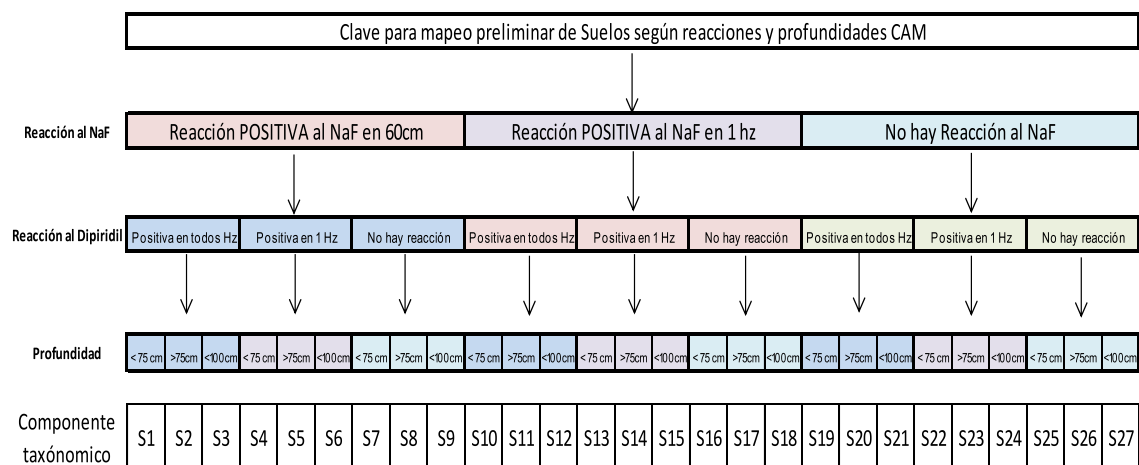
Los criterios que se manejaron para la categoría de familia son:

- La distribución de partículas por tamaño (textura).
- La mineralogía del material edafológico.
- El régimen de temperatura edáfica.
- Actividad de cambio catiónico.

**Elaboración de mapa final y leyenda de estudio de suelos:** con las descripciones de perfiles modales y los resultados de los análisis de suelos reportados por el laboratorio, se definieron los componentes de las UCS. Se ajustaron las líneas de suelos establecidas por la interpolación de las diferentes capas de variables, y con ayuda de herramientas como los modelos digitales de elevación y el conocimiento práctico del edafólogo.

**Generación de la leyenda de suelos:** según formato establecido para tal fin por el Instituto Geográfico Agustín Codazzi en el documento interno Cód. M40100-01/11 Metodología para el levantamiento de suelos.

Tabla 1. Claves para el mapeo de suelos según reacciones de campo y profundidad a la cual se encuentre el Horizonte C (Arcilla) del CAM



Fuente: Napoleón Ordóñez Delgado - Adriana Bolívar gamboa 2013



## **CONCLUSIONES**

Para la delimitación de las unidades cartográficas a escala 1:2500 se utilizaron herramientas geoestadísticas en 2 etapas: 1. Elaboración de observaciones de identificación, proceso de selección de sitios que presentaron la mayor incertidumbre de acuerdo a los datos del primer muestreo y 2. En la generación de mapas de variables específicas con los cuales se mapearon las unidades cartográficas preliminares.

En total se delimitaron 15 unidades cartográficas de suelos con sus fases, de las cuales sus componentes taxonómicos pertenecen a tres órdenes de suelos, inceptisoles en un 59%, molisoles en un 28% y andisoles en un 13% del área. De igual manera se identificaron dos regímenes de humedad ústico y ácuico; este último en un 72% de área, caracterizado por la presencia de nivel freático fluctuante y moteos a través del perfil del suelo; dentro de la categoría de subgrupos se encontraron principalmente intergrados ándicos (48%) y vérticos (9%), esta composición refleja el proceso de depositación que sufrieron los diferentes materiales en el área de estudio.

Las diferenciaciones en la categoría de familia se establecieron de acuerdo a las clases de tamaño de partícula y sus sustitutos, clases por mineralogía, actividad de intercambio catiónico y temperatura del suelo.

En la clase por tamaño de partícula y sus sustitutos se describieron familias francas, franca finas y arcillosas, en los sustitutos se estableció la clase medial. Estas familias se encuentran dentro de la composición del perfil en un 60% de área como contrastantes, descritas como arcillosa sobre franca, franca sobre medial, arcillosa sobre medial y franca sobre arcillosa; en el 25 % del área del Centro Agropecuario se encuentran familias altamente contrastantes conocidas como "aniso" caracterizadas por presentar en su sección control (<87 cm de profundidad) parte de las arcillas lacustres que conforman el horizonte 2Cg.

En la clase de familia por mineralogía se clasificaron dos grupos: mezclada y caolinítica, de acuerdo a los minerales presentes en fracción arcilla. La familia mezclada se encuentra en el 92,3% del área, caracterizada por presentar a través del perfil contenidos de caolinita, materiales no cristalinos, cuarzo, intergrados 2:1 - 2:2, haloisita, micas entre otros, pero sin dominancia de ninguno de ellos;. La clase de familia Caolinítica se encuentra en un 7.7% del área y está relacionada en algunos sectores con los sitios más bajos del área (cubetas),

La clase de familia por actividad de intercambio catiónico se dividió en 3 categorías: semiactiva, activa y superactiva. La capacidad de intercambio catiónico activa se



## II CONGRESO INTERNACIONAL DE EDUCACIÓN A DISTANCIA

"Pertinencia y Calidad de la Educación a Distancia y Virtual en  
un escenario para la búsqueda de la PAZ"

encontró en un 40% del área, y la superactiva en el 2.63 %. En el 26.5% del área se determinó la clase semiactiva, caracterizada por presentar mayores contenidos de caolinita a través del perfil.

La clase por temperatura del suelo se determinó como isomésica debido al promedio de temperatura ambiente la cual se encuentra en los 12.7°C.

Dentro de la clasificación de familias se establecieron fases de acuerdo a las condiciones presentes en los suelos, como capas con resistencia a la penetración, salinidad, sodicidad, y drenaje. Estas fases fueron descritas según mediciones realizadas en campo y/o a datos suministrados por el laboratorio.

### REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- Cruz, C. G. (2009). Evaluación de métodos para la cartografía digital de clases de tierra campesinas. Colegio de posgraduados. Tesis para obtener el grado de Doctor en Ciencias. Montecillo, Texcoco.
- Fadda, G. S. (2013). Clasificación de Suelos. México. Facultad de Agronomía y Zootecnia. Universidad Nacional de Tucumán. 17 p.
- Giraldo, H. R. (2002). Introducción a la Geoestadística: Teoría y Aplicación. Bogotá: Universidad Nacional de Colombia. p.94.
- Henríquez, M. & Vilorio, J. (1999). Número de observaciones para obtener semivariogramas de algunas propiedades de suelo y distancias de muestreo. *Agronomía Tropical*. Vol 49 (1), pp 5-17.
- Instituto Geográfico Agustín Codazzi. (2011). Metodología levantamientos de suelos M40100-01/11. Bogotá: IGAC. 37 p.. (2006). Métodos analíticos del laboratorio de suelos. Bogotá: IGAC. (1997). Guía metodológica para la formulación del plan de ordenamiento territorial municipal. Santa Fe de Bogotá: IGAC. 70 p.
- Jaramillo J.D. F. (2012, julio). Variabilidad espacial del suelo: bases para su estudio. *Revista de la Facultad de Ciencias, Universidad Nacional de Colombia*. V 1 (N°1), pp.73 – 87. ISSN 0121-747X.
- McBratney, B.A., Medonca-Santos, L.M. & Minasny, B. (2003). On digital soil mapping. *Geoderma*, 117, pp 3-52.





## II CONGRESO INTERNACIONAL DE EDUCACIÓN A DISTANCIA

"Pertinencia y Calidad de la Educación a Distancia y Virtual en  
un escenario para la búsqueda de la PAZ"

- Malagón, C. D. (1986). Levantamientos de suelos en Colombia: Importancia, realizaciones y proyectos. *Suelos Ecuatoriales* 16 (1), pp 41-51.
- Matheron, G. (1969). Curso de geoestadística. Traducido al español por Marco A. 2005. Paris. Centro de Geoestadística de la Escuela de Minas de París.
- Ordóñez, N. & Bolívar, A. (2013). Claves para el mapeo de suelos según reacciones de campo y profundidad a la cual se encuentre el Horizonte C, CAM. Instituto Geográfico Agustín Codazzi. Subdirección de Agrología. Sin publicar.
- Organización de las Naciones Unidas para la alimentación y la agricultura FAO, (2013). Nuestros Objetivos Estratégicos. Recuperado de <http://www.fao.org/about/es/>. 4 de Noviembre 2013
- Rossiter, D. G. (2002). Metodologías para el levantamiento del recurso suelo. Holanda. International Institute for Geo-information Science & Earth Observation (ITC).
- Soil Survey Staff, (2014). Claves para la Taxonomía de Suelos. Duodécima Edición. Washington, DC: Departamento de Agricultura de los Estados Unidos. 353 p.
- \_\_\_\_\_. (1993). Soil survey manual. Washington, DC: US Department of Agriculture.
- Trangmar, B.B. Yost, R. S. and Wehara, G. (1985), Application of geostatistics to spatial studies of soil properties. *Advances in agronomy*, Vol 28, pp. 45-94.
- Ulloa, G. M. Vidal, V. E. Ingaramo, O. E. Morales, L. A. & Paz, G. A. (2003). Aplicación de la geoestadística al estudio de las propiedades del suelo. Comunicaciones científicas y tecnológicas. Universidad Nacional del Nordeste. Resumen: A-031.
- Ulloa G. M. (2002). Aplicación de la geoestadística al estudio de la fertilidad de suelo. Tesis Doctoral. Universidad de Coruña. 440 p.
- Universidad Nacional de Colombia . (2013). Marengo. Recuperado de <http://www.marengo.unal.edu.co/>
- Valera, A. Alvarez W. & García, T. (2008, Agosto). Evaluación de los suelos mediante la aplicación de métodos geoestadísticos. *Revista de Ingeniería UC*. Vol. 15, No 2, pp. 61-71.
- Vasqu ez, P. J. R. (2009). Caracterización de la variabilidad espacial de las propiedades físicas y químicas en los suelos de la granja experimental de la universidad del



## **II CONGRESO INTERNACIONAL DE EDUCACIÓN A DISTANCIA**

**"Pertinencia y Calidad de la Educación a Distancia y Virtual en  
un escenario para la búsqueda de la PAZ"**

Magdalena. Universidad nacional de Colombia Sede Palmira convenio  
Universidad del Magdalena, Santa Marta, Colombia.

Zinck, A. (julio-septiembre de 2005). Suelos, información y sociedad. Gaceta ecológica (76), pp 7-22.