

UNIVERSIDAD NACIONAL DE AGRICULTURA

**DIAGNÓSTICO DE LAS CARACTERÍSTICAS FÍSICAS DEL SUELO EN LOTES
DE PRODUCCIÓN VEGETAL DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL DE
AGRICULTURA**

PRESENTADO POR:

KIRIEN RAFAEL VELASQUEZ MOLINA

TESIS

**PRESENTADO A LA UNIVERSIDAD NACIONAL DE AGRICULTURA COMO
REQUISITO PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE**

INGENIERO AGRÓNOMO



CATACAMAS, OLANCHO

HONDURAS, C.A.

DICIEMBRE, 2013

**DIAGNÓSTICO DE LAS CARACTERÍSTICAS FÍSICAS DEL SUELO EN LOTES
DE PRODUCCIÓN VEGETAL DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL DE
AGRICULTURA**

POR

KIRIEN RAFAEL VELASQUEZ MOLINA

RAMÓN LEÓN CANACA M.Sc

Asesor Principal

TESIS

**PRESENTADO A LA UNIVERSIDAD NACIONAL DE AGRICULTURA COMO
REQUISITO PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE**

INGENIERO AGRÓNOMO

CATACAMAS, OLANCHO

HONDURAS, C.A.

DICIEMBRE, 2013

ACTA DE SUSTENTACIÓN

DEDICATORIA

Dedico con todo el amor y cariño del mundo, cada una de las páginas de esta tesis

A **DIOS** todo poderoso por haberme dado la oportunidad de existencia, vivir esta experiencia y darme fortaleza para cumplir uno de mis anhelos, culminar mi carrera universitaria.

A mi madre: **OSLIN EDIXIA MOLINA LOBO**, Por traerme a este mundo, y además de ser una madre ejemplar y padre, por su preocupación, esmero y sacrificio al darme el estudio, por enseñarme a luchar, inculcándome el espíritu de trabajo y superación, por su deseo de mi desarrollo personal y por su cariño, amor y amistad.

A mi padre: **CARLOS AUGUSTO VELÁSQUEZ** (Q.D.D.G), a pesar de ya no estar a mi lado, desde el cielo me impulsa a seguir adelante.

A mis hermanos: **ELBA VELÁSQUEZ MOLINA, CARLOS AUGUSTO VELÁSQUEZ MOLINA, MAYTE IVON CHAVARRIA MOLINA**, que siempre han estado conmigo en los buenos y malos momentos.

AGRADECIMIENTOS

Agradezco de corazón por contribuir en mi lucha durante estos estos años

A **DIOS** que siempre me acompaña e ilumina en todo momento

A mi madre **Edixia Molina**, su compañero de hogar **Javier Chavarría** y mis hermanos: **Elba, Carlos, Ivon** por estar siempre a mi lado brindando su amor, cariño y apoyo de familia.

A mis tíos **Xiomara Acosta, Neftalí Duarte, Norma Mesa** y sus familias, por su apoyo incondicional y animación en todo momento y sobre todo por creer en mí.

A mi abuela **Otilia Velásquez**, y en general a toda mi familia **Velasquez, Molina, Acosta**, por brindarme su apoyo, cariño, animación, sus deseos y oraciones a lo largo de mi carrera.

Agradezco especialmente a mis asesores de tesis **Ramón Canaca M Sc, Emilio Fuentes M, Sc, Selvin Saravia Ing** por el respaldo y paciencia en la dirección, al incentivo y dedicación durante toda la realización de mi tesis y sobre todo por su valiosa amistad.

A **Elio Durón PhD, José Trinidad Reyes M Sc** por las valiosas críticas y sugerencias en la parte análisis de datos, para una mejor aplicación del trabajo.

Al **Lic. Mario Josué González** por sus consejos de animación y su amistad, que me ayudaron a superar muchos obstáculos.

A todos los **MAESTROS** que laboran en este centro de estudios, por influir con sus enseñanzas y experiencias en mi formación como profesional y por su paciencia en el proceso.

A mis amigos y compañeros: **Nerly F, Juan F, Oلمان S, Milthon T, Leo C, Julio Z, Pedro M y Lidia S** por convivir y compartir buenos y malos momentos, sobre todo por su amistad. Siempre los llevare en mi corazón como mis verdaderos hermanos

A todos los amigos y amigas que me brindaron su apoyo en la fase de muestreo y análisis en laboratorio, de la realización de esta investigación.

A mi alma mater, la **UNIVERSIDAD NACIONAL DE AGRICULTURA**, por permitirme formar parte de esta gran familia y a todo el personal que en ella labora por sus aportes que contribuyeron para culminar mis estudios universitarios.

A **INSE** por haberme otorgado beca de estudios durante la estadía en esta institución.

A mis compañeros colegas y hermanos de la clase **KAYROS, CLASE 2013, UNA**, por los inolvidables momentos que pasamos en esta institución.

CONTENIDO

ACTA DE SUSTENTACIÓN	i
DEDICATORIA.....	ii
AGRADECIMIENTOS.....	iii
RESUMEN.....	x
I INTRODUCCIÓN	1
II OBJETIVOS	1
2.1 Objetivo general	1
2.2 Objetivos específicos	1
III REVISIÓN DE LITERATURA	4
3.1 El suelo.....	4
3.2 Caracterización de suelos.....	5
3.3 Propiedades físicas	6
3.3.1 Textura	7
3.3.1.1 Fracciones de limo arena y arcilla.....	8
3.3.1.2 Descripción del método de hidrómetro de Bouyoucos	8
3.3.2 Color del suelo (matiz).....	9
3.3.2.1 Tabla Munsell.....	9
3.3.3 Densidad aparente del suelo	11
3.3.4 Densidad real.....	11
3.3.5 Porosidad del suelo	12
3.3.6 Infiltración.....	13
3.4 Muestreo.....	13
3.4.1 Muestreo sistemático.....	14
IV MATERIALES Y MÉTODO.....	15

4.1 Descripción del sitio de estudio	15
4.3 Descripción del método.....	16
4.3.1 Fase uno.	16
4.3.2 Fase dos.	17
4.3.3 Fase tres.....	18
4.4 Determinación de textura	19
4.5 Determinación de densidad aparente	20
4.6 Determinación de porosidad	21
4.7 Determinación de color	21
4.8 Determinación de infiltración	22
V RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	23
4.1 Textura	23
4.2 Color del suelo	26
4.3 Densidad aparente	27
4.4 Porosidad total.....	31
4.5 Infiltración.....	33
VI CONCLUSIONES	36
VII RECOMENDACIONES.....	38
X BIBLIOGRAFÍA.....	40
XI ANEXOS.....	44

LISTA DE CUADROS

Cuadro 1.	Representación de la textura de suelo de acuerdo a su tamaño.....	4
Cuadro 2.	Relación entre la clase textural y el tamaño de partículas del suelo.....	5
Cuadro 3.	Clasificación de la porosidad total del suelo según % de espacio poroso.....	10
Cuadro 4.	Porcentaje de suelos con sus características texturales de acuerdo a la localidad o uso.....	21
Cuadro 5.	Cantidad de infiltración media en milímetros por hora.....	30

LISTADO DE FIGURAS

Figura 1.	Localización de La Universidad Nacional de Agricultura-.....	12
Figura 2.	Mapa de textura del lotes de la vega, hortaliza, e investigación agrícola.....	22
Figura 3.	Promedios de densidad aparente de suelos de acuerdo a la localidad o uso en la Universidad Nacional de Agricultura.....	26
Figura 4.	Mapa de densidad aparente en lotes de la vega, hortaliza, e investigación agrícola.....	27
Figura 5.	Mapa de densidad aparente en lotes de cultivos industriales, granos y cereales, y guanacaste.....	28
Figura 6.	Promedio de porosidad total, de acuerdo a la localidad o uso de suelo.....	29
Figura 7.	Mapa de porosidad total en lotes de vega, hortaliza, e investigación agrícola.....	30
Figura 8.	Gráfico de relación entre la infiltración y densidad aparente promedio por lote	32

LISTADO DE ANEXOS

Anexo 1.	Muestreo sistemático en red.....	38
Anexo 2.	Materiales y equipo utilizado en laboratorio	39
Anexo 3.	Puntos de geo referencia de para muestreo y Mapa de puntos de muestreo de lotes de producción vegetal	40
Anexo 4	Diagrama del muestreo en forma de “V”.....	43
Anexo 5.	Protocolo de muestreo para textura.....	44
Anexo 6.	Protocolo de muestreo para densidad aparente.....	45
Anexo 7.	Tabla de información que debe llevar cada muestra.....	45
Anexo 8.	Protocolo de determinación para infiltración.....	46
Anexo 9.	Protocolo de preparación de muestras para textura.....	47
Anexo 10.	Protocolo para la determinación de textura en laboratorio.....	49
Anexo 11.	Triangulo para determinar las clases textuales.....	49
Anexo 12.	Protocolo de análisis de densidad aparente de suelos.....	51
Anexo 13.	Determinación de color de suelos por medio de la tabla Munsell.....	52
Anexo 14.	Ilustración del proceso de infiltración.....	53
Anexo 15.	Resumen de las características físicas evaluadas.....	54

VELASQUEZ MOLINA, K. 2013. Diagnóstico de las características físicas en lotes de Producción Vegetal de la Universidad Nacional de Agricultura. Tesis Ingeniería Agronómica. Universidad Nacional de Agricultura, Catacamas, Olancho, Honduras. 64p.

RESUMEN.

El presente trabajo se realizó en la Universidad Nacional de Agricultura perteneciente al municipio de Catacamas departamento de Olancho, con el objetivo de diagnosticar las características físicas del suelo de las secciones de producción vegetal, en el cual se encuentran cultivados, granos básicos, hortalizas, y algunos cultivos industriales anuales y perennes. A la vez, comparar el comportamiento de las características físicas con el uso actual de los suelos de los lotes de granos y cereales, el olvido e investigación agrícola hortalizas donde está la mayor parte de la producción de la universidad. Esta investigación se ejecutó en tres Fases: Fase uno., consistió en el reconocimiento, georeferenciación y la determinación de puntos de muestreo con el programa gvSIG, ubicando a 75 m de distancia uno del otro, En total se tomaron 137 muestras, que están distribuidas en los lotes antes mencionados. En la Fase dos, de campo, se tomaron las muestras para textura, densidad, color a una profundidad de 20 cm, y se realizó las pruebas de infiltración, en la fase tres de laboratorio se realizaron los análisis de todas las muestras recolectadas. Estos indicaron que el lote de la vega del río Talgua presento características un poco diferentes a los lotes donde se cultivó continuamente a excepción de las clases texturales con el lote de hortalizas que presentaron texturas similares (franco arenosas). Los demás lotes presentaron texturas predominantes de franco arcillo areno (64%). En el caso de la densidad aparente vario desde $1.5\text{gr}/\text{cm}^3$ a $1.8\text{gr}/\text{cm}^3$ en promedio. La porosidad va desde 32%-42%, la infiltración media obtenida fue de 23 mm/hr en suelos con densidades altas y suelos con arcilla hasta 33 mm/hr en suelos con densidades bajas y suelos francos. El color de suelos obtenido utilizando la tabla Munsell fue principalmente de matices: 10YR, 7.5YR, 2.5Y y 5Y y value/chroma de 6/2, 5/2. 4/2,3/2, 4/3, con nombres comunes como: marrones, grises, pardos principalmente.

Palabras claves: Suelo, Muestra, Análisis, Potencial hídrico, porosidad, diagnóstico, anclaje, suministro.

I INTRODUCCIÓN

El estudio de las propiedades físicas del suelo, al igual que las químicas y biológicas, es una rama de la ciencia del suelo, de gran importancia para la producción agrícola. Se refiere en general a como se ve o se siente el suelo, y tiene influencia directa e indirecta en la producción agrícola. Algunos parámetros como textura, estructura, densidad, porosidad, humedad, infiltración resulta importante conocerlos, ya que permite realizar adecuadas prácticas de manejo; mecanización y riego (Rucks L *et al.* 2004).

El presente trabajo se realizó en la Universidad Nacional de Agricultura y comprende el análisis de las propiedades físicas del suelo de las secciones de producción vegetal, las cuales han sido explotadas agronómicamente, pero aún no se cuenta con la información precisa de las características físicas del mismo. Se determinó las características físicas más importantes como ser: textura, color, densidad, porosidad, infiltración, con el fin de generar material didáctico de apoyo para las clases relacionada con este campo y ponerlas a disposición de docentes y técnicos de campo del departamento de producción vegetal.

Los estudios en Honduras datan desde 1880, cuando las Empresas transnacionales se ubicaron en la Costa Norte del país para la siembra de banano y abacá. Actualmente se está elaborando un nuevo mapa de los suelos de Honduras basado en la capacidad de uso de tierras, por parte de Catastro Nacional. Sin embargo se cuenta con la base de datos de CIAT para Honduras con alrededor de 2000 calicatas descritas en todo el país (Trejo M. *et al* 2010). Sin embargo a nivel global el estudio del suelo se remonta a tiempos antes de la historia posiblemente a unos 10,000 años a.C en Mesopotamia lo que hoy es Iraq, donde se han encontrado hallazgos en excavaciones que datan a las fechas antes mencionadas (Narro, E 1994).

Existe aún la necesidad de reunir y analizar toda la información de suelos existente en las diferentes organizaciones gubernamentales, fundaciones y empresas, para poder elaborar un estudio general de suelos a nivel nacional que pueda ser usado como una de las herramientas más importantes en la toma de decisiones para la agricultura sostenible y la zonificación del país (Trejo M. *et al* 2010).

El suelo es considerado el medio o sustrato más importante en la agricultura, en el cual se cultiva y se produce alimentos para abastecer a la población. No obstante, es un sistema altamente complejo y dinámico constituido por una capa superficial (Narro E 1994), por lo que requiere un constante manejo de las propiedades físicas, las cuales ayudan a los cultivos para que sus raíces crezcan abundantes y profundas, proporcionarle y acumular nutrientes, disponer y almacenar agua, así como para que otras especies animales y vegetales vivan, sin embargo, cuando se hacen prácticas, se corre el riesgo de dar condiciones inadecuadas impidiendo que los cultivos crezcan y se desarrollen. Cuando se hace un apropiado empleo de prácticas, el suelo se vuelve un sustrato muy dinámico y lleno de vida, por tanto, para protegerlo, conservarlo y lograr de éste los mayores beneficios agronómicos y económicos hay que conocerlos por medio de una caracterización ya sea física, química o biológica.

II OBJETIVOS

2.1 Objetivo general

- ✓ Diagnosticar las características físicas de suelo de mayor importancia agronómica de áreas productivas en las secciones de producción vegetal de la Universidad Nacional de Agricultura.

2.2 Objetivos específicos

- ✓ Determinar las principales propiedades físicas del suelo como ser: textura, color, densidad, porosidad, e infiltración de los suelos de la Universidad Nacional de Agricultura.
- ✓ Relacionar el comportamiento de las características físicas con el uso actual de los suelos de la Universidad Nacional de Agricultura
- ✓ Generar información de características físicas de suelo para facilitar la toma de decisiones del personal docente y técnico de la institución y además generar material didáctico que pueda ser utilizada en clases, laboratorios relacionados con el suelo.

III REVISIÓN DE LITERATURA

3.1 El suelo

Es un cuerpo natural, formado por capas delgadas de una mezcla variable de minerales, materia orgánica, agua, aire y microorganismos, por eso se considera un sistema complejo y dinámico del que dependen el crecimiento de las plantas y la alimentación de los seres vivos. Cuando la proporción de los componentes es adecuada, el suelo provee una mejor condición para el crecimiento de los cultivos (Bucarán H y Brady N 1996).

En general, el suelo es el medio o sustrato más importante en la producción vegetal y animal ya que en el suelo se produce casi la totalidad de los cultivos, excepto los que son acuáticos. Un suelo con buenas características permite a las plantas un crecimiento adecuado de raíces y una mejor absorción de nutrientes, de ese modo se mejora la producción.

El suelo es un sustrato dinámico y lleno de vida, por tanto, para protegerlo, conservarlo y lograr de éste los mayores beneficios agronómicos y económicos es importante conocerlo (Fassbender H y Bornemisza E 1994).

Según Narro E (1994) en el suelo suceden numerosos procesos físicos que están estrechamente relacionados con la química y la biología, que actúan simultáneamente para mejorar o empobrecer la condición del suelo. Las funciones que este desempeña en beneficio de las plantas que crecen en él, están las siguientes:

- ✓ Anclaje: directamente da soporte y protección a las raíces, indirectamente da sostén mecánico al follaje, permite a las plantas realicen la fotosíntesis más eficiente. Existe una relación negativa entre la porosidad y densidad del suelo y la capacidad de las plantas para penetrar sus raíces y otras partes subterráneas de la planta.
- ✓ Suministro de agua, gracias a la capacidad de retener y almacenar humedad en cantidades adecuadas y con alta disponibilidad o potencial hídrico, que permite a las plantas producir.
- ✓ Proporción de nutrientes esenciales para mantener el crecimiento sano de los cultivos. Esto está muy relacionado con las propiedades físicas ya que los suelos más fértiles son los que tienen cantidades significativa de arcillas que influye fuertemente en la capacidad de retención de humedad e intercambio catiónico.
- ✓ Suministra oxígeno a las raíces y elimina el bióxido de carbono producido. El aire presente en el suelo se renueva por dilución de gases y flujo de masas, procesos que dependen de las características físicas del suelo.
- ✓ Transporte y proporción de calor adecuado para el desarrollo de las raíces, germinación de semillas etc. La densidad aparente, la porosidad, y humedad afectan al transporte de calor.

3.2 Caracterización de suelos

La caracterización de suelos se entiende como la determinación de propiedades peculiares o particulares de estos materiales que se realiza por medio de un análisis de laboratorio o directamente en el campo (Díaz S 2007).

El suelo se caracteriza físicamente por su textura, estructura, color, densidad aparente, porosidad, infiltración, consistencia, y presencia de raíces y rocas. Estas propiedades hacen posible que los científicos interpreten cómo funciona el ecosistema y que puedan

recomendar un uso del suelo que suponga un impacto mínimo. Por ejemplo, los datos de caracterización del suelo pueden determinar si el suelo es apto para ser cultivado. También permite predecir posibles sequías o inundaciones y uso del suelo más adecuado de un lugar (GLOBE 2005).

El mismo actor señala que las características del suelo también ayudan a explicar los patrones observados en las imágenes satelitales, el crecimiento de la vegetación a través del paisaje, o la tendencia de la humedad del suelo y la temperatura que podrían estar relacionadas con el clima.

Las características físicas de los suelos pueden ser modificadas de manera directa o indirecta, causadas por muchos factores como: fuego, mal manejo, mecanización, erosión e inundaciones. El nivel de daño que cause va a depender, esencialmente, de las condiciones naturales del suelo (Flores B y Ferrer *et al. sf*).

Los procesos de degradación física tienen consecuencias muy graves sobre el suelo en los que actúa, tanto desde el punto de vista productivo, como ambiental y otros que son evidentes, como económico y social. En cualquier caso, resulta muy difícil evaluar económicamente los costos que conlleva la alteración de las condiciones físicas del suelo. Generalmente los suelos con mejores características productivas, son los más afectados, por ejemplo: aquellos que presentan estructura granular y textura franca son los más propensos a sufrir por erosión y compactación (Solera J. *sf*). Sin embargo, el espacio poroso total no presenta niveles críticos de poros que pudiesen indicar problemas de infiltración del agua en el suelo y desarrollo de las raíces de las plantas (Flores B 2006).

3.3 Propiedades físicas

Las propiedades físicas de los suelos, determinan y limitan en gran parte, la capacidad de uso a los que el hombre los sujeta. Ej textura, densidad aparente, porosidad total, color,

infiltración. La condición física de un suelo determina la rigidez y la fuerza de sostenimiento, la facilidad para la penetración de raíces, aireación, la capacidad de drenaje, almacenamiento de agua, plasticidad, y la retención de nutrientes. Se considera necesario para las personas involucradas en el uso de la tierra, conocer las propiedades físicas del suelo, para entender en qué medida y cómo influyen en el crecimiento de las plantas, y cómo la actividad humana puede llegar a modificarlas, y comprender la importancia de mantener las mejores condiciones físicas del suelo. En otras palabras, no permitir que los suelos se erosionen o se compacten (Rucks L *et al.* 2004).

3.3.1 Textura

El suelo es una mezcla de partículas minerales y orgánicas de diferente tamaño y forma, cada distribución por tamaño, se denominan textura y se realiza su fraccionamiento mediante el análisis mecánico de Bouyoucos (Anadón R *et al. sf*).

La textura representa el porcentaje en que se encuentran los elementos que constituyen el suelo; arena, limo y arcilla y se considera que es buena, cuando la proporción de dichos elementos que los constituye esta balanceada y le permitan a la planta un buen desarrollo radicular, adecuado nivel de nutrientes y el soporte necesario para el crecimiento. El tipo de textura dependerá del material parental o roca madre, de los procesos de evolución que han formado el suelo y de la interacción factores que influyeron en la formación como: ambientales, antropológicos, químicos, físicos, mecánicos (Brady N *et al.* 1996).

Cuadro 1. Representación de la textura de suelo de acuerdo a su tamaño

Fracción	Tamaño (mm)
Arena muy gruesa	2-0.5
Arena media	0.5-0.25
Arena fina	0.25-0.10
Limo	0.05-0.0025
Arcilla	Menor de 0.0025

Fuente: (Brady N y Weil R 1996)

3.3.1.1 Fracciones de limo arena y arcilla.

El limo es el resultado de la transformación de materiales heredados. Aquí las transformaciones han sido mayores y su composición de minerales es similar a la de arcillas. Las partículas de arena son el resultado de la fragmentación no finalizada de las rocas; principalmente cuarzo. La fracción de arcilla está formada por varios minerales secundarios, los cuales se clasifican en silicatos y no silicatos (Brady N y Weil R 1996).

Cuadro 2. Relación entre la clase textural y el tamaño de partículas del suelo.

Suelos	Textura	Clase textural
Arenoso	Gruesa	Arena(gruesa, media, fina y muy fina) Arena franca(gruesa, media, fina y muy fina)
Francos	Moderadamente gruesa	Franco arenosa
	Media	Franco arenosa muy fina Franca Franca limosa Limo
	Moderadamente fina	Franca arcillosa
Arcillosa	Fina	Arcillosa arenosa Arcillosa limosa arcilla

3.3.1.2 Descripción del método de hidrómetro de Bouyoucos

Se basa en la ley de Stokes, que consiste en medir la densidad de sólidos en suspensión en intervalos adecuados. La densidad disminuye a medida que las partículas sólidas más pesadas (arenas) se van sedimentando y solo queda en suspensión las partículas más pequeñas y livianas (arcillas). Este método es más lento que el de pipeta pero más preciso.

3.3.2 Color del suelo (matiz)

El color del suelo refleja su composición así como las condiciones del mismo. Está determinado generalmente por el revestimiento de partículas muy finas de materia orgánica humificada (oscuro), óxidos de hierro (amarillo, pardo, anaranjado y rojo), óxidos de manganeso (negro) y otros, o puede ser debido al color de la roca parental. El color del matiz del suelo de cada horizonte se debe registrar en condiciones de humedad (o en ambas condiciones, seco y húmedo cuando fuera posible) usando las notaciones para matiz, valor y croma como se da en la Carta o en tabla de colores de suelo Munsell (FAO 2009).

Cuando sea posible, el color del suelo se debe determinar bajo condiciones uniformes. Las lecturas realizadas temprano en la mañana y al anochecer no son exactas. Es más, la determinación del color por el mismo o diferente individuo a menudo puede ser inconsistente, ya que el color es importante con respecto a muchas propiedades del suelo, incluido los contenidos de materia orgánica, el “barniz” o revestimiento y el estado de oxidación o reducción, y para la clasificación del suelo, se recomiendan las revisiones cruzadas y debe estar establecido en una base de rutina (FAO 2009).

3.3.2.1 Tabla Munsell

Está compuesta por 322 fichas de colores sistemáticamente diferentes, organizado de acuerdo con sus notaciones Munsell, en tarjetas realizadas en un cuaderno de hojas sueltas, el acuerdo es por las tres dimensiones que se combinan para describir todos los colores y son conocidos en el sistema Munsell como matiz, pureza e intensidad. El matiz, es el color espectral dominante (rojo, amarillo, verde, azul o violeta); la intensidad es la claridad u oscuridad de los rangos de color de 1 (oscuro) a 8 (claro); y la pureza es la pureza o fuerza del rango de color desde 1 (pálido) a 8 (brillante) (USDA 1999).

Los colores que se muestran en las listas individuales de color del suelo son de color constante, designada por un símbolo en la mano la esquina superior derecha de la tarjeta. Verticalmente, los colores se hacen sucesivamente más claros a partir de la parte inferior de la tarjeta para la parte superior visualmente en pasos iguales; su valor aumenta. Horizontalmente aumentan el croma de izquierda a derecha. La notación de matiz de cada ficha se indica mediante la escala vertical en la columna de la izquierda de la tabla. La notación de croma o intensidad se indica mediante la escala horizontal a través de la parte inferior de la tabla.

"La nomenclatura de color del suelo se compone de dos sistemas complementarios:

- 1 - Los nombres de color.
- 2 - La notación de color de Munsell.

Ninguno de estos por sí solo es adecuado para todos los propósitos. Los nombres de los colores se utilizan en todas las descripciones para la publicación y para uso general. La notación Munsell tiene por objeto completar los nombres de los colores para que sea mayor precisión, como una abreviatura conveniente en las descripciones de campo, para la expresión de las relaciones específicas entre los colores, y para el tratamiento estadístico de los datos de color.

La notación Munsell es especialmente útil para la correlación internacional, para evitar controversias de criterios sobre un color. Ej. Nombres como "marrón oxidado", "ratón gris", "amarillo limón" y "marrón chocolate" nunca deben ser utilizados. Los nombres de los colores del suelo y sus límites se indican en los diagramas que aparecen al frente de cada carta. La notación Munsell de colores consta de anotaciones separadas para matiz, pureza e intensidad, que se combinan en ese orden para formar la denominación color. El símbolo de tono es la letra de abreviatura del color del arco iris (R para el rojo, YR para el amarillo-rojo) precedido por números de 0 a 10. Dentro de cada rango de letra, el color se vuelve más amarillo y menos rojo a medida los números aumentan. La mitad del rango de

la carta es a 5; el punto cero coincide con el punto 10 de la siguiente más rojo 5YR tono está en el medio de la tonalidad rojo amarillo, que se extiende desde 10 R (cero YR) a 10 YR (cero Y) La notación para claridad consiste de números del 0, para el negro absoluto, a 10, para el blanco absoluto. Por lo tanto un color de valor 5 / está a medio camino entre visualmente absoluta blanco y negro absoluto, uno de valor 6 / es ligeramente menos oscuro, 60 por ciento de la forma de negro a blanco, y a mitad de camino entre los valores de 5 / y 7 /. La notación para intensidad o croma se compone de números que comienzan en 0 por grises neutros, y aumentando a intervalos iguales a un máximo de aproximadamente 20, lo que realmente nunca se acercó en el suelo. Para los colores absolutos acromáticos (grises puro, blanco y negro), que tienen cero croma y sin matiz, la letra N (neutral) toma el lugar de una designación matiz. La capacidad de detectar color varía entre las personas, incluso entre aquellos que no están considerados como ciegos al color (Ovales F 2003).

3.3.3 Densidad aparente del suelo

La densidad aparente del suelo se define como la masa de una unidad de volumen de suelo seco (105°C). Este volumen incluye tanto sólidos como los poros, por lo que la densidad aparente refleja la porosidad total del suelo. Valores de densidad aparente bajos (generalmente por debajo de 1,3 kg dm⁻³) indican generalmente una condición porosa del suelo. La densidad aparente es un parámetro importante para la descripción de la calidad del suelo y la función del ecosistema. Los valores de densidad aparente altos indican un ambiente pobre para el crecimiento de raíces, aireación reducida, y cambios indeseables en la función hidrológica como la reducción de la infiltración del agua (FAO 2009).

3.3.4 Densidad real

Es el peso de las partículas minerales en relación al espacio vacío de una muestra con una determinada dimensión, por ejemplo una muestra de 1 cm³ tiene una densidad real

promedio de 2.65 g/cm^3 . En otras palabras, es el peso netamente de las partículas minerales sin tomar en cuenta los espacios porosos (FHIA 1994).

3.3.5 Porosidad del suelo

Según FAO (2009), es el volumen de aire y agua contenidos en una unidad de volumen de suelo y depende principalmente del acomodo de las partículas sólidas. Se dice que la porosidad es ideal cuando el porcentaje de macroporos (entre partículas), es igual al de los microporos dentro de los agregados (Forsythe W 1975). Los macroporos son aquellos que permiten la libre circulación de agua y aire y miden más de 30 micras de diámetro. Los microporos tienen la función de retención de agua y tienen un diámetro menor a 30 micras, y retiene partículas de agua entre 0.2 y 30 micras que generalmente son las que están utilizables para las plantas (FAO 2009).

La porosidad tiene una importancia agrícola grande y sus características dependen de la textura, estructura, materia orgánica, tipo e intensidad de cultivo, labranza y manejo. Como regla general, los suelos bajo sistemas de producción agrícola intensiva tienden a compactarse y al reducir su porosidad pierde parte de su potencialidad de producción (FAO 2009).

Esta condición puede variar con la cantidad de materia orgánica, profundidad y manejo de labranza del propio suelo. En general, entre más poros tenga un suelo se dice que el porcentaje de porosidad es mayor ya que la cantidad de poros es mayor independientemente que sean pequeños por ejemplo, los suelos finos o arcillosos; caso contrario son los suelos arenoso que los poros son más grandes pero en menor cantidad (FHIA 1994).

Cuadro 3. Clasificación de la porosidad total del suelo según % de espacio poroso.

Porosidad total (%)	Clasificación	Valor como vulnerabilidad
> 70	Excesiva	2
55-70	Excelente	4
50-55	Satisfactoria	6
40-50	Baja	8
< 40	Muy baja	10

3.3.6 Infiltración

El agua precipitada o de riego sobre la superficie de la Tierra, queda retenida, escurre por ella, o bien penetra hacia el interior; de esta última fracción se dice que se ha filtrado. El interés económico del fenómeno es evidente si se considera que la mayor parte de los vegetales utilizan para su desarrollo agua infiltrada y que el agua subterránea de una región tiene como presupuesto previo para su existencia, que se haya producido infiltración (Custodio E y Llamas M 1996).

Infiltración es el proceso por el cual el agua penetra en el suelo, a través de la superficie de la tierra, y queda retenida por ella o alcanza un nivel acuífero incrementando el volumen acumulado anteriormente. Superada por la capacidad de campo del suelo, el agua desciende por la acción conjunta de las fuerzas capilares y de la gravedad. Esta parte del proceso recibe distintas denominaciones: percolación, infiltración eficaz, infiltración profunda, etc. (Aparicio M 1999).

3.4 Muestreo

Consiste en la selección de puntos y tomar información de ellos con el objetivo principal de obtener datos de una población de individuos u objetivos con características similares, que

los identifiquen como grupo; de acuerdo a esto, una muestra debe recopilarse de modo que represente a una población u objeto. El muestreo es una herramienta de la investigación científica, cuya función básica es determinar que parte de una población debe examinarse, con la finalidad de hacer inferencias sobre dicha población (ACCS 1995).

El mismo autor señala que es importante seleccionar áreas con características similares en base a criterios como: topografía, tipo de vegetación, manejo, presencia de fuentes de agua (Ver Anexo 1).

3.4.1 Muestreo sistemático

También llamado muestreo regular, se basa en el seguimiento de un patrón geométrico específico donde las muestras son tomadas a intervalos regulares a lo largo de ese patrón. Útil para cubrir en forma fácil y uniforme un sitio, de forma que toda la población de muestras está representada en la muestra según patrón asignado. Es útil para estimar con precisión zonas críticas, características estadísticas del sitio, patrones espaciales en dos o tres dimensiones y tendencias. Se adapta fácilmente a estudios estadísticos. La primera muestra se escoge aleatoriamente, y el resto de acuerdo al patrón asignado. La red puede tener diferentes formas geométricas, cuadrada, rectangular, etc. Sus principales ventajas son que asegura que la población de muestras está representada en forma total y uniforme, no requiere de conocimiento previo del sitio o población de muestras. Es fácil de interpolar y configurar entre muestras. Sus desventajas son que asume que hay correlación entre las muestras cercanas y hay que asegurar que el patrón de la red no coincida con el del fenómeno estudiado. El muestreo en redes es el más apropiado para la creación de superficies o mapas en el muestreo para desarrollo de patrones (ARCAL C 2009).

IV MATERIALES Y MÉTODO.

4.1 Descripción del sitio de estudio

El estudio se realizó los meses de agosto, septiembre y octubre en la Universidad Nacional de Agricultura, ubicada en barrio El Espino, municipio de Catacamas, departamento de Olancho, con coordenadas geográficas 14.8333 latitud norte y -85.9 longitud oeste.

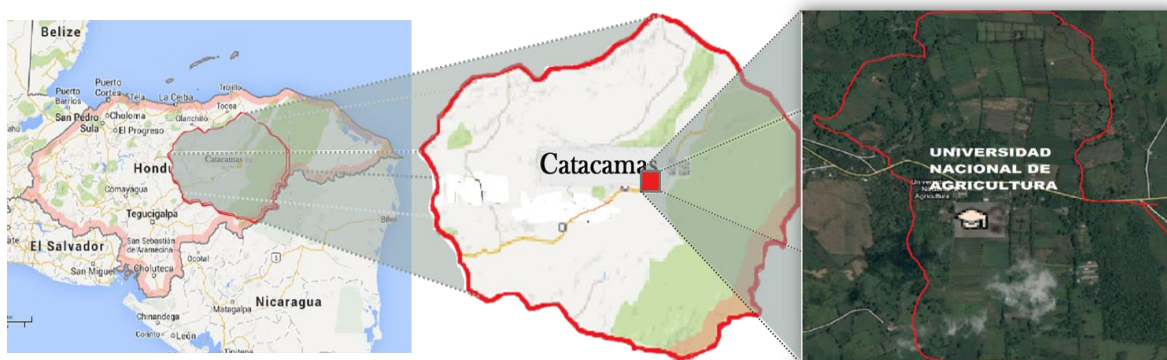


Figura 1. Localización de La Universidad Nacional de Agricultura en Olancho, Honduras

La institución se encuentra a una altura de 346 msnm, forma parte del valle de Guayape, una zona con condiciones agroclimáticas diversas; el clima es poco lluvioso, subtropical, se caracteriza por tener dos estaciones; una seca entre diciembre y abril, siendo febrero el mes más seco con un promedio de 19.0 mm. La estación lluviosa se presenta desde mayo a noviembre y tiene un promedio mensual máximo en septiembre de 211 mm. La precipitación anual es de 1,200 mm, con 153 días de lluvia, una humedad relativa promedio de 74%, la temperatura media anual es de 27-28 °C, con una máxima de 30.2 °C y mínima de 18.6 °C, en promedio, sin embargo ha llegado hasta los 35 °C, (Servicio

Meteorológico Nacional de Honduras 2013). La combinación de estos factores antes descritos interviene en el tipo e intensidad de los procesos de formación del suelo (FAO 2009).

Los suelos específicamente de la universidad van desde sedimentarios franco arenoso en las vegas del río Talgua, hasta suelos con contenidos de arcilla, especialmente en las zonas de investigación y agronomía (Trejo M 2010).

4.2 Materiales y equipo

Se hizo uso de GPS, pala, bolsas plásticas, cámara fotográfica, guantes, mascarillas, papel periódico, rodillo, balanza granulométrica, pizeta, agitador o motor de vaivén, horno, pipetas, beaker, cilindro, hexametáfosfato de sodio y carbonato de sodio que se mezclan para formar la solución dispersante, alcohol isoamílico, peróxido de hidrógeno, hidrómetro de Bouyoucos, marcadores, jabón líquido. (Ver Anexo 2)

4.3 Descripción del método

Para determinar las características físicas, el trabajo se dividió en tres fases: fase uno, que consistió en la determinación de puntos de muestreo, fase dos de campo, en donde se tomaron muestras en el campo y pruebas de infiltración. En la fase tres, de laboratorio que consistió en los análisis de las muestras e interpretación de resultados.

4.3.1 Fase uno.

Consistió en un recorrido por las áreas de producción vegetal, para localizar y delimitar el área a caracterizar a través de la toma de puntos de geo referencia del perímetro utilizando el sistema de posicionamiento global (GPS), posterior mente se determinaron los puntos de muestreo con el programa gvSIG. Que brinda las coordenadas de cada punto, los que

están a una distancia de 75 m uno del otro, formando una cuadrícula o malla de puntos (un punto de muestreo representa una área 5, 625 m²).

4.3.2 Fase dos.

Esta fase consistió en trabajo de campo, el cual trató de la recolección de muestras para determinar textura, color, densidad y porosidad, así como las pruebas de infiltración.

Los puntos de muestreo se ubicaron en el campo, por medio de rutas con el GPS haciendo uso de las coordenadas que brindó el programa gvSIG al momento de determinación de puntos de muestreo (Ver Anexo 3).

Cada muestra para determinar textura y color se sacó a una profundidad de 20 cm, basado en que los cultivos sembrados en la institución como granos y hortalizas sus raíces se encuentran a esa profundidad. Se introdujo el palín formando un agujero en forma de “V”, (ver Anexo 4), seleccionando el talud más limpio y adecuado, se hizo un corte de suelo de unos 5 cm de espesor y se eliminó los excesos, de modo que quedo una muestra de aproximadamente 500 gramos, adecuada para guardar en las bolsas (Ver anexo 5).

Las muestras para determinar densidad y porosidad se obtuvieron usando un cilindro de 5 cm de diámetro y 10 cm de altura (volumen de 78.5 cm³). Se introdujo después de los primeros 10 cm de la superficie, teniendo cuidado de no compactar el suelo y así tener un volumen real de campo. Para esto se aprovechó el agujero hecho para extraer la muestra de textura haciendo una especie de cama en uno de los taludes (Ver Anexo 6). Se identificaron y se guardaron en una bolsa debidamente rotulada con la siguiente información: establecimiento, número de muestra, nombre del propietario, cantidad de hectáreas a las que representa, cantidad de muestras tomadas, profundidad a la cual fue tomada, ubicación geográfica, cultivo anterior, fertilizante usado, aplicación de enmiendas, forma de aplicación, uso de mecanización, observaciones (Ver Anexo 7). Las dos muestras extraídas

“una con el palín y otra con el cilindro” de cada punto de muestreo se llevaron a un lugar fresco para su posterior tratado.

Las pruebas de infiltración se realizaron haciendo uso del método del cilindro, o infiltrómetro dicho cilindro tenía una dimensión de 20 cm de diámetro y 15 cm de altura de los cuales solo se toman en cuenta 10 cm porque 5 cm se introdujeron en el suelo para evitar fuga de agua. En conclusión el volumen neto de agua que se uso fue de 3,140 cm³ (Ver anexo 8).

4.3.3 Fase tres.

Esta parte del trabajo consistió en la preparación y análisis físico de cada una de las muestras en el laboratorio de la Universidad Nacional de Agricultura. Los resultados de cada muestra se ordenaron y clasificaron de acuerdo a la información respectiva. Luego se registraron de acuerdo al procedimiento ya establecido por el laboratorio de la institución.

Preparación de muestras

Las muestras con fines de determinación de textura se secaron en el piso sobre papel periódico, bajo sombra. Algunas muestras ocuparon de dos a tres días en secarse, tomando en cuenta que los suelos con contenidos de arcilla tardaron más para secarse que los arenosos. Seguidamente las muestras se mulleron con el rodillo para la destrucción de agregados, luego se tamizaron en una red o tamiz de 2 milímetros, finalmente las muestras tamizadas se guardaron en bolsas plásticas nuevas etiquetadas (Ver Anexo 9), se guardaron en un lugar fresco y seguro quedando listas para ser analizadas. Para la determinación de color se usó un terrón con superficie lisa. Para esta práctica no se requiere ningún trato de la muestra excepto secarlas para determinar color de suelo seco y luego humedecer para determinar color de suelo húmedo.

Las muestras para determinación de densidad y porosidad total se secaron como se describe en la determinación de densidad aparente y porosidad total más adelante.

4.4 Determinación de textura

Se determinó en el laboratorio de la Universidad Nacional de Agricultura utilizando el método hidrómetro de Bouyoucos (ver Anexo 10), que se basa en la ley de Stokes, Este análisis permite tener acceso a información cuantitativa sobre la densidad (gr/1,000 ml) de partículas en suspensión y por ende las sedimentadas, para se tomaron dos lecturas con el hidrómetro, la primera a los 40 segundos que es el tiempo en que se ha sedimentado las partículas de arena, por lo tanto la lectura representara la cantidad de partículas de limo más arcilla en suspensión. A las dos horas se tomó la segunda lectura porque es el tiempo en que los limos se han sedimentado, por eso esta lectura se atribuye a la cantidad de arcillas, las únicas que permanecen en suspensión (Stokes 1851)

Se determinó cada fracción utilizando las siguientes fórmulas.

$$\% \text{limo} + \% \text{arcilla} = \frac{\text{lectura del hidrómetro corregidas a los 40 segundos}}{\text{peso del suelo seco (PSS)}}$$

$$\% \text{Arena} = 100 - (\% \text{Limo} + \% \text{Arcilla}) \times 100$$

$$\text{Arcilla} = \frac{\text{lectura del hidrómetro corregidas a las 2 horas}}{\text{peso del suelo seco}} \times 100$$

FC: Factor de corrección: (°F)- (68 °F)*0.2

A la lectura el °F se le resto 68 °F, esa diferencia se multiplico por 0.2 y el resultado se sumó o resto a cada lectura del hidrómetro si está por debajo o por arriba respectivamente de la temperatura a la que esta graduado el hidrómetro, en este caso 68 °F.

El factor de corrección se usa en aquellos casos donde la temperatura ambiental es diferente a la que esta calibrado el hidrómetro, y se suma o se resta el factor resultante para ajustar la lectura y reducir el margen de error.

Después de calcular las proporciones de arena, limo y arcilla se determinó la clase textural utilizando el triángulo de clases texturales (Ver Anexo 11).

4.5 Determinación de densidad aparente

Se utilizó el método del cilindro, que consiste en relacionar la masa del suelo seco (secadas en horno a 105°C) con el volumen del cilindro utilizado.

Las muestras se sometieron en el horno en laboratorio a una temperatura de 105 °C durante 24 horas hasta que perdieron la humedad de los macroporos y microporos. Se hicieron pruebas de secado en el horno para determinar el tiempo en promedio que requiere el suelo de la Universidad para perder toda la humedad. El suelo seco, luego se pesó y se tabuló para el análisis respectivo (Ver anexo 12).

Se utilizó la siguiente fórmula

$$Da = \frac{M}{V}$$

Dónde:

M: peso del suelo seco (masa) en gr

V: volumen del cilindro utilizado en mm

Volumen del cilindro: $a \cdot h$

Dónde:

a: Área de la base del cilindro

h: Altura del cilindro

4.6 Determinación de porosidad

Después de determinar la densidad aparente, se procedió a estimar la porosidad total, especialmente usando el dato de densidad aparente calculado y asumiendo la densidad real como un dato promedio de 2.65 gr/cm^3 .

Se utilizó la siguiente formula:

$$P_t = \left(1 - \frac{D_a}{D_r}\right) \times 100$$

Dónde:

Pt: porosidad total

Da: Densidad aparente.

Dr: Densidad real.

4.7 Determinación de color

La determinación del color del suelo se realizó por la comparación de éste con los diferentes patrones de color establecidos en la tabla Munsell o símbolo del color (Ver Anexo 13). Se utilizaron pequeños terrones (0.5-1 cm) escogidos de cada muestra, con características tales como: que tuvieran un lado por lo menos plano, sin orificios que hicieran verse más oscuro su color, no tan pequeños de modo que se apreciara muy bien su color.

Se determinó color de suelo seco y color de suelo húmedo, para ver la variabilidad según contenido de humedad.

4.8 Determinación de infiltración

Se determinó directamente en el campo, por medio del método del cilindro (infiltrómetro). (Ver anexo 14), tomando en cuenta las siguientes consideraciones Una vez encontrado el punto de muestreo, se aseguró que estuviera retirado de caminos, huellas de llantas, grietas en el suelo, etc. Al presentarse estos problemas, el punto se movió lo necesario hacia un lugar adecuado. Seguidamente se colocó el cilindro sobre el suelo, teniendo cuidado de remover residuos del lugar donde el cilindro toca el suelo, de tal manera que los residuos no dificulten la introducción del cilindro, sin embargo, tratar de no mover todos. Luego se forró el interior del cilindro con bolsa de plástico, en seguida se vertió el agua sobre la misma con cuidado de no dejar que escurriera por los lados, después se retiró el plástico suavemente y se terminó de llenar el cilindro en casos necesarios, luego se controló el tiempo con el cronómetro a intervalos de 10 minutos por cada lectura por una hora

V RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Se obtuvieron en total 137 puntos para muestreo, distribuidos en una área total de 101.5 ha (ver Anexo 2).

Al final se agrupó la información de las características físicas de suelo según su uso de la siguiente forma: reserva de vega con 19 muestras, hortalizas que se obtuvo información de 20 muestras, lote de investigación agrícola con 15 muestras, lote de cultivos industriales con 10 muestras, lote de granos y cereales de 61 con muestras y lote del Guanacaste con 12 muestras (ver cuadro 4).

4.1 Textura

Las clases texturales encontradas en los suelos de lotes de producción vegetal en la Universidad Nacional de Agricultura son en su mayoría franco arcillo arenosos un 52% y franco arenosas 32%, el resto está distribuido de la siguiente forma: francos 6%, franco arcilloso 5%, arcilloso arenoso 3% y arenoso franco 2%. Estos resultados están de forma general de toda el área de estudio.

Cuadro 4. Clases texturales de suelo en porcentaje según lote

CLASE TEXTURA L	LOTES/USOS					
	INV. AG.	CUL .IND.	GUA.	VEGA	G. Y CER.	HORT.
	%	%	%	%	%	%
FRA	53	70	67	5	67	25
FA	47	20	33	63	13	60
F				16	3	15
FR		10			10	
RA					7	
AF				16		
Cantidad de muestras	15	10	12	20	61	19

INV. AG: lote investigación agrícola, **CUL .IND:** lote cultivos industriales, **GUA:** lote guanacastes, **G. Y CER:** lote granos y cereales, **HORT:** lote hortalizas. **FA:** Franco Arenoso, **FAR:** Franco Arenoso Arcilloso, **RA:** Arcillo Arenoso, **F:** Franco, **FR:** Franco Arcilloso, **%:** porcentaje de suelo con la respectiva textura

El lote de investigación, presenta una texturas franco arcillo arenosas en su mayoría el 53%, y franco arenosos 47%, estos últimos localizados cerca del lote de hortalizas.

El lote de hortalizas presento en su mayoría suelos franco arenosos (60%) y solo en 25 % presenta porcentajes considerables de arcillas, el resto presento características texturales francas. La predominancia de suelos franco arenosos es muy probable que se deba a que es uno de los lotes más inundados por el rio Talgua en tiempos de invierno

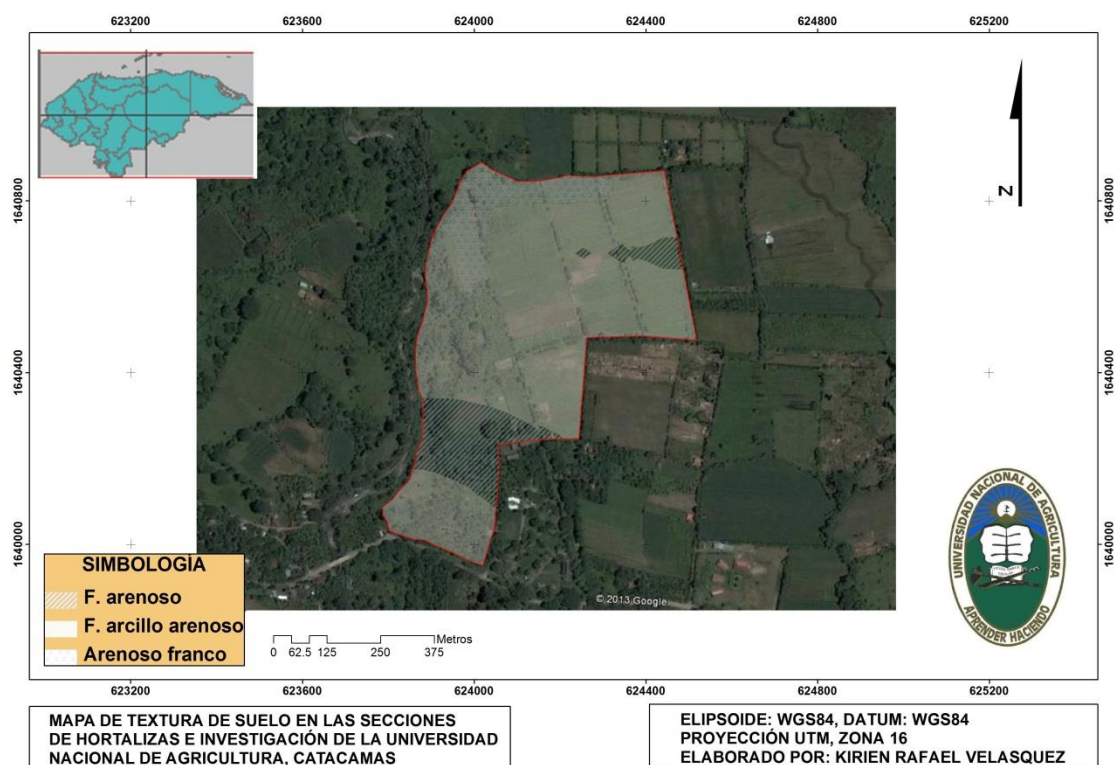


Figura 2: Mapa de textura en los lotes de vega, hortalizas e investigación agrícola.

Igual que el lote antes mencionado, la vega es la que tiene mayor presencia de arenas 63% de suelos franco arenosos, por las mismas razones. Al igual que los lotes que están más cerca del río como ser hortalizas, también tienen esta característica. En el caso de los lotes que están más alejados del río tienen una mayor presencia de arcillas como es el caso del lote del olvido e investigación agrícola, parte del lote de cultivos industriales.

La sección de cultivos industriales, las texturas encontradas fueron franco arcillo arenoso de 70% principalmente en las zonas donde se cultiva maracuyá y mango, suelos franco arenosos 20% y franco arcillosos 10% en la zona donde actualmente se cultiva musácea, yuca, caña y otros cultivos anuales

El lote donde se cultivan granos incluye la sección de granos y cereales y el olvido, presento texturas variables pero predominando el franco areno arcillosos (67%), en menor

frecuencia se encontró presencia de Franco arenoso, Franco, Franco arcilloso, Arcillo arenosos.

El lote de guanacaste donde se cultiva mango y aguacate presentan suelos franco areno arcillosos (67%), pero también hay presencia de franco arenoso (33%)

Se puede observar que las clases texturales no varían a causa del uso de suelo, ya que esta depende de otros factores como procesos de formación, la desintegración de roca madre, o como es el caso de algunos lotes, que han sido inundaciones por el río Talgua, que su textura característica de arena y limo es por la sedimentación de partículas, que las aguas han arrastrado desde la zona alta de la cuenca y normalmente quedan en las vegas por rápido desplome de las partículas de arena debido a su mayor peso, en comparación de las arcillas que por ser más livianas, el agua las arrastra a distancias mucho más lejanas, quedando generalmente en las barras de los ríos y quebradas. Por lo antes mencionado, cuando miramos sedimento que dejan las inundaciones, a simple vista se puede observar la presencia de suelos francos y arenosos

4.2 Color del suelo

En general, presentan colores como el marrón, gris, pardos en menor cantidad, los amarillos, rojos, verdes olivos, negros, blancos. (Ver anexo 15)

En la mayoría de los lotes analizados se encontraron colores predominantes como marrón olivo, marrón grisáceo, gris pardo y claro y oscuro, marrón amarillento, verdosos indicio que en estos suelos hay cantidades considerables de compuestos de hierro. Según explica Narro 1994, la relación del color de suelo con compuestos y elementos químicos.

Estos colores están combinados con palabras claves como oscuros o claros, lo que puede indicar la presencia de materia orgánica en dichos suelos o humus en el caso de los bien

oscuros, aunque no necesariamente, ya que los suelos gris muy oscuro a negros se les atribuye presencia de magnesio en reacción con oxígeno presente en el suelo, presencia de carbonatos en el caso de los claros blanco.

Algunos grises pueden o no indicar que los suelos han sido inundados por largas temporadas. Otros casos encontrados como suelos de color rojo o negros rojizos, además de tener altos compuestos de hierro, normalmente tienen en su composición feldespatos, hematita y en algunos casos se deba a la presencia de arcillas, como es el caso de ciertos puntos del lote de granos y cereales, único en presentar esta característica. Además de esta diferencia, solamente en el lote del Guanacaste en la zona sur de la institución presento colores muy oscuros como ser el negro. Además de estos lotes, los demás presentaron características de color homogéneo.

Hubo una notoria diferencia entre el color de suelo seco y suelo húmedo, en su totalidad las muestras húmedas presentan un valor más alto, lo que da colores un poco más oscuros, debido a que la humedad tiene la capacidad de resaltar el color oscuro de la materia orgánica a pesar que sea muy poca su presencia en el suelo. Además el suelo seco tiene una mayor capacidad de reflejar la claridad o la luz, por eso el color en suelo seco se aprecia más claro (Ovales, F. 2003)

4.3 Densidad aparente

La densidad está estrechamente relacionada con la porosidad del suelo ya que incluye tanto sólidos como los poros. Los valores de densidad aparente igual a 1.3 g/cm^3 indican normalmente una condición porosa promedio del suelo (FAO 2009). En todas las zonas analizadas se encontraron densidades mayores a ese valor, lo que significa que están por encima de lo normal, esto se puede atribuir al manejo que generalmente se le da al suelo en la institución, como es el uso de mecanización agrícola, la falta de prácticas de conservación y mejoramiento del suelo, todo esto en combinación con presencia de arcillas

que se prestan para que los suelos se compacten fácilmente. Esto no significa que todos estos suelos son del todo malos ya que valores entre 1.5 y 1.7 g/cm³ son muy aceptables para la mayoría de los cultivos (Clark Lea).

Lotes como el de cultivos industriales, hortalizas, Guanacaste, en los que se cultiva principalmente hortalizas y otros cultivos anuales, presentan valores de 1.7, 1.7 y 1.6 gr/cm³ respectivamente, (ver figura 2), que están dentro de los rangos antes mencionados, pero, el lote de granos y cereales; y el lote de investigación agrícola tienen suelos con densidades aparentes muy altas de 1.8 gr/cm³ (Ver figura 2) y pueden indicar un ambiente pobre para el crecimiento de raíces, aireación reducida, y cambios indeseables en la función hidrológica como la reducción de la infiltración del agua, esto se debe seguramente a la siembra continua de maíz y arroz, por la mecanización con arado y rastra, y después del cultivo cosechadoras, es decir preparación de suelos y cosecha mecánica en algunos casos. Al comparar estos resultados de las áreas donde se cultiva cada año, con parte del lote de la vega del río Talgua, específicamente el lote del sauce, se puede observar que las densidades son mucho más aceptables en la vega debido a lo antes mencionado acerca del uso.

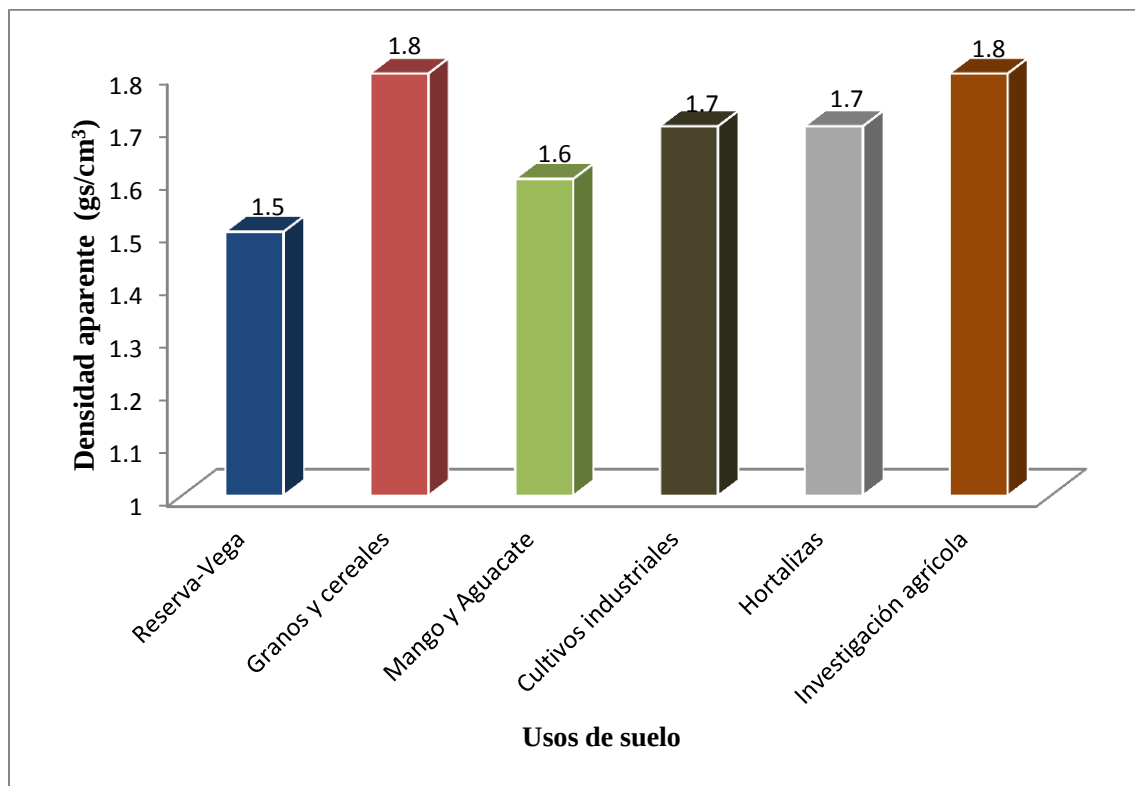


Figura 3. Promedios de densidad aparente de suelos de acuerdo a la localidad o uso en la Universidad Nacional de Agricultura

Esta propiedad tiene una relación con la textura de suelos, por ejemplo, el lote de investigación agrícola y el de granos, son los que presentan suelos con las densidades más altas, en relación con una textura predominante franco arcillo arenoso.

Hortalizas presenta densidades de 1.7gr/cm^3 frente a una textura predominante franco arenosa, sin embargo el lote de guanacastes presenta densidades más bajas y tiene suelos con mayor cantidad de arcillas, pero aquí entra el factor manejo, el lote de Guanacaste no está actualmente en uso en cambio hortalizas está en constante uso

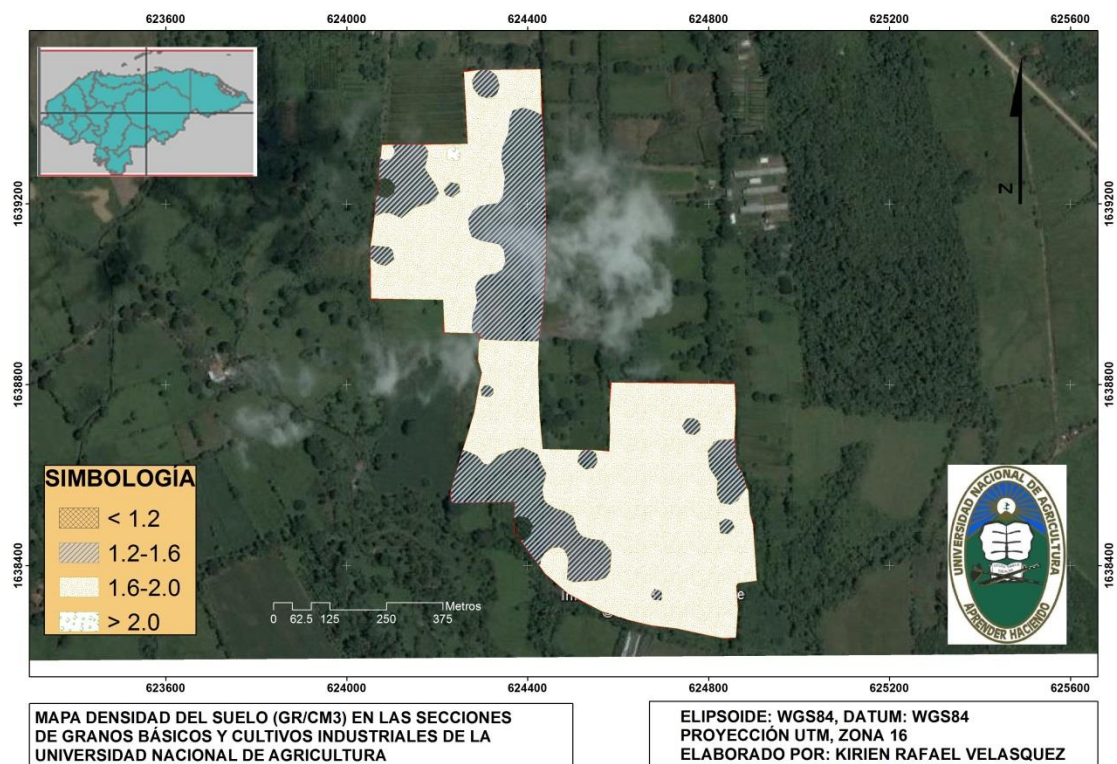


Figura 4: Mapa de densidad aparente en lotes de vega, hortalizas e investigación agrícola.

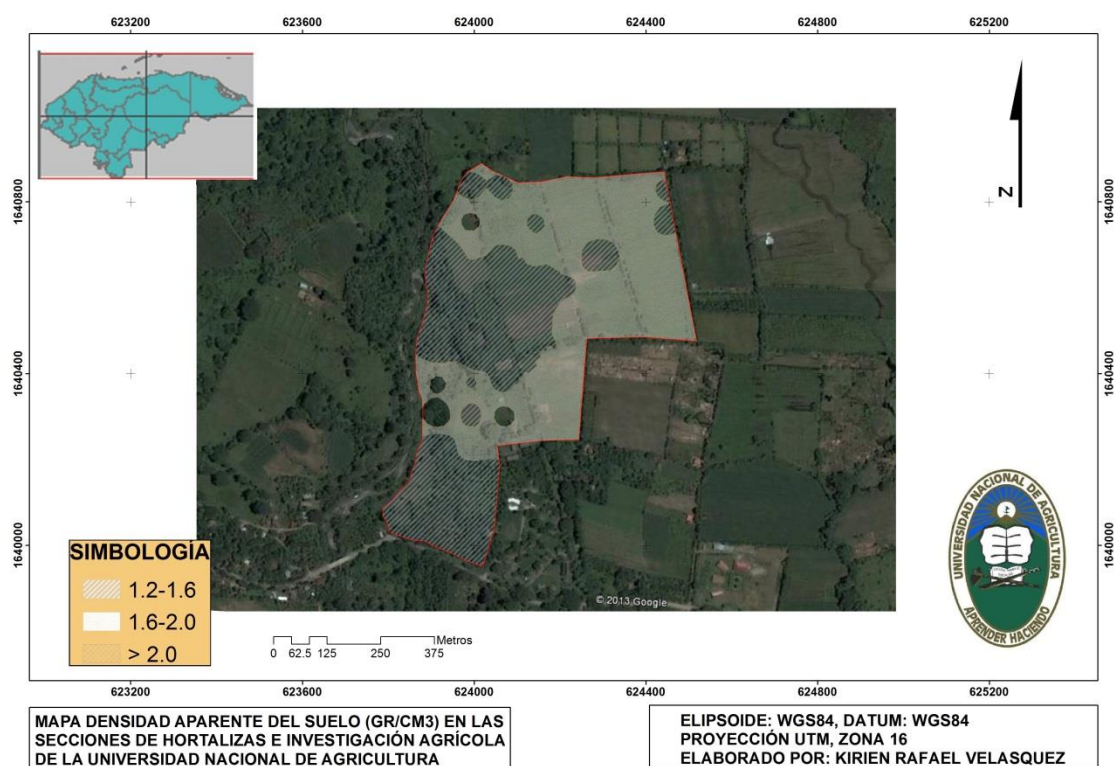


Figura 5. Mapa de densidad aparente en lotes de vega, hortalizas e investigación agrícola.

4.4 Porosidad total.

Los porcentajes de porosidad en los suelos tienen una relación inversamente proporcional con la densidad aparente, ya que a mayor densidad, menor porosidad y viceversa. Es por eso que en lotes con altas densidades como el de investigación agrícola, granos y cereales, y hortalizas, presentan porcentajes de porosidad bajos (34%, 33 % y 35%, respectivamente) como se indica en la Figura 3 el cual se considera que tiene espacios porosos muy reducidos y complican el crecimiento radicular de los cultivos (FAO 2009).

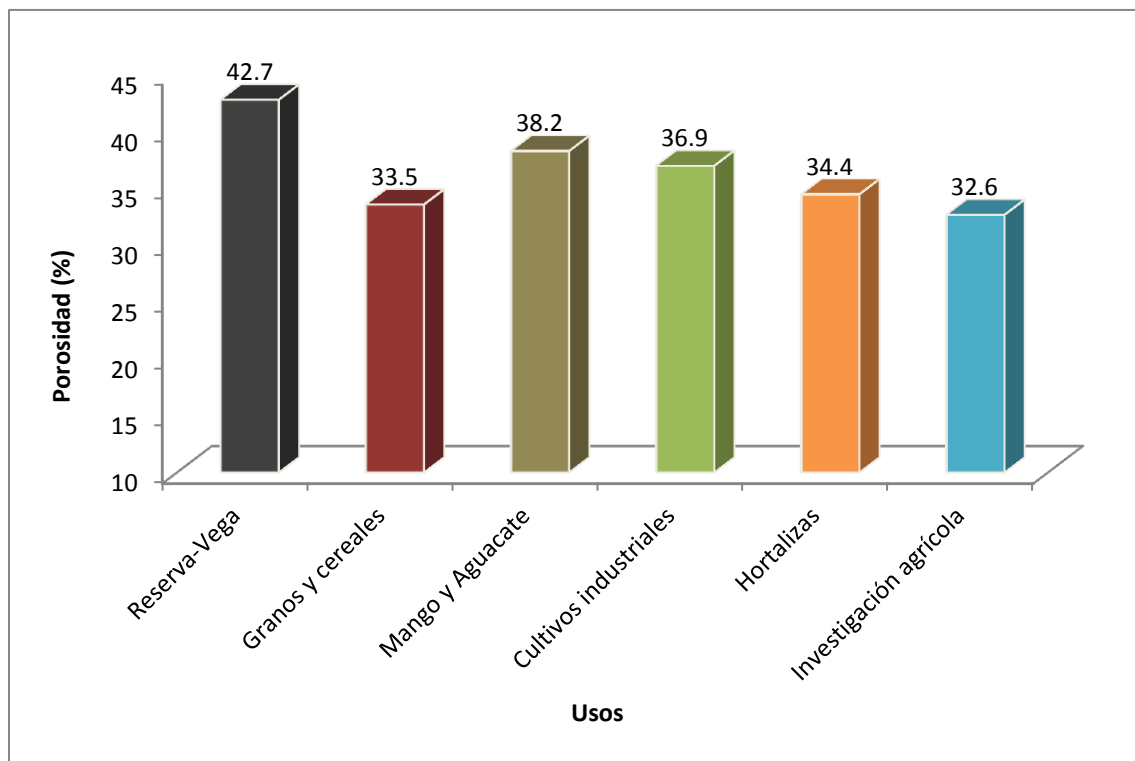


Figura 6. Promedio de porosidad total, de acuerdo a la localidad o uso de suelo

El lote de cultivos industriales y guanacastes presentan una porosidad mejor, sin embargo no adecuada debido a que se encuentran entre rangos de 35- 40% lo cual se clasifica como una porosidad medianamente reducida y también dificulta el crecimiento radicular de los cultivos. Si se compara la porosidad de estos lotes con el lote del sauce en la vega del rio Talgua, se encuentran que la porosidad en ese último es mayor, incluso medianamente adecuada para cultivos que crecen sin problemas en suelos con P_t mayores a 40 % que se considera una porosidad mediana. Esto se debe a que no son mecanizados ni transitados.

Algunos lotes como el de investigación agrícola y el de granos y cereales aparentemente poseen suelos sueltos, pero al momento de muestreo se encuentran suelos compactos a solo 20 cm de profundidad, de acuerdo a eso se recomienda el uso de subsolador para mejorar la densidad aparente y porosidad.

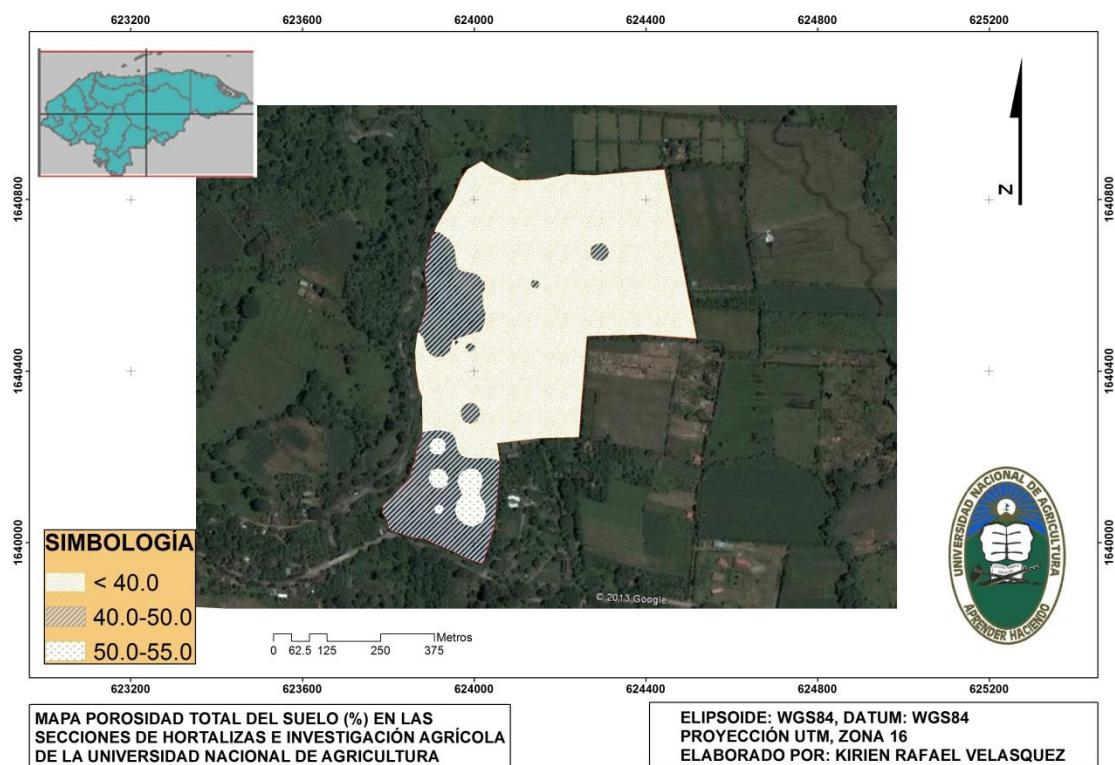


Figura 7. Mapa de porosidad total aparente de lotes de la vega, hortalizas, e investigación.

4.5 Infiltración

Los resultados de infiltración media se agruparon en cuatro lotes (hortalizas, investigación agrícola, granos y cereales, y cultivos industriales)

Cuadro 5. Cantidad de infiltración media en milímetros por hora

Lote	Granos y cereales	Inv. Agrícola	Cultivos industriales	Hortalizas
Infiltración mm/hr	4.80	4.5	5.33	6

Hay una clara relación entre la infiltración y el resto de las características físicas analizadas, especialmente con la densidad aparente y textura. Las densidades altas como en el lote investigación agrícola y el lote de granos y cereales presento menor cantidad de infiltración de agua por hora que el resto de los lotes. Como la densidad es en parte, dependiente de la textura, esta última tiene mucho que ver con la infiltración.

El resultado de la infiltración media en del lote de hortalizas, por ejemplo es de 33 mm/hr y el de investigación agrícola de 23 mm/hora. Al comparar la densidad aparente media de los lotes (1.7 gr/cm^3 y 1.8 gr/cm^3 , respectivamente), se ver una relación inversa entre ambas propiedades ya que la densidad por cm^3 más alta permite una tasa de infiltración más baja, como es el caso del lote de investigación agrícola.

Cabe mencionar que hay una relación con la clase textural, si se compara el lote de investigación agrícola con granos y cereales ambos tienen un promedio de D_a de 1.8 gr/cm^3 . El lote de granos y cereales permite una mayor infiltración 26 mm/hr, a pesar de la similitud de sus densidades. Esto se puede atribuir, a que el lote de granos y cereales presenta texturas en su mayoría francas y con cantidades considerables de arena, que permiten una mayor absorción y transporte de agua y aire. (Narro 1994) Caso contrario el del lote de investigación agrícola que aunque no son suelos arcillosos en su totalidad se encontró cantidades considerables de arcillas (suelos franco arcillo arenoso) que son suelos que permiten una menor infiltración de agua a pesar que a cantidad de poros es mayor sin embargo son mucho más pequeños y solo generalmente almacenan el agua no la transporten (Narro 1994).

Lo mismo sucede con el lote de cultivos industriales, a pesar de que presenta la misma densidad aparente con el lote de hortalizas 1.7 gr/cm^3 , permite un poco menos la infiltración, lo que también se debe probablemente a la clase textural ya que el lote de cultivos industriales presenta suelos con arcillas.

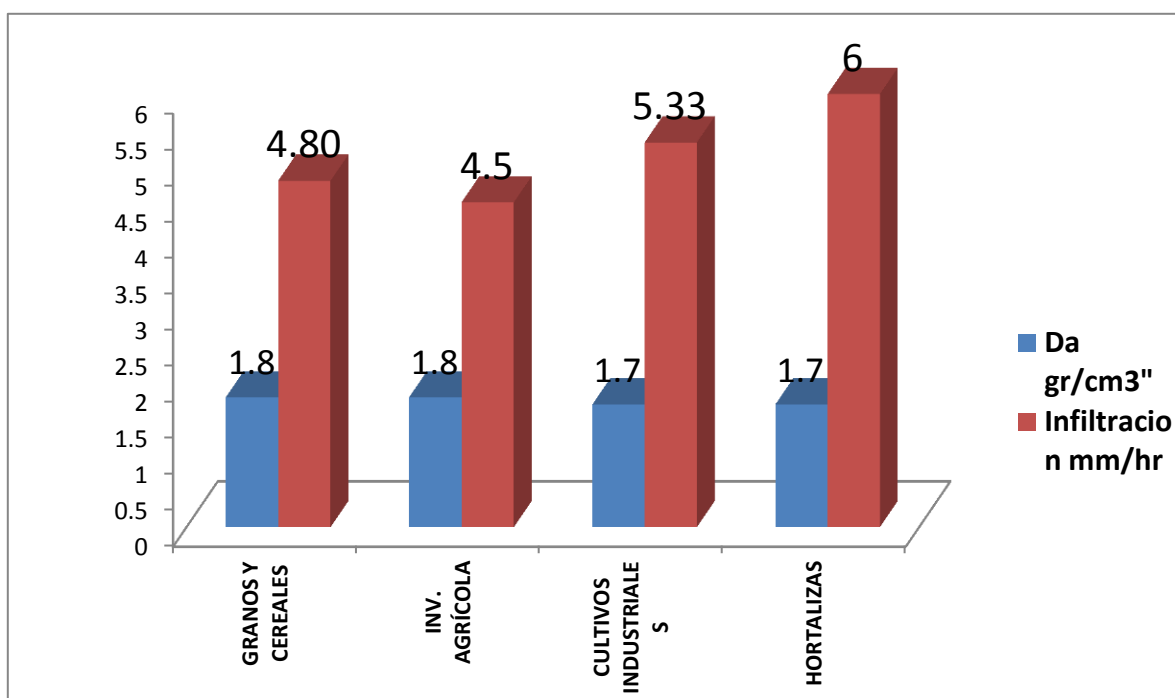


Figura 8. Relación entre la infiltración y la densidad aparente promedio por lote

VI CONCLUSIONES

1. Características como la densidad aparente, porosidad, infiltración no son óptimas para los cultivos por efecto del uso excesivo y manejo del mismo (mecanización agrícola, monocultivos) y afectan directa e indirectamente el crecimiento el desarrollo correcto de los cultivos.
2. No hay interacción entre los diferentes tipos de textura según el uso de suelos, más bien se atribuye a eventos naturales como inundaciones, desintegración de materia orgánica y de roca madre.
3. En el caso del color tiene poca relación con las otras características físicas esto es porque tiene que ver más con el contenido químico como hematita, sulfato de hierro, humus calcita, cuarzo, yeso, dolomita. Sin embargo lo suelos arcilloso presentaron colores más rojizos en comparación de los otros.
4. Suelos con texturas francas, presentaron las densidades bajas, es decir espacio poroso amplio en comparación de aquellos que presentaron cantidades de arcilla presentó densidades un poco más altas y por lo tanto menor tamaño de poros.
5. El lote con mejores características de densidad aparente, y porosidad fue el lote de la reserva de la vega del río Talgua, esto es fácil de interpretar ya que son suelo poco usados.

6. A mayor distancia del rio Talgua, la cantidad de arcilla en el suelo aumenta y presenta densidades aparentes más altas.
7. La mecanización afecta la física del suelo, porque en los primeros centímetros de profundidad, se puede ver a simple vista que hay suficiente porosidad en el suelo, pero a profundizar de 20cm o más, la perspectiva cambia, a causa de una capa compacta que existe bajo la capa arable.

VII RECOMENDACIONES

1. Controlar el uso de mecanización agrícola, porque afecta las propiedades físicas del suelo, principalmente densidad aparente, porosidad total e infiltración.
2. Emplear el uso de subsolador cada año, a una profundidad de 90 cm. para que rompan los suelos compactos
3. Emplear el uso de abonos verdes, como ser siembra de leguminosas que aparte de dar algunos nutrientes al suelo, mejoran la física del suelo.
4. Generar un programa de uso de suelo, para dar descanso y poder emplear la recomendación anterior. Que incluyan rotación de cultivo, descanso de melgas (barbecho), sistemas agroforestales
5. Aplicar abonos orgánicos, estos pueden provenir de las granjas ganaderas de la misma institución, avícola; porcinos y bovinos. Incluso traer de las fincas aledañas, con esto se mejora las condiciones físicas, aporta muchos nutrientes al suelo, y además mejoramos la actividad biológica, que contribuye mejorar las condiciones físicas del suelo
6. Mejorar los sistemas de riego, porque el actual no es eficiente y también puede afectar la física de los suelos. El canal de riego que conduce al agua, lleva además sedimentos que llegan al lugar de cultivos, lo sedimentos pueden crear una capa de

suelo poco porosa y dura, que al secarse afecta la densidad aparente, porosidad, infiltración etc.

7. No emplear mecanización agrícola si no se va a cultivar, como se observó al momento de muestreo.

X BIBLIOGRAFÍA

ACCS. (Asociación Costarricense de la Ciencia del Suelo) 1995, Fertilidad de Suelos; Manual de Laboratorio. Henrriquez C. Salas R. Bertsh F. 1ra edición. San José, Costa Rica. 64 p

Aparicio F. 1999. Fundamentos de Hidrología de Superficie. Ed. Limusa. México. 303 p disponible en <http://geologia.usonmx/academicos/lvega/ARCHIVOS/ARCHIVOS/INFIL.htm>.

Arcal C. 2009. Protocolo de Muestreo de Suelos. Proyecto “Environmental Radionuclides as Indicators of Land Degradation in Latin American, Caribbean and Antarctic Ecosystems”, RLA 5/051 (ARCAL C) 17p.

Brady N y Weil R. 1996. The nature and propietes of soils Universidad de Maryland en College Park

Buckman H y Brady N. 1996. Naturaleza y Propiedades de los Suelos: Características Edafológicas de los Suelos Minerales. Traducido por: Salord Barceló. España. 590 p.

Clark L. *sf.* Bulk Density Values for Soil Types. Disponible en la web: http://www.ehow.com/facts_6331779_bulk-density-values-soil-types.html

Custodio E y Llamas M. 1996. Hidrología Subterránea. Infiltración de suelos. Ed. Omega. Barcelona. 2350 p.

Díaz S. 2007. Caracterización de suelos arenosos mediante análisis de ondas de superficie. México. 28p

DQI Distribuidora De Químicos Industriales. 2006. Ficha técnica, hexametáfosfato de sodio. Medellín - Colombia. tels: 361 07 11-361 05 03-255 35 00-285 97 34 fax: 285 64 74. Apartado aéreo: 060802, e-mail: quindus@une.net.co

FAO (Organización de las Naciones Unidas Para la Agricultura Y La Alimentación). 2009. Guía para la descripción de suelos. Cuarta edición. Traducido y adaptado al castellano por Ronald Vargas Rojas. Roma

FAO (Food and Agriculture Organization). *Sf.* Consistencia del Suelo. (En línea) ftp://ftp.fao.org/fi/CDrom/FAO_Training/FAO_Training/General/x6706s/x6706s08.htm el día 20 de junio del 2013.

Fassbender H y Bornemisza, E. 1994. Química de suelos, con énfasis en suelos de América Latina. San José, Costa Rica, IICA. <http://www.smn.gob.hn/web/node/2177>

Fernández C y Anadón R. *sf.* Características, Origen y Tipos de Suelo: Apoyo a la Lección 6 de Ecología 3er curso de Licenciatura de Biología. Universidad de Oviedo. 16p.

FHIA (Fundación Hondureña de Investigación Agrícola). 1994. Manual de Muestreo de Suelos y Propiedades Físicas: Porosidad. Sección de Publicaciones de la División de Comunicaciones de la FHIA. La Lima, Cortes, Honduras, CA. 63 p. Capacitación y Desarrollo

FHJC (Fundación Hogares Juveniles Campesinos). 2008. Desarrollo endógeno agropecuario, nueva biblioteca del campo; Suelos. Impreso por *printer*, Colombia Bogotá DC. 48p.

Flores, B. Ferrer, Florentino, A. Cambios en las propiedades físicas del suelo bajo diferentes usos en la sub cuenca callecitas del río “el castrero”

Forsythe W. 1975. Física de suelos: manual de laboratorio. 1era edición. 2da reimpresión. San José Costa Rica. N 25. 212p

Flores B. 2006. Impacto de los sistemas de producción agrícola sobre la calidad de suelo para la producción sostenible de agua y su relación con los riesgos de desertificación en la Sub cuenca “Callecitas” del Río “El Castrero”, Estado Guárico. Tesis de M. Sc. UCV. FAGRO. Maracay. 144p

Forsythe W. 1985. Manual de Laboratorio: Física de Suelos. Editorial IICA. Primera edición. San José Costa Rica CA. 212 p. (Serie de libros y materiales educativos/IICA: no. 25

GLOBE (Global Learning and Observations to Benefit the Environment-Programa de Aprendizaje y Observaciones Globales en Beneficio de Medio Ambiente). 2005. Protocolo de Caracterización del Suelo: Suelo. 14p.

Moreno R, Gisbert B, Juan M, Ibañez A y Sara 2010. Horizontes de diagnóstico del suelo. Escuela Técnica Superior de Ingenieros Agrónomos. Universidad Politécnica de Valencia. 8p

Narro E. 1994. Física de suelos, con enfoque agrícola. México DF. UAAAN. Reimpresión 2004. Editorial trillas SA de CV. 195 p.

Ovalles F. 2003. El Color del Suelo: definiciones e interpretación Maracay, Aragua, Venezuela, 2003. URL:www.ceniap.gov.ve/ceniaphoy/articulos/n3/texto/fovalles.htm

Quimiples SA. *Sf.* Manual de suelos: Hexametafosfato de Sodio. Consultado en la web: <http://www.quimplex.com/contenidos/?p=239> el día 05 de mayo del 2013

Rucks L, García F, Kaplán A, Ponce De León J y Hill M. 2004. Propiedades Físicas del Suelo. Facultad de Agronomía, Universidad de la República Montevideo-Uruguay disponible en la web: <http://www.fagro.edu.uy/~edafologia/curso/Material%20de%20lectura/FISICAS/fisicas.pdf> el día 06 de abril

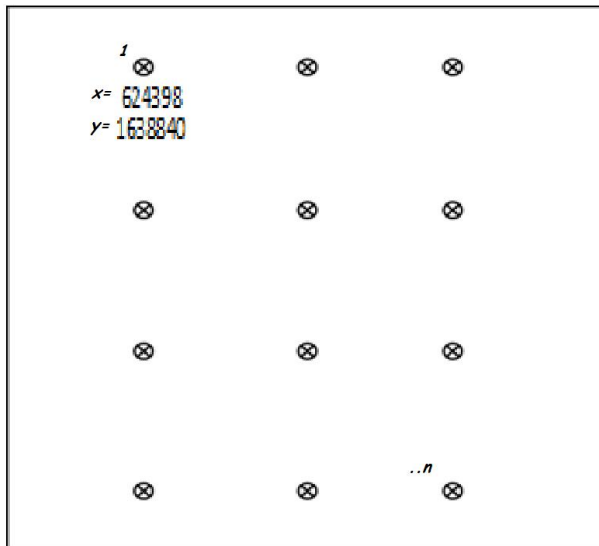
SMNH (Servicio Meteorológico Nacional De Honduras). 2013. Clima General de Honduras, Clasificación General del Clima en Honduras. Disponible en la web: <http://www.smn.gob.hn/web/>

Trejo M, Menjivar L y Gauggel C. 2010. ESTADO DE LOS RECURSOS DE SUELOS DEL PAIS Y MEDIOS PARA INCRMENTAR SU BASE DE DATOS en honduras. Río do Janeiro, Brasil. 20 p.

USDA (United States Department of Agriculture). 1999. Soil Taxonomy A Basic System of Soil Classification for Making and Interpreting Soil Surveys. United States Department of Agriculture Agriculture Handbook, segunda edición por. By Soil Survey Staff. 436 p.

XI ANEXOS

Anexo 1. Muestreo sistemático en red.



Anexo 2 materiales y equipo utilizado



Anexo 3. Puntos de geo referencia del lote de Producción vegetal, para muestreo (cuadro A) y Mapa de puntos de muestreo de lotes de producción vegetal de la Universidad Nacional de Agricultura (imagen 2)

(Cuadro A)

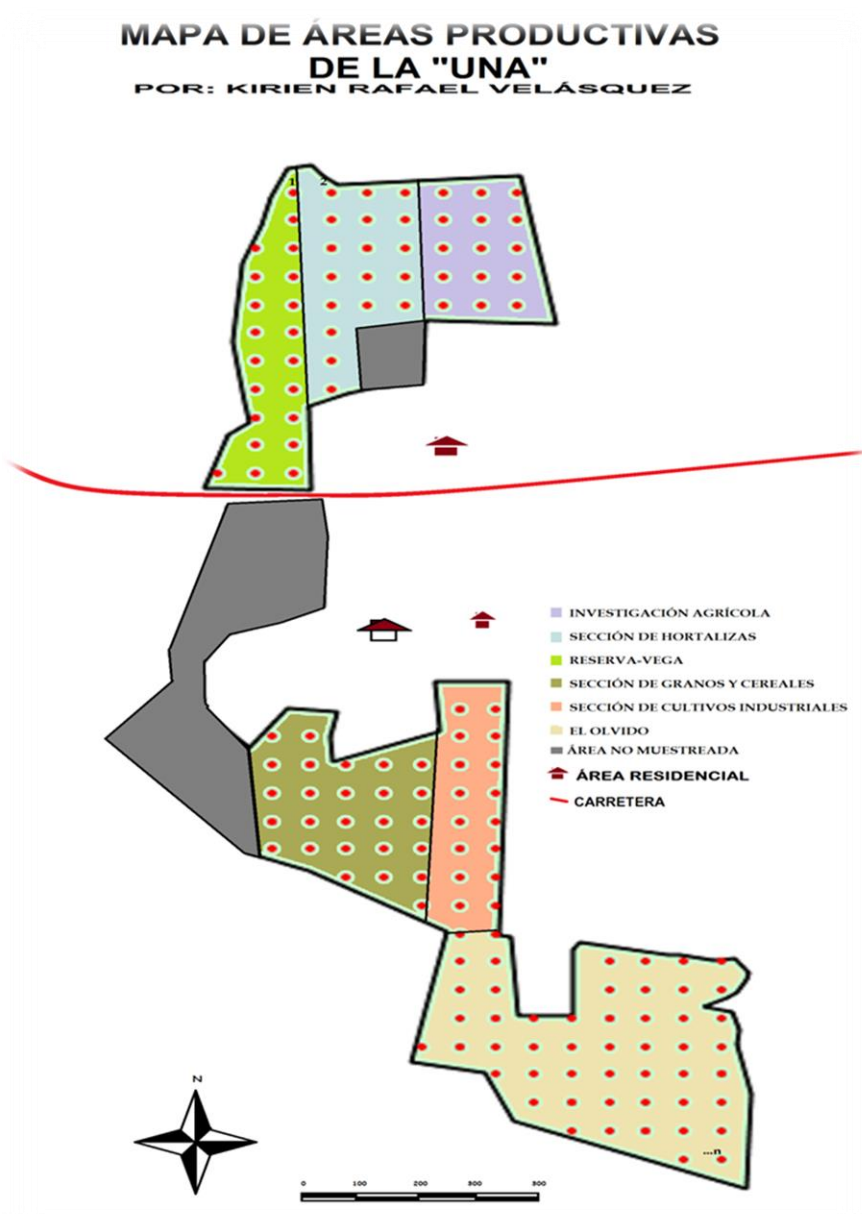
PUNTO	X	Y
1	624398	1638840
2	624423	1638841
3	624438	1638621
4	624557	1638635
5	624562	1638801
6	624830	1638776
7	624816	1638648
8	624864	1638638
9	624886	1638591
10	624893	1638535
11	624890	1638542
12	624890	1638543
13	624890	1638544
14	624888	1638549
15	624864	1638674
16	624884	1638701
17	624891	1638707
18	624896	1638711
19	624896	1638714
20	624897	1638717
21	624903	1638719
22	624904	1638723
23	624903	1638727
24	624903	1638729
25	624904	1638742
26	624871	1638777
27	624861	1638777
28	624763	1638790
29	624759	1638789
30	624745	1638790
31	624568	1638827
32	624564	1639694
33	623835	1640034

PUNTO	X	Y
34	623813	1640032
35	623859	1640172
36	623904	1640207
37	623896	1640263
38	623869	1640419
39	623893	1640636
40	623927	1640732
41	623951	1640802
42	623988	1640886
43	624031	1640892
44	624050	1640863
45	624084	1640837
46	624445	1640860
47	624516	1640472
48	624257	1640476
49	624249	1640314
50	624149	1640299
51	624101	1640288
52	624030	1640251
53	624025	1640032
54	624043	1639990
55	624425	1639513
56	624901	1638418
57	624902	1638185
58	624434	1638343
59	624374	1638477
60	624236	1638491
61	624295	1638840
62	514690	1899713
63	624075	1639300
64	624393	1639758
78	624418	1651748
79	624036	1639010

PUNTO		X	Y
80		623910	1639055
81		623904	1639337
82		623629	1639355
83		623812	1639433
84		623751	1639509
85		623750	1639589
86		623808	1639565
87		623861	1639644
88	623837	1639819	

PUNTO		X	Y
89	623869	1639976	
90	624052	1639895	
91	624058	1639718	
92	623994	1639692	
93	623987	1639450	
94	624078	1639435	
95	624074	1639371	
96	624277	1639376	
97	624274	1639508	

(Imagen B)



Anexo 4. Diagrama del muestreo en forma de “V”

Diagrama de muestreo individual del suelo a 25 cm de profundidad. Orificio en forma de “V”

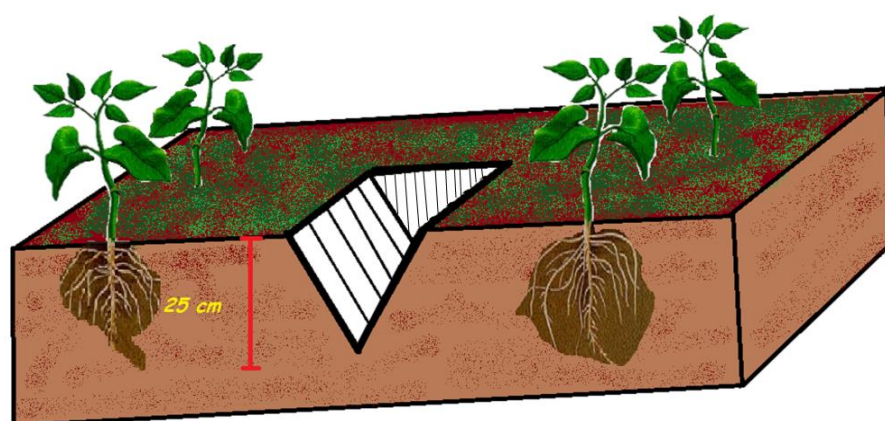


Imagen de: Kirien R. Velásquez

Anexo 5. Protocolo de muestreo para textura



Anexo 6. Protocolo de muestreo para densidad aparente



Anexo 7. Tabla de información que debe llevar cada muestra

Número de muestra	1, 2.....n
Propietario	UNA
Ha. Que representa	5625 m ²
Muestras tomadas	137
Profundidad	20 cm
Lote	Omega B.
Ub. Geográfica	Catacamas Olancho
Cultivo anterior	Zandia, tomate, camote guayava. Maíz etc
Fertilizante usado	12-24-12, urea, etc
Uso enmiendas	No
Forma de aplicación	---
Uso de mecanización	Arado pesado y rastra
Fecha	20 junio del 2013
Observaciones	

Anexo 8. Protocolo de determinación para infiltración



Anexo 9. Protocolo de preparación de muestras para textura.



Anexo 10. Protocolo para la determinación de textura en laboratorio



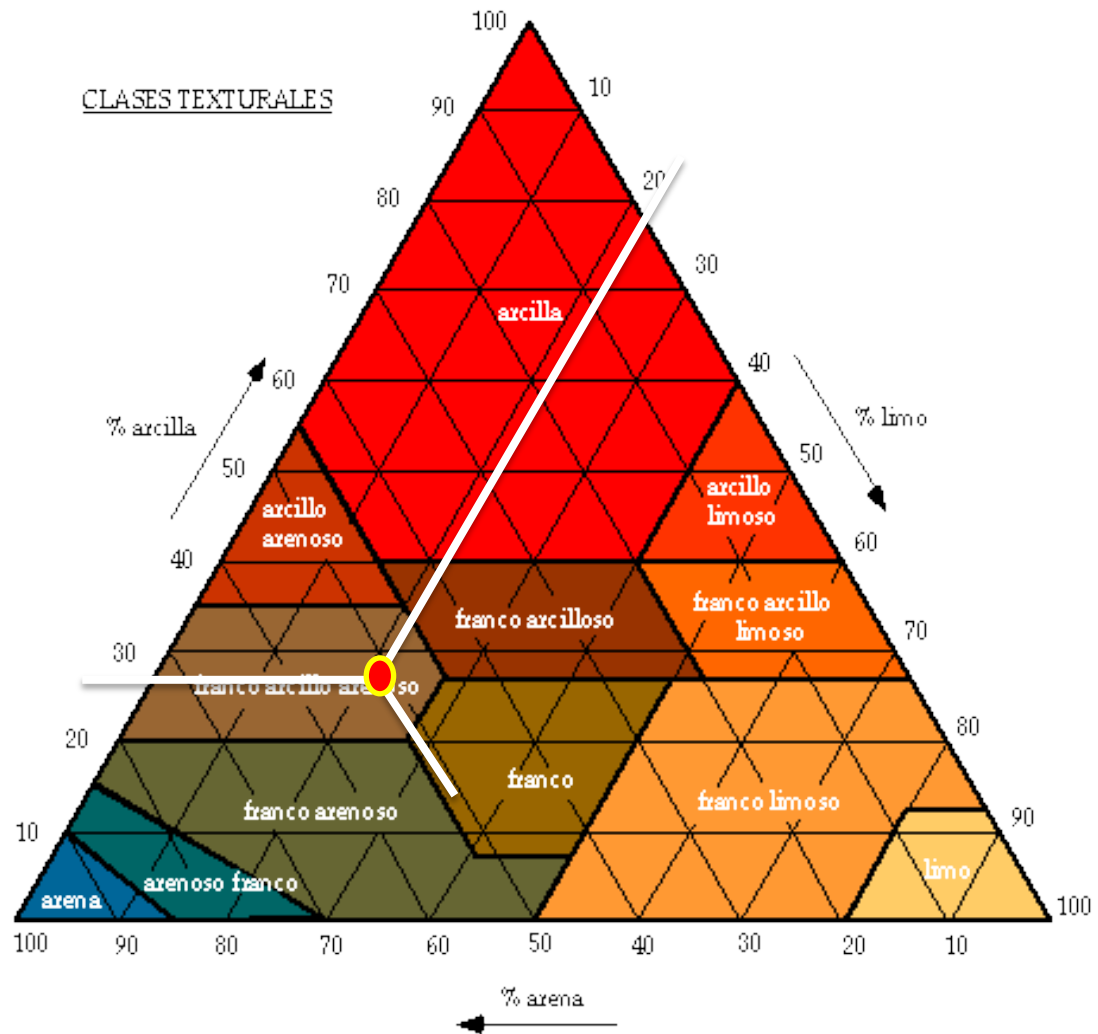
El procedimiento para determinar textura consiste en lo siguiente:

- 1- Se pesa el suelo recolectado, previamente tamizado, por ejemplo 50 g. Se coloca en un beaker de 1000 ml. se agrega 200 ml de agua destilada y se dejar en remojo el suelo por 10 minutos
- 2- Pasar la suspensión a la batidora eléctrica, en botellas de 500 ml, y se agrega 25 ml de solución dispersante, con el cuidado de que no quede nada de residuos en los beaker
- 3- Agitar el suelo durante 5 minutos, en el caso que se genere espuma en el proceso se agregan tres gotas de alcohol isoamílico
- 4- Se trasfiere al cilindro de 1000 ml y se completa con agua destilada el volumen total del cilindro
- 5- Medir la temperatura de la solución.
- 6- Tomar la lectura del hidrómetro

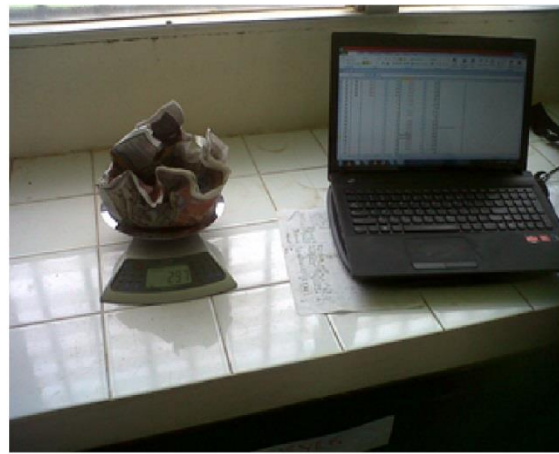
Anexo 11. Triangulo para determinar las clases textuales. Ejemplo de cómo calcular las clases textuales, con proporciones de arena 57%, limo 30% y arcilla 12%. Presentará una clase franco arenoso.

Procedimiento: En la parte inferior del triángulo se encuentran los rangos de proporción de arena y apuntan hacia arriba y se dirigen con las líneas paralelas al limo, En la parte derecha del triángulo se ubica la proporción de limo leyendo sus valores de las líneas paralelas a la arcilla ósea formando líneas que apuntan hacia abajo. La arcilla de forma similar se lee paralela las arenas, trazando líneas apuntando hacia la derecha desde el lado izquierdo del triángulo. El lugar donde se intercepten las tres líneas será la clase textual del suelo.

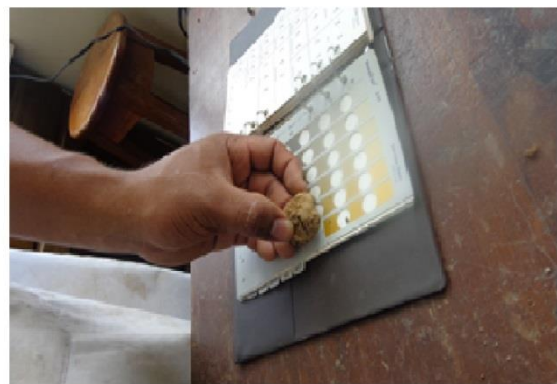
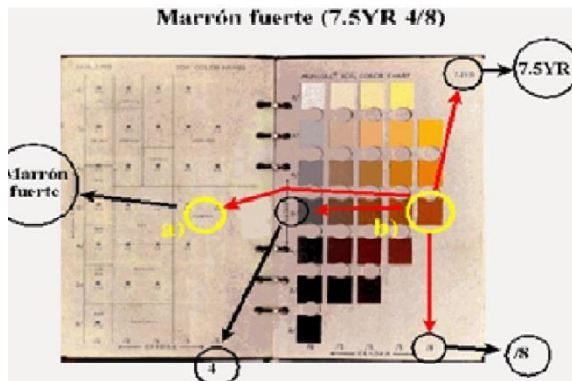
Triangulo de clasificación textural de suelos



Anexo 12. Protocolo de análisis de densidad aparente de suelos

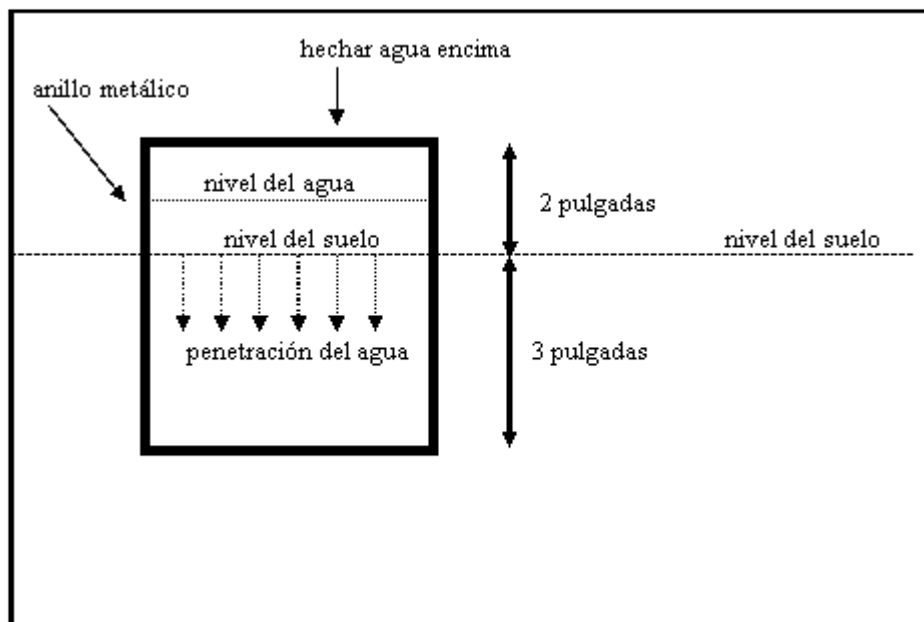


Anexo 13. Determinación de color de suelos por medio de la tabla Munsell.



Anexo 14. Ilustración de un infiltrómetro.

Interpretación de la velocidad de infiltración de campo: Básicamente, es mejor cuando la velocidad de penetración es más rápida, aunque hay excepciones. Algunos lineamientos generales basados en muchos años de experiencia en el campo con esta prueba son los siguientes:



Anexo 15. Resumen de las características físicas analizadas de la Universidad Nacional de Agricultura

Representación de códigos de rangos

Localidad/uso	Cód.
Reserva/vega	0
Maíz, Arroz, Sorgo/g.cer	4
Guanacaste Mango y Aguacate	5
Cultivos industriales. Musáceas, Yuca, Frijol, Jamaica, Caña/	3
Poli-hortalizas	1
Investigación agrícola. Maíz	2

DA g/cm3	Cód.
1-1.3	0
1.4-1.7	1
1.8-2.1	2
2.2-2.5	3

Porosidad % (10.9-61)	Cód.
10-25 %	0
26-40%	1
41-55	2
>56	3

Textura	cód.
Franco arcilloso	0
franco	1
Franco arenoso	2
Franco areno arcilloso	3
arenoso franco	4

M	COOR X	COOR Y	LOC./ USOS	TEX	MATIZ	COLOR S	COLOR H	Da	Pt
1	623992	1640828	0	AF	10 YR	6/2.	4/2.	1	1
2	624067	1640828	1	AF	10 YR	6/2.	4/3.	1	1
3	624142	1640828	1	AF	10 YR	6/2.	4/3.	2	0
4	624217	1640828	1	AF	2.5 Y	6/3.	5/2.	2	1
5	624292	1640828	2	AF	2.5 Y	6/3.	5/2.	2	1
6	624367	1640828	2	FA	10 YR	6/2.	4/2.	1	1
7	624442	1640828	2	FA	2.5 Y	6/2.	4/2.	1	1
8	623992	1640753	2	AF	10 YR	6/2.	3/3.	3	0
9	624067	1640753	1	FA	10YR	5/2.	3/2.	2	1
10	624142	1640753	1	FA	2.5 Y	5/2.	3/2.	1	1
11	624217	1640753	1	FA	2.5Y	7/2.	5/3.	2	1
12	624292	1640753	2	FA	10YR	6/2.	4/2.	2	1
13	624367	1640753	2	FA	10YR	6/2.	3/2.	2	1
14	624442	1640753	2	FA	10YR	4/4.	3/4.	1	1
15	623917	1640678	0	FA	10YR	7/2.	4/2.	0	2
16	623992	1640678	0	AF	10YR	7/2.	4/2.	1	1
17	624067	1640678	1	FA	10 YR	6/2.	4/2.	1	1
18	624142	1640678	1	FA	2.5Y	6/2.	4/2.	1	1
19	624217	1640678	1	FA	10 YR	5/2.	3/2.	2	1
20	624292	1640678	2	FA	10 YR	5/2.	3/2.	1	2
21	624367	1640678	2	FA	10 YR	5/2.	3/2.	1	1
22	624442	1640678	2	FA	2.5 Y	5/2.	3/2.	1	1
23	623917	1640603	0	FA	2.5 Y	5/2.	3/2.	1	2
24	623992	1640603	0	AF	2.5 Y	5/2.	3/2.	1	2
25	624067	1640603	1	FAR	10 YR	5/2.	3/2.	1	1
26	624142	1640603	1	FA	10 YR	5/2.	3/2.	1	1
27	624217	1640603	1	FA	10 YR	5/2.	3/2.	1	1
28	624292	1640603	2	FA	10 YR	5/2.	3/2.	2	1
29	624367	1640603	2	FA	10 YR	5/2.	3/2.	1	1
30	624442	1640603	2	FA	10 YR	5/2.	3/2.	1	1
31	623917	1640528	0	FA	10YR	4/2.	2/2.	1	2
32	623992	1640528	0	FA	10 YR	6/3.	4/3.	1	2
33	624067	1640528	1	FA	10 YR	6/3.	4/3.	1	1
34	624142	1640528	0	FA	10 YR	5/2.	3/2.	1	1
35	624217	1640528	0	FAR	10YR	6/2.	3/2.	1	1
36	624292	1640528	2	FAR	2.5Y	5/2.	3/2.	2	1
37	624367	1640528	2	FA	10 YR	5/2.	3/2.	1	1
38	624442	1640528	2	FA	10 YR	5/2.	4/2.	2	1
39	623917	1640453	0	FA	10YR	5/2.	3/2.	1	2
40	623992	1640453	0	FAR	10YR	5/4.	3/3.	1	1
41	624067	1640453	1	FAR	10YR	5/3.	4/2.	1	1

M	COOR X	COOR Y	LOC./ USOS	TEX	MATIZ	COLOR S	COLOR H	Da	Pt
42	623917	1640378	0	FAR	2.5Y	5/2.	3/2.	2	0
43	623992	1640378	1	FA	10YR	4/2.	3/2.	1	1
44	624067	1640378	1	FA	2.5y	5/2.	3/2.	1	1
45	623917	1640303	0	F	10YR	5/2.	3/2.	3	0
46	623992	1640303	1	FA	10YR	5/2.	3/2.	1	2
47	624067	1640303	1	FA	2.5 Y	5/2.	4/2.	2	0
48	623917	1640228	0	FA	2.5Y	6/2.	4/2.	0	2
49	623992	1640228	0	F	10 YR	7/2.	5/2.	2	1
50	623917	1640153	0	FA	2.5 Y	5/3.	4/3.	0	2
51	623992	1640153	0	FA	10RY	7/2.	5/3.	0	2
52	623842	1640078	0	FA	2.5 Y	5/2.	3/2.	1	2
53	623917	1640078	0	FAR	2.5Y	5/2.	3/2.	0	2
54	623992	1640078	0	FA	10 YR	5/2.	3/2.	0	2
55	624311	1639460	3	FAR	10YR	4/2.	3/2.	1	1
56	624386	1639460	3	FA	10 YR	5/2.	4/2.	2	1
57	624311	1639385	3	FA	10YR	6/2.	4/2.	2	1
58	624386	1639385	3	FAR	2.5 Y	6/3.	4/2.	1	1
59	624086	1639310	4	FA	10YR	7/2.	5/3.	1	1
60	624161	1639310	4	FA	2.5 Y	5/2.	3/2.	1	1
61	624236	1639310	4	FA	2.5Y	5/2.	3/2.	3	0
62	624311	1639310	3	FAR	2.5 Y	5/2.	3/2.	1	1
63	624386	1639310	3	FA	2.5 Y	7/1.	4/2.	1	1
64	624086	1639235	4	FA	10YR	5/2.	3/2.	0	3
65	624161	1639235	4	FAR	10YR	5/2.	3/2.	1	1
66	624236	1639235	4	FAR	10 YR	5/2.	3/2.	1	1
67	624311	1639235	3	FA	5Y	3/2.	2.5/2	2	1
68	624386	1639235	3	FAR	2.5Y	5/2.	3/2.	1	1
69	624086	1639160	4	FAR	2.5 Y	5/2.	3/2.	2	1
70	624161	1639160	4	FAR	10 YR	4/2.	3/2.	2	1
71	624236	1639160	4	FA	10 YR	4/2.	3/2.	1	1
72	624311	1639160	3	FA	10 YR	4/2.	3/2.	1	2
73	624386	1639160	3	FAR	2.5 Y	5/2.	3/2.	1	1
74	624086	1639085	4	FAR	2.5 Y	5/2.	3/2.	1	1
75	624161	1639085	4	FAR	10YR	7/2.	5/3.	1	1
76	624236	1639085	4	FAR	2.5 Y	6/2.	4/2.	1	1
77	624311	1639085	5	FR	10YR	5/2.	3/2.	2	1
78	624386	1639085	5	FAR	10YR	5/2.	3/2.	1	1
79	624086	1639010	4	FAR	5Y	2.5/1	4/1.	1	1
80	624161	1639010	4	FAR	10YR	5/2.	4/1.	2	1
81	624236	1639010	4	FAR	5Y	5/4.	4/3.	2	1
82	624311	1639010	5	FA	2.5Y	5/2.	4/2.	1	1

M	COOR X	COOR Y	LOC./ USOS	TEX	MATIZ	COLOR S	COLOR H	Da	Pt
83	624386	1639010	5	FAR	2.5 Y	5/1.	4/1.	1	1
84	624236	1638935	4	FAR	7.5YR	5/1.	4/1.	2	1
85	624311	1638935	5	FA	2.5Y	4/2.	3/2.	1	1
86	624386	1638935	5	FAR	10YR	5/1.	3/1.	1	2
87	624311	1638860	4	FR	2.5 Y	3/3.	3/2.	2	1
88	624386	1638860	4	FAR	10YR	5/1.	4/1.	2	1
89	624311	1638785	4	F	10 YR	4/2.	3/2.	1	1
90	624386	1638785	4	FA	10 YR	4/2.	4/2.	1	1
91	624611	1638785	4	FAR	2.5 Y	4/2.	3/2.	2	1
92	624686	1638785	4	FAR	2.5 Y	4/2.	3/2.	2	1
93	624761	1638785	4	FAR	10 YR	4/1.	3/1.	2	1
94	624841	1638790	4	AR	10 YR	4/1.	3/1.	2	1
95	624311	1638710	4	FA	10YR	6/4.	5/3.	2	1
96	624386	1638710	4	FAR	10YR	5/1.	4/1.	2	1
97	624611	1638710	4	FAR	10YR	4/1.	3/1.	2	0
98	624686	1638710	4	FAR	10 YR	5/2.	3/2.	2	1
99	624761	1638710	4	FAR	10 YR	3/2.	2/1.	1	1
100	624836	1638710	4	RA	7.5YR	5/4.	4/4.	1	1
101	624311	1638635	5	FAR	5 Y	4/2.	2.5Y 4/2.	1	1
102	624386	1638635	5	FAR	10YR	3/2.	2/1.	1	1
103	624461	1638635	5	FAR	10YR	4/2.	3/2.	1	1
104	624536	1638635	4	FAR	10YR	4/2.	3/2.	1	1
105	624611	1638635	4	FAR	7.5YR	4/1.	3/1.	2	0
106	624686	1638635	4	RA	2.5Y	5/2.	4/1.	1	1
107	624761	1638635	4	RA	5Y	5/2.	4/2.	2	1
108	624836	1638635	4	FA	10YR	4/2.	3/2.	1	2
109	624241	1638562	5	FA	10YR	5/3.	4/2.	1	1
110	624312	1638560	5	FAR	10YR	5/2.	3/2.	1	2
111	624387	1638560	5	FAR	10YR	5/2.	3/2.	1	2
112	624462	1638560	4	FAR	10YR	5/2.	3/2.	2	1
113	624537	1638560	4	FAR	10RYR	4/2.	3/2.0	2	1
114	624612	1638560	4	F	2.5Y	6/4.	5/4.	2	1
115	624687	1638560	4	FAR	2.5Y	6/4.	5/4.	2	1
116	624762	1638560	4	FAR	10YR	5/2.	3/2.	2	0
117	624837	1638560	4	FA	10YR	4/2.	3/2.	1	1
118	624387	1638485	4	FA	5YR	5/1.	4/1.	0	3
119	624462	1638485	4	FAR	10YR	5/2.	4/2.	1	1
120	624537	1638485	4	RA	10YR	5/3.	3/4.	1	1
121	624612	1638485	4	FA	2.5Y	5/2.	3/2.	2	1
122	624687	1638485	4	FAR	7.5YR	4/1.	3/1.	2	1
123	624762	1638485	4	FAR	5Y	4/2.	2.5Y 4/2.	2	1

M	COOR X	COOR Y	LOC./ USOS	TEX	MATIZ	COLOR S	COLOR H	Da	Pt
124	624837	1638485	4	FAR	2.5YR	3/2.	2.5/2.	2	1
125	624462	1638410	4	FAR	2.5YR	3/2.	2.5/2.	2	1
126	624537	1638410	4	FAR	2.5YR	3/2.	2.5/2.	0	2
127	624612	1638410	4	FAR	2.5YR	3/2.	2.5/2.	2	1
128	624687	1638410	4	FAR	2.5Y	4/1.	3/1.	1	1
129	624762	1638410	4	FAR	2.5Y	4/1.	3/1.	2	0
130	624837	1638410	4	FAR	10YR	5/2.	3/2.	2	0
131	624537	1638335	4	FAR	10YR	5/2.	3/2.	2	1
132	624611	1638335	4	FAR	10YR	4/3.	3/2.	2	1
133	624686	1638335	4	FA	10YR	4/3.	3/2.	1	1
134	624761	1638335	4	FAR	10YR	4/3.	3/2.	2	1
135	624761	1638335	4	FAR	10YR	5/3.	4/3.	2	1
136	624761	1635260	4	F	10YR	5/2.	4/2.	2	1
137	624837	1635260	4	FA	7.5YR	5/1.	3/1.	2	1

COOR X: Coordenadas del X, **COOR Y:** Coordenadas del eje Y, **TEX:** Textura, **COLOR S:** Color de suelo seco, **COLOR H:** Color de suelo húmedo, **Da:** Densidad aparente **Pt:** Porosidad total, **M:** número de muestra