

CARACTERIZACIÓN DEL SUELO PARA DETERMINAR EL USO POTENCIAL AGRARIO, CASO DE ESTUDIO EN LA ESCUELA DE DESARROLLO RURAL SOSTENIBLE SAN GERMAN.

Verónica Alexandra Jiménez Gallo¹ ; Rubén Darío David Giraldo¹ ;
Sebastián Montoya Uribe¹

¹Universidad Católica de Oriente, Facultad de Ciencias Agropecuarias.

ABSTRACT

Agrology is a branch of agronomy that allows predicting the productive potential of a soil. The purpose of this study was to apply agrology to a estate, through knowledge of the physical, chemical, topographic, organic properties, and from there to determine its agrarian potential use. To do this, the property was subdivided according to the topographic characteristics, its uses and vegetation, with which seven lots were found, and each one was made a compound physicochemical analysis of the soil, pits were made in each of the lots to describe the profile and taking beveled cylinders to determine apparent density (Dap), real density (Dr) and soil porosity, in addition infiltration curves were taken, and with the information the soil taxonomy was run according to (USDA, 2014). With the study, two types of soils were found, namely: Inceptisol Typic humudepts and Andisol Typic melanudands, which, depending on their composition, slope, etc., present conditions for semi-intensive transitional crops (CTS), semi-intensive permanent crops (CPS), Silvopastoral systems (SPA), Areas for the conservation and / or recovery of nature, recreation (CRE).

Keywords: Agrological classes, Inceptisol, andisol, vocation of use.

RESUMEN

El propósito de este estudio era aplicar la agrología a un predio, mediante el conocimiento de las propiedades físicas, químicas, topográficas, orgánicas, y a partir de allí determinar su uso potencial agrario. Para ello, se loteo o subdividió el predio según las características topográficas, sus usos y la vegetación, con lo cual se encontró seis lotes, y a cada uno se realizó análisis fisicoquímico compuesto del suelo, se realizó calicatas en cada uno de los lotes para describir el perfil y se tomó cilindros biselados para determinar densidad aparente (Dap), densidad real (Dr) y porosidad del suelo, además se realizó curvas de infiltración, y con la información se corrió la taxonomía del suelo según la clave USDA (2014). Con el estudio se encontró dos tipos de suelos a saber: *Inceptisol Typic humudepts* y *Andisol Typic melanudands*, los cuales, según su composición fisicoquímica, pendiente, vegetación, etc, presentan condiciones para cultivos transitorios semi-intensivos (CTS), Cultivos permanentes semi-intesivos (CPS), sistemas silvopastoriles (SPA), áreas para la conservación y/o recuperación de la naturaleza- recreación (CRE).

Palabras clave: Clases agrologicas, Inceptisol, andisol, vocación de uso.

INTRODUCCIÓN

Se entiende por agrología la primera rama de la agronomía que se refiere al suelo o capa arable en que se establecen los cultivos. Dicha ciencia es la que da a conocer las propiedades del suelo a fin de saber distinguir estas y su uso potencial.

En Colombia; según el Instituto Geografico Agustin Codazzi (IGAC) los estudios sobre los tipos y características del suelo en zonas específicas son incipientes, puesto que el territorio nacional está levantado en un 100% a una escala 1:100.000, lo cual no aporta información detallada y no es suficiente a la hora de una toma de decisiones. (IGAC, Instituto Geografico Agustin Codazzi, 2016).

Los estudios de levantamientos de suelo semidetallados se realizan con el fin de conocer el tipo de suelo (génesis y composición), estado actual, vocación de uso y manejo (uso potencial), entre otros. Según las ciencias del suelo, el suelo es un cuerpo natural con una génesis, una morfología y unas propiedades físicas, químicas y bioorgánicas que son el producto de los factores formadores a saber: material parental, relieve (topografía pendiente), factores climáticos, organismos y tiempo. Según Jaramillo (2014) el suelo como cuerpo tridimensional, se debe evaluar tanto de forma superficial como en profundidad.

Lo anterior, enmarcado al aprovechamiento adecuado del suelo y su entorno, lo cual es importante recalcar, ya que cada vez es mayormente afectado por su uso empírico y la falta de herramientas que ayuden a la planificación en donde se consideren en detalle los diferentes componentes fisicoquímicos del suelo y las condiciones ambientales del predio a intervenir, así creando la necesidad de tener estudios donde se fomente.

El estudio pretende aplicar la agrología en un predio rural, y a partir de ello determinar el potencial agropecuario, caso de estudio en la Escuela de Desarrollo rural sostenible San German, propiedad de la Universidad Católica de Oriente.

METODOLOGÍA

Área de estudio:

La caracterización de suelos se concentró en el municipio de San Vicente Ferrer, tomando como área de estudio la Escuela de Desarrollo rural sostenible San German, la cual hace parte de la Universidad Católica de Oriente, con el objetivo de determinar el potencial agropecuario de los suelos de dicho predio mediante una caracterización fisicoquímica y agrologica del suelo. El predio cuenta con un área de 26,8 hectáreas, una precipitación promedio de 4400 mm/año, temperaturas entre 12°C de temperatura mínima y 21°C de máxima y una zona de vida correspondiente a bosque seco-premontano (bs-PM)

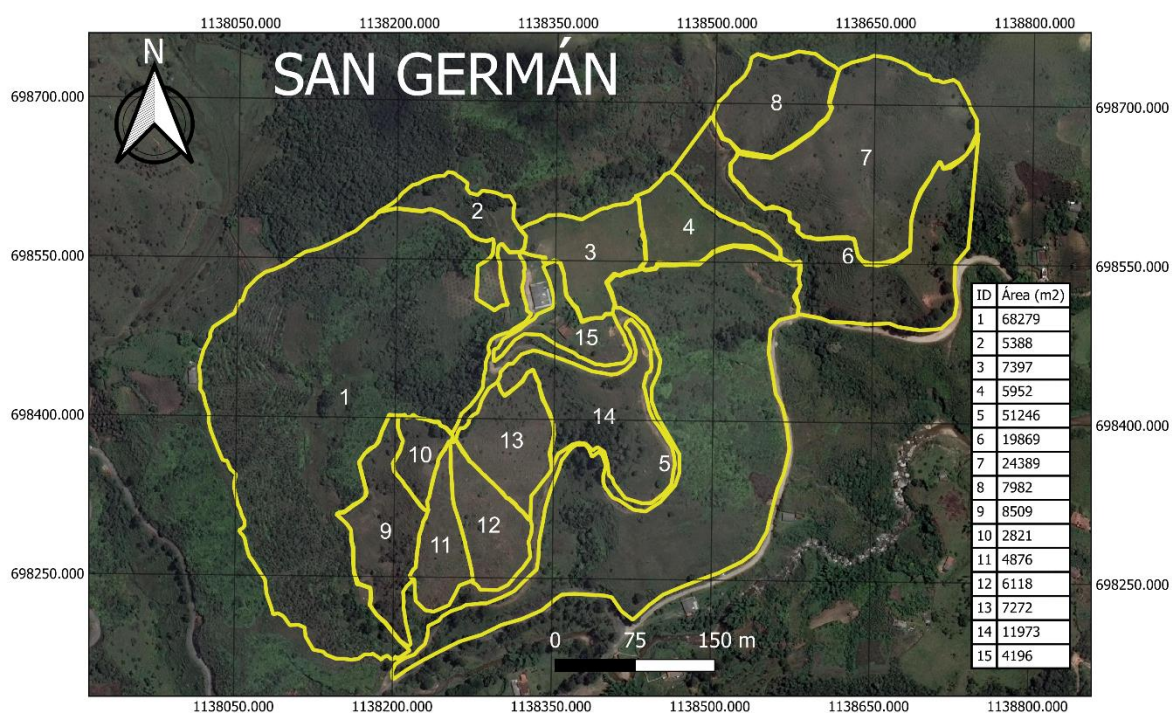


Figura 1 Mapa localización zona de estudio, Escuela de Desarrollo rural sostenible San German, Oriente Antioqueño, Colombia.

Para la ejecución de la fase de oficina y de campo, se emplearon metodologías para el muestreo de los suelos las cuales fueron: Levantamiento de suelos del Instituto Geográfico Agustín Codazzi (IGAC I. g., 2014), Caracterización de suelos de la Universidad Católica de Oriente (UCO), Metodología estudio de suelos (Osorio, 2014). Para determinar las clases agrologicas se empleó la clasificación de las tierras por capacidad de uso planteada por el IGAC (2014); en cuanto se tenía la información levantada, se procedió con la caracterización

de los suelos mediante las claves de taxonomía de suelos del Departamento de Agricultura de los Estados Unidos y Protección de Recursos Naturales (USDA, 2014), y para determinar conflicto de uso, se empleó la metodología IGAC & CORPOICA (2002).

Para dar cumplimiento al estudio se llevaron a cabo las siguientes actividades de diseño y aplicación en campo:

Identificación y delimitación de áreas a estudiar.

Se inició con el recorrido del predio e identificación de los lotes a estudiar; realizando un reconocimiento de los transeptos de los lindero, en donde se tomaron las coordenadas UTM con un GPS marca Garmin Oregon ® 65 y utilizando sistemas de información geográficas (SIG) para su posterior procesamiento con el software QGIS 3.20.2, se generó un mapa de eje central en dibujos de áreas y perímetros de los lotes evaluados; para la distribución del predio se tomaron en cuenta criterios como: el uso actual del suelo, edades o tiempos de los usos, pendientes, coberturas vegetales, prácticas realizadas, tipo y grado de erosión, geología de la zona, cuerpos de agua (drenajes), vertientes, caminos o zonas de desplazamientos.

Toma de datos en campo y descripción del suelo.

Para realizar la descripción y posterior caracterización de suelo, por cada lote se realizó la apertura de una calicata de un metro por cada lado ($1m^3$), en un punto estratégico de cada una de las zonas de estudio (lotes), con el fin de exponer el perfil del suelo y sus respectivos horizontes edafológicos, para cada uno de estos horizontes se tomó muestras en cilindros biselados para determinar la densidad real (D_r) densidad aparente (D_{ap}) y porosidad procediendo a evaluar los siguientes parámetros: Estructura, consistencia y textura del suelo, donde para dicho estudio se adaptó el método en campo del tacto del suelo en seco y suelo húmedo, no obstante, también se midió la composición textural en el laboratorio, se llevó a cabo el diligenciamiento de un formato instructivo del suelo (R, David, 2018) donde se tomó la mayor información, como horizontes y espesor, textura, estructura, colorimetría, profundidad efectiva de raíces, consistencia, actividad macro y microbial, uso de suelo, vegetación, relieve, drenaje entre otros.

Toma de muestras de suelo.

El estudio se inició con la toma de 15 submuestras al azar en cada uno de los lotes, donde el tipo de muestreo utilizado fue en forma de malla flexible cada 50 metros, para dar cubrimiento a cada lote, dichas muestras se colectaban en bolsas o recipiente “ziploc”. Estas muestras tomadas fueron analizadas para determinar su pH por el método de potenciométrico, suelo: Agua:1:1, materia orgánica, aluminio (Al) por medio de KCl 1N, capacidad de intercambio catiónico (CIC) mediante el método de Acetato de Amonio 1N. pH 7,0, conductividad eléctrica CE, potasio K, calcio Ca, magnesio Mg, fósforo P, nitrógeno N, azufre S, hierro Fe, boro B, manganeso Mn, cinc Zn y textura: arenas, limos y arcillas, realizado por el método de Bouyoucos con Pirofosfato de Sodio.

Curva de infiltración de humedad.

Para conocer la infiltración y percolación del agua al suelo, se realizaron curvas de infiltración de humedad, empleándose el método de cilindros o anillos concéntricos; estas se realizaron cerca al sitio de muestreo con la calicata; el método consistió en medir el desplazamiento de la columna de agua en el cilindro a los tiempos 0, 1, 5, 10, 20, 30, 40, 50 y 60 minutos, el cilindro empleado fue de PVC de tres pulgadas por 30 cm de alto.

Con la aplicación de esta metodología se pretendió conocer la velocidad de infiltración del agua en el suelo y la capacidad de almacenamiento de agua, que puede ser afectado por variables como tipo de suelo, textura, estructura, pendiente del terreno, compactación, uso del suelo, vegetación predominante, entre otras. Una vez se conoció la velocidad y desplazamiento, se pudo especificar el volumen de agua que infiltra o ingresa a la matriz del suelo.

Agrología.

Para determinar las clases agrologicas se empleó la clasificación de las tierras por capacidad de uso planteada por el IGAC (2012), e Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales IDEAM (2015) para la clasificación de degradación de los suelos.

Interpretación de resultados.

Una vez levantada la información de campo y con los resultados de laboratorio se interpretó y se apoyó en los rangos de fertilidad propuestos por Departamento de Agricultura de los Estados Unidos (USDA), Osorio (2014), y para la realizar una categorización del pH se emplearon los rangos establecidos por el Instituto Colombiano Agropecuario (ICA).

RESULTADOS Y DISCUSION

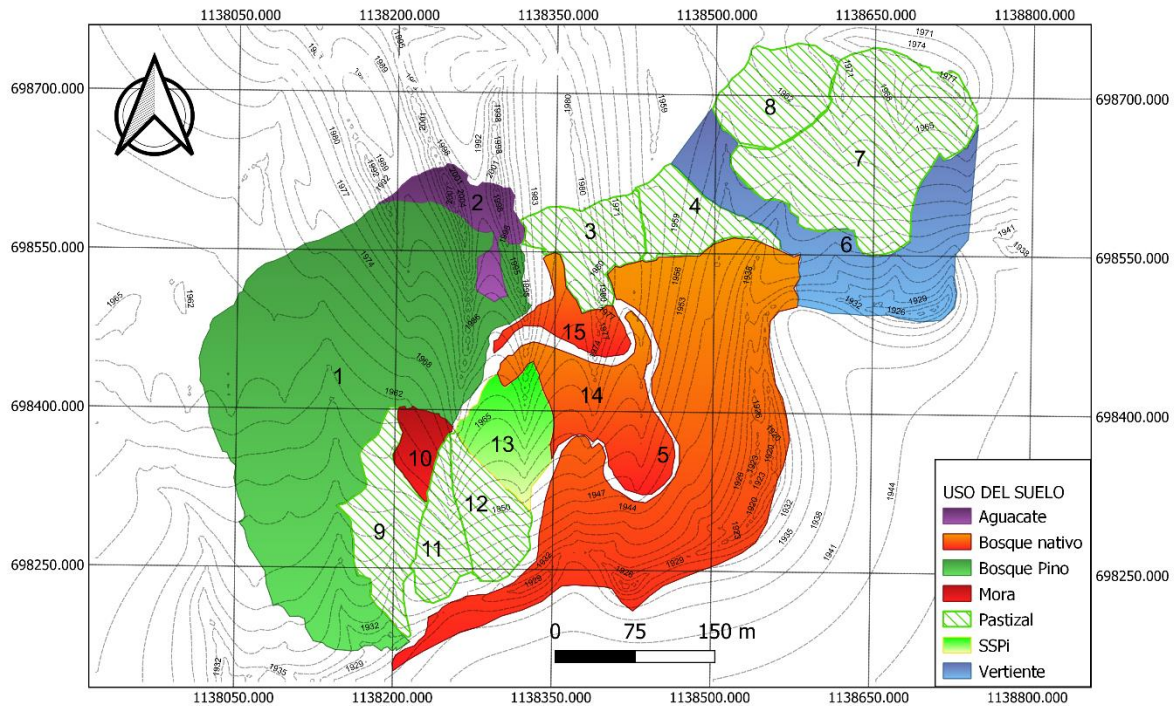


Figura 2. Mapa de uso actual del suelo en la zona de estudio.

La Escuela de Desarrollo rural sostenible San German, actualmente cuenta con un área total de 23,6 Ha, las cuales se encuentran aprovechadas en: 0,5 Ha en cultivo de aguacate, 6,7 Ha bosque nativo, 6,8 Ha en plantación de pino, 0,3 Ha en cultivo de mora, 6,5 Ha pastizal, 0,8 Ha en sistema silvopastoril, 2 Ha en vertiente. En total se encontró 5 usos del suelo en dicho predio.

De acuerdo a los datos recolectados en campo y procesamiento de estos se encontraron dos tipos de suelo que corresponden a la siguiente línea taxonomía: *Inceptisol Typic humidepts* y *Andisol Typic melanudands*, ambos suelos fueron diagnosticados con la información presentada a continuación:

Tabla 1: Análisis fisicoquímico del suelo.

Taxonomía	Lotes	Propiedades físicas							Propiedades químicas												
		%			Clase Textural	pH	C.E d.S/m	M.O (%)	(Cmolc/Kg suelo)						Ppm o mg/Kg						
		Are na	Lim o	Arci lla					Al	Ca	Mg	K	Na	CIC	P	S	Fe	Mn	Cu	Zn	B
Orden: Inceptisol Suborden: udepts Gran-Grupo: humudepts Subgrupo: Typic humudepts	2	54	20	26	Franco arenoso arcilloso	5.2	0,027	13.5	1.6	0,13	0,48	0,18	0,98	3,32	4,64	1,7	48,49	0,29	N.D	4,73	0,56
	2	74	18	8	Franco arenoso	4.6	0,119	17.9	3.53	0,67	0,38	0,16	0,07	4,81	8,12	6,74	883,33	3,52	N.D	1,29	0,41
Orden: Andisol Suborden: Udands Gran-Grupo: Melanudands Subgrupo: Typic melanudands	1	74	16	10	Franco arenoso	5.2	0,122	12.1	0.93	1,48	0,91	0,18	0,05	3,55	23,55	7,07	648,14	7,12	N.D	0,83	0,12
	3, 4, 7, 8	60	22	18	Franco arenoso	4.6	0,138	12.1	2.23	0,97	0,55	0,16	0,04	3,95	11,64	11,05	742,06	8,84	N.D	1,08	0,05
	9, 10, 11, 12	80	12	8	Franco arenoso	4.8	0,069	20.4	6.38	0,83	0,56	0,24	0,09	8,1	5,67	21,47	869,64	8,95	N.D	2,31	0,29
	5,13, 14, 15	64	24	12	Franco arenoso	4.9	0,107	13.6	1.69	0,65	0,66	0,25	0,04	3,30	8,31	5,90	553,26	14,4	N.D	1,83	0,19

Tabla 2: *Materia orgánica en el suelo y porcentajes de saturación de bases*

Lote	Materia orgánica (Kg/Ha)			Porcentajes de saturación de bases (%)				
	Carbono orgánico	Nitrógeno inorgánico	NH ⁴	Ca	Mg	K	Na	Al
2	168000	100	20	4	14	5	29	48
2	222000	133	26	14	8	3	2	73
1	220000	132	26	42	26	5	1	26
3, 4, 7, 8	150000	90	18	25	14	4	1	56
9, 10, 11, 12	200000	120	24	10	7	3	1	79
5, 13, 14, 15	170000	102	20	20	20	8	1	51

A. Interpretación general de los parámetros fisicoquímicos.

De las muestras realizadas en cada lote (Tabla 1) en cuanto a clase textural se pudo observar una homogeneidad en el predio, ya que predominó el suelo franco arenoso; para la agricultura en términos generales se recomienda que la arena este por encima del 50% limo 20- 40% y la arcilla idealmente inferior a 20, lo cual coincide con lo recomendado por distintos autores, ya que la condición textural de un suelo determina la rigidez y la fuerza de sostenimiento, la facilidad para la penetración de las raíces, la aireación, la capacidad de drenaje y de almacenamiento de agua, la plasticidad y la retención de nutrientes (Rucks, García, Kaplán, Ponce de León, & Hill, 2004); en el caso de la conductividad eléctrica (C.E) se encontraron valores que están por debajo del rango recomendado que es de 0,3 a 0,7, esto indica que dicho suelo no cuenta con una adecuada concentración de electrolitos solubles para absorción vegetal (Osorio, 2014).

Las características químicas en todos los lotes presentan en su pH una reacción extremadamente ácida, siendo el valor mínimo de 4.6 y máximo de 5.2 Esto puede ser explicado mediante el análisis de las condiciones de precipitación que en esta zona están alrededor de 4400 mm/año (determinado en el sitio en el año 2018-2019 por semillero de edafología), lo cual puede generar la lixiviación de bases intercambiables debido al alto régimen de pluviosidad (Osorio, 2014), ocasionando una predominancia de los elementos acidificantes como lo fue el caso del aluminio. Cuando el pH se reduce por debajo de 5.5, los niveles de acidez por aluminio pueden limitar la disponibilidad de nutrientes como el calcio, magnesio, molibdeno y fósforo, lo cual causa deficiencia nutricional, ya que no permite la solubilización ni retención de estos elementos. Normalmente la toxicidad por aluminio es el principal factor, con efectos directos en el metabolismo de las plantas, incluyendo una interferencia con la transferencia de iones y agua a través de las membranas celulares de la raíz, así obstruyendo la alimentación de nutrientes necesarios para el desarrollo de las plantas. (Rivera & Domínguez, 2018). Dicho lo anterior es importante realizar un encalamiento. El encalado es una de las soluciones al problema de la excesiva

acidez y toxicidades del suelo ya que permite elevar el pH del suelo debido a que el calcio, presente en la cal (carbonato de calcio: CaCO_3), desplaza el aluminio e hidrógeno presentes en los coloides, los que, una vez desplazados a la solución del suelo, reaccionan con el carbonato para formar compuestos lixiviables y no dañinos a las plantas. (Toledo, 2016).

En tanto a la materia orgánica (ver tabla 2), podemos deducir que en general encontramos niveles óptimos de esta, sin embargo, los nitratos y amonios se encuentran bajos para todos los casos lo que podría significar que los procesos de conversión de carbono orgánico a nitrógeno inorgánico son lentos ya puede ser por las condiciones climáticas o la biodiversidad referente a microorganismos del suelo.

El contenido de elementos menores como cobre no fue detectado y zinc presenta promedios muy bajos e inferiores a 5, con excepción del hierro y manganeso que presentaron concentraciones altas; respecto a la alta disponibilidad de hierro es recomendable realizar pruebas de solubilidad puesto que podría estar retenido y no estar liberándose para el aprovechamiento de las plantas. El azufre en promedio se encuentra en contenidos medios, aunque existen valores menores que 8 ppm.

Según Osorio, 2014 los porcentajes establecidos deben encontrarse en proporciones adecuadas para la saturación de bases (ver tabla 2) para que los elementos se absorban fácilmente y no se creen antagonismos en el suelo; Ca 60-75%, el Mg 20% K 10% Na 5% Al 5%; al manejar dichas proporciones se asegura que la relación entre elementos sea balanceada, entre calcio y magnesio debe haber una relación aproximada de 3:1 (o 4:1) es decir, que se tenga 3 o 4 veces más calcio que magnesio.

En el lote 2, 5, 13, 14, 15 se obtuvo una relación invertida entre Calcio y Magnesio, es decir se encuentran en mayor proporción Magnesio que Calcio, esto nos indica que hay un desbalance en las bases, por ende, hay limitantes en la absorción de nutrientes, lo que llevara a presentar un bloqueo de Calcio y Potasio por la abundancia de Magnesio, aun encontrándose este en un rango bajo en cuanto a contenido. En los lotes 1, 3, 4, 7, 8, 9, 10, 11, 12 podemos observar relación que no es estrecha por completo entre Ca y Mg debido a que los resultados de dichas proporciones no se encuentran entre 3:1 (o 4:1) que es el rango recomendable, lo que quiere decir que en este caso se debe aplicar una enmienda que sea más rica en Calcio que en Magnesio, pero siendo la aplicación ambas importantes.

En el caso del aluminio está en una proporción más allá de lo aceptable para la agricultura (< 20%). Dada la alta saturación de este metal, podemos considerar que está ocupando una gran proporción de los sitios con carga negativa del suelo, reduciendo el espacio para que los nutrientes catiónicos (calcio, magnesio, potasio, etc.) puedan adherirse y mantenerse cerca de las raíces de las plantas.

Elementos como el P es bajo por lo cual se debe agregar, el Ca es muy bajo se recomienda realizar aplicaciones de hidróxido de calcio ($\text{Ca}(\text{OH})_2$) para el control de aluminio y sumado a esto se genere un aporte nutricional. El Mg y K están bajos y poco solubles por lo cual también se deben adicionar. Posterior a estos resultados donde los elementos mencionados se encuentran por debajo de los rangos recomendados, es debido realizar ajustes o enmendar los nutrientes para adecuar el suelo para diversos cultivos agrícolas (Osorio, 2014).

B. Perfiles del suelo encontrados (Perfiles modales).

Perfil modal para el Orden Inceptisol, subgrupo Typic humudepts	
Lote-ubicación/Orden de suelo	Observaciones y descripciones de suelo en campo
<p>Lote 2 Calicatas 1 y 2 Orden: Inceptisol Suborden: Udepts Gran-Grupo: humudepts Subgrupo: Typic humudepts</p> <div style="display: flex; justify-content: space-around;">   </div>	<p>Los Inceptisol son suelos jóvenes o en formación, se caracterizan por presentar cuercos de roca, o en procesos de meteorización en los horizontes más superficiales. Dentro del orden Inceptisol, el subgrupo <i>Typic Humudepts</i> se caracteriza por tener en la matriz del suelo un epipedón úmbrico o mólico (USDA, 2014). En el perfil del suelo se logro observar un horizonte superficial Ap, lo cual indica que está modificado por actividades humanas, con un espesor de 13.6cm, de colorimetría pardo oscuro, con estructura granular medio a grueso estructura grado fuerte; la consistencia en seco es suelta y húmeda poco suelta; raíces de tamaño medias a fino en cantidad abundante. un horizonte subsuperficial AB de colorimetría que van desde el color pardo amarillento claro al amarillo parduzco, con un desarrollo definido de color y estructura, un espesor de 10.8cm a los 11.7cm y con gran variación en su estructura; se presenta texturas al tacto con una predominancia de arena al 60%, 25% limo, 15% arcilla, (franco areno-arcilloso) que se corrobora con los porcentajes del análisis de suelo en la tabla 1; profundidad efectiva de entre los 65 a 68cm, infiltración de agua rápida. Ambas zonas presentan evidencia de erosión de grado bajo por reptación, además se presenta drenaje natural, superficial e interno. La vegetación encontrada corresponde a helechos y aguacate que se encuentra en uso agrícola en ambos lotes.</p> <p>Lo contenidos nutricionales según los rangos propuestos por Osorio (2014), son muy bajos en la mayoría de los parametros, y poco solubles (ver tabla 1).</p> <p>A nivel nutricional, en general el pH extremadamente ácido con un valor de 4.6 a 5.2 por lo cual se de realizar control de este, puesto que no se encuentra en un rango ideal para el intercambio nutricional del suelo, presentando limitaciones químicas con el Al. Por lo tanto, se recomienda realizar unos ajustes o enmendar los nutrientes para adecuar el suelo para diversos cultivos agrícolas (Osorio, 2014)</p>

Perfil modal para el Orden Andisol, subgrupo Typic melanudands

Lote 1- 3- 15 – 10

Calicatas 3, 4, 5, 6

Orden: Andisol

Suborden: Udands

Gran-Grupo: Melanudands

Subgrupo: Typic Melanudands



Los Andisoles son suelos que se desarrollan a partir de materiales provenientes de cenizas volcánicas y/o materiales volcánicos clásticos, cuya fracción coloidal está dominada por minerales de bajo rango de ordenamiento o por complejos Al-humus (Staf, 1999)

Los suelos *Typic Melanudands* se caracterizan por tener presencia en la matriz del suelo un epipedón melánico (USDA, 2014), es decir un horizonte oscuro rico en materia orgánica como es evidente en los presentes perfiles.

Se puede observar en los perfiles del suelo un horizonte superficial Ap con un amplio espesor característico de los andisoles, entre 38 a 51cm de colorimetría pardo muy oscuro, con estructura granular fino a media grado moderado, consistencia en seco ligeramente duro y húmedo de firme a muy firme, un horizonte subsuperficial con una transición más prolongada que sería AB- BC teniendo una textura altamente arenosa, un espesor de 10,8 a 35,5 de colorimetría que van desde el color pardo amarillento gris al amarillo gris; se presenta textura al tacto con 50% de arena, 30% limo, 10%, arcilla que se corrobora con los porcentajes del análisis de suelo los cuales fueron 60% de arena, 22% limo, 18% arcilla; clase textural franco arenoso presenta drenaje alto interno, con una profundidad efectiva de 58 a 73cm, infiltración moderada de agua.

La vegetación encontrada corresponde a barbecho o “rastros”, pastos nativos, forestales como pinos, y cultivos de mora, gulupa, granadilla, con uso actual en sistemas silvopastoriles (botón de oro), mora, forestal.

Los contenidos nutricionales según los rangos propuestos por Osorio (2014), son muy bajos en la mayoría de los parámetros, y poco solubles(ver tabla 1)

A nivel nutricional, en general el pH extremadamente ácido con un valor mínimo de 4.6 a 5.2 por lo cual se debe realizar control de este, puesto que no se encuentra en un rango ideal para el intercambio nutricional del suelo, presentando limitaciones químicas con el Al. Por lo tanto, se recomienda realizar unos ajustes o enmendar los nutrientes para adecuar el suelo para diversos cultivos agrícolas (Osorio, 2014)

C. Agrología.

Los suelos ubicados en la zona de estudio Escuela de Desarrollo Rural Sostenible San German, se clasificaron dentro de las clases agrológicas propuestas por el IGAC (2014) con base en las siguientes características: topográfica con inclinación del 30 al 70%, tipo de vegetación, degradación del suelo el cual incluye análisis de propiedades físicas, químicas y curvas de infiltración, además se tuvo en cuenta la profundidad efectiva de raíces. En la totalidad de la zona de estudio se determinaron cuatro (4) clases agrológicas distribuidas en los dos tipos de suelo encontrados, a saber: II, IV, VI.

Según el IGAC se pudo determinar que en el predio derivado a sus características las clases presentes son:

La clase agrológica II, se caracteriza por presentar suelos con pendientes suaves entre el **3 y 7%**, por lo que requieren prácticas moderadas de conservación. Tienen una tendencia moderada a la erosión hídrica y eólica, profundidad efectiva menor a la de un suelo ideal. Pueden o no tener, algún grado de impedimento como estructura desfavorable, contenido de sales o acidez moderada, fácilmente corregibles según el caso, pero con probabilidad de que vuelvan a aparecer. Son terrenos potencialmente inundables. Pueden tener drenaje moderadamente impedido pero fácil de corregir mediante obras simples; lo cual según lo anterior dicha clase coincide con la zona alta del lote 3, lote 7, lote 8.

La clase agrológica IV, se caracteriza por ser suelos con pendientes muy pronunciadas entre 12 y 20% por lo que los cultivos que pueden desarrollarse allí son muy limitados. Presentan susceptibilidad severa a la erosión y procesos erosivos fuertes como surcos, cárcavas, solifluxión y remociones en masa. En dicha clase agrológica podemos clasificar zona baja del lote 4. Su uso más adecuado es para plantaciones forestales.

Por su parte, la clase agrológica VI, se caracteriza por presentar suelos con pendientes mayores a los 25%, adecuados para soportar una vegetación permanente, con presencia de erosión física moderada laminar y pluvial, cuentan con drenaje interno, superficial y natural; a pesar de que en dicha clase agrológica no se presentan restricciones de pH, las zonas estudiadas si lo presentan, dentro de esta clase podemos ubicar el lote 1, lote 2, lote 3 zona baja, lote 4, lote 5 lote 9, lote 10, lote 11, lote 12, lote 13, lote 14, lote 15; las tierras de clase VI presentan limitaciones muy severas que, en términos generales, las hacen aptas únicamente para algunos cultivos semi perennes o perennes, semi densos y densos; también se pueden desarrollar sistemas agroforestales y forestales, la explotación ganadera debe hacerse de forma extensiva y muy controlada, bajo sistemas silvopastoriles y en ocasiones es necesario dejar los terrenos desocupados por largos periodos de tiempo para su recuperación. Estos suelos requieren de prácticas de recuperación como terrazas, terrazas de inundación, acequias de ladera, filtros y drenajes en espina de pescado, trinchos y vegetación permanente, ya sea agrícola o forestal.

Con respecto a la degradación se pudo evidenciar dos tipos: degradación física mediante erosión pluvial y erosión movimiento de masas e incluso fluvial, donde la pluvial afecta directamente en zonas desprovistas de vegetación, afectando o removiendo partículas de suelos; este tipo de degradación a su vez podría llevar una degradación de tipo biológica como pisoteo animal y humano, pérdida de la materia orgánica y reducción de la biomasa, por arrastre, entre otras; estas características influenciadas por pendientes pronunciadas, podrían traer consigo pérdida de nutrientes en ciertos lugares del suelo o el desplazamiento de los mismos por lixiviación (IDEAM, 2015). También encontramos degradación de tipo química por acidificación, la cual se puede presentar por las condiciones de precipitación que en esta zona están alrededor de 4400 mm/año, lo cual puede generar la lixiviación de bases intercambiables por al alto régimen de pluviosidad lo cual ocasiona una predominancia de los elementos acidificantes como lo fue el caso del aluminio.

Con base en lo anterior, los lotes se clasifican en los siguientes grupos de manejo, dichos grupos se determinan derivado la clase agrologica a la cual pertenecen según el IGAC (2014) e IDEAM (2015) el primer grupo determinado por: 2e, p1; segundo grupo: 4 e, p1; tercer grupo: 6p, e, h 1; cuarto grupo: 6p, e, h 2, quinto grupo: 6p, e, h 3, sexto grupo: 6p, e, h 4; donde su primer número hace referencia directamente a la clase agrologica (II, IV, VI) las letras después del primer número determinan los principales factores limitantes de la unidad cartográfica que son: e: Degradación, h: Humedad y p: Pendiente, y finalmente el número que le sigue a estos factores limitantes indican la cantidad de lotes que se encuentran en cada clase agrologica.

D. Hidrología

Referente a la hidrología del suelo, se encontró en el presente estudio variabilidad respecto a la capacidad de infiltración de agua en el suelo, de acuerdo con las características de los dos órdenes del suelo hallados. Los suelos de orden Inceptisol presentaron una infiltración alta (superior o igual a 2650 m³ha/hora) por sus características, ya que la zona corresponde a la clase A, la se presenta en suelos con altas capacidades de infiltración cuando están completamente húmedos, principalmente arenas y gravas muy bien ordenadas. Suelos con alta transmisión de agua (Resolución 865, 2004)

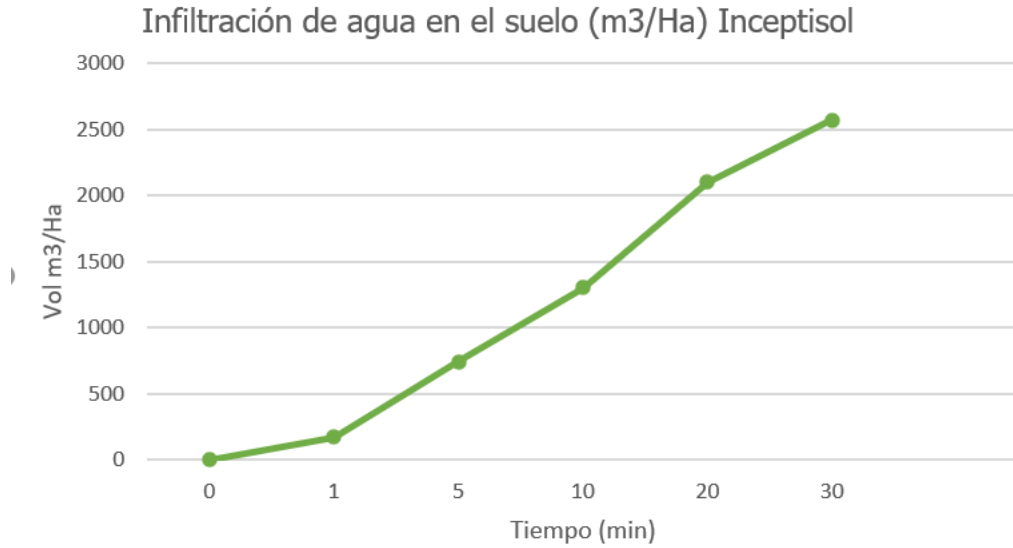


Figura 3. Curva de infiltración de agua en el suelo para el orden Inceptisol.

Por su parte, los suelos del orden Andisol presentaron capacidad de infiltración moderada, menores o igual a 1780 m³ha/hora, por lo cual se clasifican como suelos tipo B para el caso del subgrupo *Typic Melanudands*, los suelos de este tipo poseen capacidad de infiltración moderada son suelos con capacidades de infiltración moderadas cuando están completamente húmedos, principalmente suelos medianamente profundos y drenados, con textura de sus agregados variando entre moderada y muy fina, tiene velocidades medias de transmisión de agua, según la Resolución 865 (2004)

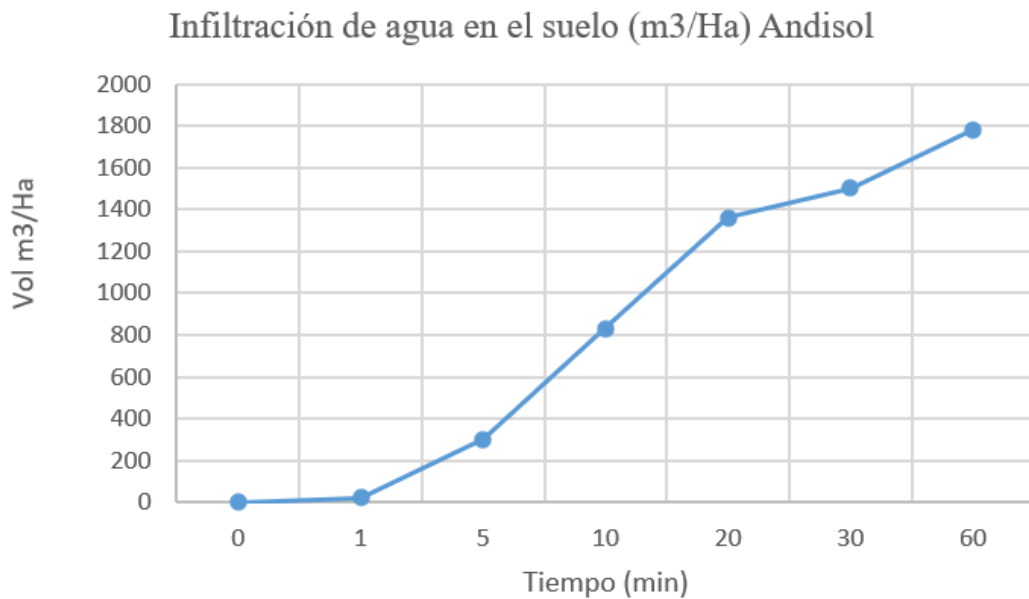


Figura 4. Curva de infiltración de agua en el suelo para el orden Andisol.

E. USO POTENCIAL DEL PREDIO

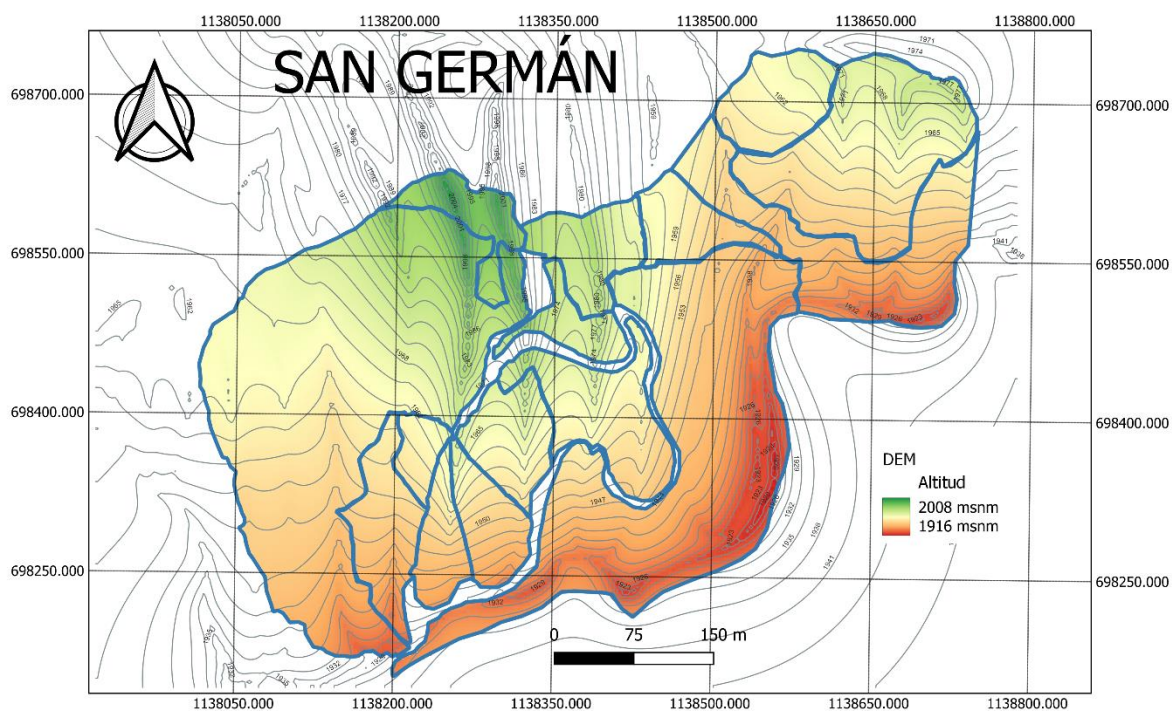


Figura 5. Mapa de altitud en zona de estudio.

Podemos contemplar en el anterior mapa que el predio estudiado cuenta con variaciones en su altitud, donde la zona más alta es de 2008 msnm pero con la condición de que a pesar de ser esta una zona alta, encontramos planicies, por otro lado, se localizó que la zona más baja cuenta con 1916 msnm con una variante de que siendo esta la zona más baja del predio, tiene una presencia de pendientes más pronunciadas.

Holdridge define como zona de vida a un grupo de asociaciones vegetales dentro de una división natural del clima, que se hacen teniendo en cuenta como las condiciones edáficas y las etapas de sucesión, y que tienen una fisonomía similar en cualquier parte del mundo. Según las altitudes anteriores y la clasificación de Holdridge, las zonas de vida encontradas en el predio corresponden a bosque seco-premontano (bs-PM) Holdridge, (1967); para la actual zona de estudio no solo encontramos una variación en el nivel por altitud, sino también en radiación, viento, erosión, etc. Donde todas estas variaciones son de gran influencia a la hora de tomar una decisión para el uso de un suelo.

Dicho lo anterior y según IGAC & CORPOICA (2002) y su metodología de conflictos de uso de las tierras se determinó la agrología en el predio, encontrando zonas las cuales están destinadas a ser áreas para la conservación y/o recuperación de la naturaleza, recreación (CRE) puesto que hubo presencia de afloramientos (nacimientos), zonas pantaneras y recargas hídricas, lo anterior detallado en el siguiente cuadro:

Tabla 3. Agrología del predio.

Lote	Uso actual	Uso potencial	Conflictos de uso
2	Cultivo permanente intensivo (CPS) pastos, barbecho, aguacate	Cultivos transitorios semi-intensivos (CTS), Cultivo permanente semi-intensivo (CPS). Maíz, caña panelera, forestales, aguacate, frijol, sistemas silvopastoriles, agrosilvícolas.	Subutilización ligera.
1	Sistema forestal productor (FPD) Pino	Cultivo permanente semi-intensivo (CPS), Sistema silvopastoril (SPA), Sistema forestal productor (FPD). Áreas para la conservación y/o recuperación de la naturaleza, recreación (CRE) caña panelera, frijol, maíz, aguacate, cedro, abarco.	Subutilización ligera.
3, 4, 6, 7, 8	Pastoreo extensivo (PEX) Granadilla, gulupa, pasturas extensivas.	Zona alta, media lote 3: Sistema silvopastoril (SPA), Cultivos transitorios semi-intensivos (CTS), Cultivo permanente semi-intensivo (CPS). Asociación pastos de clima frío con plantas forrajeras como botón de oro, quiebra barrigo, leucaena, mani forrajero, etc.	Subutilización ligera.
		Zona baja (Lote 4): Sistemas forestales protectores. (FPR) Lote 6: Áreas para la conservación y/o recuperación de la naturaleza, recreación (CRE)	Subutilización moderada.
9, 10,11,12	Cultivo transitorio semi-intensivo (CTS) Mora, barbecho, pasturas extensivas.	Cultivos transitorios semi-intensivos (CTS), Cultivo permanente semi-intensivo (CPS). Maíz, caña panelera, forestales, aguacate, frijol, uchuva.	Subutilización ligera.
5, 13, 14, 15	Pastoreo extensivo (PEX) Botón de oro, pasturas extensivas, barbecho.	Zona alta (lote 15): Sistema silvopastoril (SPA), Áreas para la conservación y/o recuperación de la naturaleza, recreación (CRE) Maní forrajero, botón de oro, pasto elefante.	Subutilización moderada.
		Zona media (lote 13, 14), baja (Lote 5): Cultivos transitorios semi-intensivos (CTS), Cultivo permanente semi-intensivo (CPS). Maíz, caña panelera, forestales, aguacate, frijol, sistemas silvopastoriles, agrosilvícolas.	

De acuerdo a lo reportado en el plan de ordenamiento territorial (POT) y la Corporación Autónoma Regional del Río Nare (CORNARE) (2019), el municipio de San Vicente Ferrer tiene un potencial agropecuario, turístico, y una especial inclinación por el cuidado de las áreas de conservación y protección del medio ambiente y los recursos naturales, lo cual concuerda con lo encontrado en la caracterización del predio, ya que por su ubicación, características del suelo, usos potenciales presenta amplias oportunidades para el aprovechamiento agropecuario, silvopastoril, turístico y áreas para la conservación y/o recuperación de la naturaleza y la recreación (CRE).

Según la información encontrada de la caracterización del predio, se puede deducir que este presenta conflicto por subutilización moderada y ligera, es decir que dicho predio rural presenta oportunidad para actividades diversas, con las cuales se le podría sacar mayor provecho, con actividades silvopastoriles, agro silvícolas, de protección y recreación, e incluso según la metodología empleada, en cuanto a su uso potencial, por estar ubicado en la cercanía al embalse Peñol-Guatapé, presenta opciones para actividades de protección y recreación, lo cual significa que se podría realizar una zonificación del predio, y combinar proyectos productivos y turísticos, por ejemplo producción ovino-caprino en la parte silvopastoril, parcelas de producción y exportación de aguacate Hass, gulupa, y granadilla, así como producción forestal y un programa ecoturístico con senderismo y cabañas vacacionales en lo cual se podría tener como estrategias comerciales y/o complementarias a la diversión, la parte agrícola, pecuaria y forestal, aunque esta última parte dependiente de estudios de mercadeo y otros, sin embargo la metodología empleada permitió llegar a esta conclusión.

CONCLUSIONES.

- La Escuela de Desarrollo Rural sostenible San German presenta dos tipos de suelo los cuales fueron: *Inceptisol Typic humudepts* y *Andisol Typic melanudands*, ubicados tres clases agrologicas a saber: II, IV, VI.

Según la agrología del predio estudiado los principales usos potenciales son: Cultivos transitorios semi-intensivos (CTS), Cultivo permanente semi-intensivo (CPS), Sistema silvopastoril (SPA). Áreas para la conservación y/o recuperación de la naturaleza, recreación (CRE), Sistema forestal productor (FPD), como Maíz, caña panelera, forestales, aguacate, frijol, sistemas silvopastoriles, agrosilvicolas, uchuva.

- Según las actividades que se presentan en la actualidad, el predio está en conflicto de uso, por subutilización moderada, ya que presenta oportunidades para actividades que no se realizan como la parte silvopastoril y el ecoturística.

BIBLIOGRAFIA

- (DICTA), D. d. (2016). MANEJO DE SUELOS ÁCIDOS DE LAS ZONAS ALTAS DE HONDURAS. 38.
- Abu, S. (2013). Evaluating long-term impact of land use on select soil physical quality indicators. *Soil*. 51, 471-476.
- CORNARE. (2019). *Referentes ambientales para la construcción de los planes de desarrollo en los municipios de jurisdicción cornare*.
- David, R. (2018). *Metodología de muestreo y caracterización de suelos UCO*. Rionegro.
- Holdridge, L.R., 1967. Life Zone Ecology. Tropical Science Centre, San Jose, California, USA.
- IDEAM. (2015). *ESTUDIO NACIONAL DE LA DEGRADACIÓN DE SUELOS POR EROSION*. . BOGOTÁ: IDEAM: Instituto Colombiano de Normas Técnicas y Certificación -INCONTEC.
- IGAC. (2015). Conflictos de uso del suelo y planificación del territorio.
- IGAC, & C. (2002). *Zonificación de los conflictos de uso de las tierras en Colombia*. Bogotá, Colombia : IGAC.
- IGAC, I. g. (2014). *Metología para la clasificación de las tierras por su capacidad de uso*.
- IGAC, *Instituto Geografico Agustin Codazzi*. (30 de Agosto de 2016). Obtenido de https://www.igac.gov.co/sites/igac.gov.co/files/informe_de_gestion_2013_-2018.pdf
- Jaramillo, D. (2002). *Introducción a la ciencia del suelo. Escuela de Geociencias y Medio Ambiente*.
- Jaramillo, D. F. (2014). *El suelo: Origen, Propiedades, espacialidad*. . Medellín: Universidad Nacional de Colombia.
- Osorio, N. W. (2014). *Manejo de nutrientes en suelos del trópico*. Medellin, Colombia: Editorial Medellín.
- (2004). *Resolución 865*.
- Reynolds, W., Drury, C., Yang, X., Fox, C., Tan, C., & Zhang, T. (2007). Land management effects on the near-surface physical quality of a clay loam soil. En W. Reynolds, C. Drury, X. Yang, C. Fox, C. Tan, & T. Zhang, *Land management effects on the near-surface physical quality of a clay loam soil* (págs. 96, 316–330).

- Rivera, E. S., & Domínguez, H. (2018). pH como factor de crecimiento en plantas. 2, 101-105.
- Rucks, L., García, F., Kaplán, A., Ponce de León, J., & Hill, M. (2004). Propiedades físicas del suelo.
- Staf, S. S. (1999). *Soil Taxonomy. A Basic system of soil classification for making and interpreting soil surveys. 2a ed.* Washington D.C: Agriculture Handbook NA 436. Soil Survey Staff.
- Toledo, M. (2016). Manejo de suelos acidos de las zonas altas de Honduras: Conceptos y metodos. 45.
- USDA, D. d. (2014). *Claves para la taxonomía de suelos.*
- Uva, M., & Campanella, O. (2009). AP-SIG: un SIG con funciones específicas para. *SEDICI.*
- Vargas Rojas, R. (2009). *Guia para la descripción de suelos.* FAO, Roma (Italia).