

UNIVERSIDAD NACIONAL DE AGRICULTURA

**CARACTERIZACION DE LAS PROPIEDADES FISICAS DE LOS SUELOS EN
LAS AREAS PRODUCTIVAS (PRODUCCION VEGETAL E INVESTIGACION
AGRICOLA) DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL DE AGRICULTURA**

POR:

RONALD ANTONIO ALFARO ROMERO

TESIS

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

INGENIERO AGRÓNOMO



CATACAMAS

OLANCHO

DICIEMBRE 2014

UNIVERSIDAD NACIONAL DE AGRICULTURA

**CARACTERIZACION DE LAS PROPIEDADES FISICAS DE LOS SUELOS EN
LAS AREAS PRODUCTIVAS (PRODUCCION VEGETAL E INVESTIGACION
AGRICOLA) DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL DE AGRICULTURA**

**POR:
RONALD ANTONIO ALFARO ROMERO**

**EMILIO JAVIER FUENTES ZUNIGA, M.Sc.
Asesor Principal**

CATACAMAS

OLANCHO

DICIEMBRE, 2014

DEDICATORIA

Dedico este trabajo de tesis

A **DIOS** todo poderoso por haberme dado esta gran oportunidad de culminar mis estudios universitarios y concluir este gran anhelo.

A mi madre: **MARTHA ADILIA ROMERO HERNANDEZ**, Por permitirme venir a este mundo, y sobre todo ser una madre ejemplar y padre a su vez, por su preocupación, y sacrificio al estar siempre presente en este difícil proceso, por enseñarme a que por difícil que sea con lucha dedicación y espíritu de trabajo todo es posible.

A mi hijo: **RONALD DANIEL ALFARO PAZ**, que es mi Fuente de vida y mi inspiración en todo momento y así haber concluido con éxito mis estudios universitarios.

A mi hermano: **CARLOS EDUARDO LOBO ROMERO**, que siempre ha estado conmigo en los buenos y malos momentos, por ser para mí una figura paternal.

AGRADECIMIENTOS

Agradezco por contribuir en mi vida durante estos años

A **DIOS** que siempre esta con migo y me guia e ilumina por el buen camino en todo momento.

A mi hijo **Daniel Alfaro** gracias por ser mi motivacion cada dia y asi hacer las cosas de una manera mas eficiente.

A mi madre **Martha Romero**, por estar siempre a mi lado ayudandome, brindarme su amor, cariño y apoyo.

A mi compañera de hogar **Mery Paz** por estar a mi lado en todo momento y darme su apoyo.

A mi segunda madre **Delfina Romero** que siempre me ha dado su ayuda en todo lo posible a su alcance y estar siempre a mi lado.

A mi hermano **Carlos Lobo** por que sin su ayuda no hubiese sido posible lograr culminar esta meta con exito

A mis tíos **Otilia Romero, Manuel Romero** y sus familias, por su constante apoyo en los momentos que necesite de su ayuda.

A mi familia en general **Alfaro y Romero** por brindarme su infinito apoyo y su ayuda

A mi amigo **Hector Herrera** y mi primo **Nilso Romero** por brindarme su apoyo, animarme, por sus buenos decesos en momentos difíciles.

A mi sobrina **Karla Lobo** por sus buenos decesos y su apoyo

Agradezco especialmente a mis asesores de tesis, **Emilio Fuentes M Sc, Ramón Canaca M Sc, Selvin Saravia Ing** por su gran ayuda, paciencia y sus valiosas críticas y sugerencias en la realización de este trabajo de tesis, a la dedicación y esmero y sobre todo por su valiosa amistad.

A mis amigos y compañeros: de **la sección A de Agronomía**, por convivir y compartir buenos y malos momentos, sobre todo por su amistad.

A mis amigos y compañeros de habitación que siempre fueron de apoyo en cada momento difícil que se presentó.

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 **INA** por hacerme beneficiario de una beca de estudios durante los cuatro años de mi Carrera universitaria.

A mis compañeros colegas de la clase **EPSILON, CLASE 2014, UNA**.

CONTENIDO

DEDICATORIA.....	i
AGRADECIMIENTOS	ii
LISTA DE CUADROS.....	vi
LISTA DE FIGURAS	vii
LISTA DE ANEXOS.....	viii
I. INTRODUCCION.....	1
II. OBJETIVOS	2
2.1. Objetivo general.....	2
2.2. Objetivos específicos	2
III. REVISION DE LITERATURA.....	3
3.1. El suelo	3
3.1.1. Qué es el suelo	3
3.1.2 El perfil del suelo	3
3.1.2. Por qué es importante el suelo	5
3.1.3. Como se forma el suelo	6
3.1.4. De qué se compone el suelo.....	7
3.2. Tipos de muestreo.....	8
3.2.1. Muestreo sistemático	9
3.3. Propiedades físicas del suelo	9
3.3.1. Textura	10
3.3.2. Porosidad del suelo	12
3.3.3. Densidad aparente del suelo.....	12
3.3.4. Densidad real	13
3.3.5. Color del suelo	13
3.3.6. Infiltración	14
3.3.7. Estructura	15
3.4. Formas de estructura.....	16
3.4.1. Granular	16
3.4.2. Bloques	16

3.4.3. Bloques angulares	17
3.4.4. Bloques subangulares.....	17
3.4.5. Prismática.....	17
3.4.6. Columnar	17
3.4.7. Laminar	18
IV. METODOLOGIA.....	19
4.1. Descripción del sitio de estudio.....	19
4.2. Materiales y equipo	20
4.2.1. Materiales y reactivos	20
4.2.2. Equipo	20
4.3. Descripción del método.....	20
4.3.1. Fase uno	21
4.3.2. Fase dos.....	21
4.3.3. Toma de la muestra para determinar textura y color	22
4.3.4. Toma de la muestra para determinar densidad y porosidad.....	22
4.3.5. Toma de la muestra para determinar las pruebas de infiltración	22
4.3.6. Fase tres	22
4.3.7. Registro de la muestra.....	23
4.3.8. Preparación de muestra	23
4.4. Determinación de textura.....	24
4.5. Determinación de la densidad aparente	26
4.6. Determinación de porosidad.....	26
4.7. Determinación de color	27
4.8. Determinación de Infiltración	27
V. RESULTADOS Y DISCUSION	28
5.1. Textura.....	29
5.2. Color del suelo.....	30
5.3. Densidad aparente	32
5.4. Porosidad	33
5.5. Estructura.....	34
VI. CONCLUSIONES	38
VII. RECOMENDACIONES.....	39
VIII. BIBLIOGRAFIAS	40
IX. ANEXOS.....	42

LISTA DE CUADROS

Cuadro 1. Representación de la textura de suelo de acuerdo a su tamaño.	11
Cuadro 2. Valores orientativos de la porosidad total de un suelo y su interpretación.....	12
Cuadro 3. Velocidades estables de infiltración para grupos mayores de textura de suelo, en suelos humectados en profundidad (Hillel, 1982).	15
Cuadro 4. Clases texturales más frecuentes en los lotes de Hortalizas e Investigación Agrícola.....	30
Cuadro 5. Significado de los colores más frecuentes encontrados en la determinación de color.....	31
Cuadro 6. Tipos de estructura más frecuentes en las áreas de estudio.	35
Cuadro 7. La cantidad o velocidad media de infiltración encontrada en cada uno de los lotes que se hizo la determinación se presenta a continuación:.....	36

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Procesos que se llevan a cabo para la formación del suelo.....	6
Figura 2. Composición de un suelo ideal.	7
Figura 3. Localidad de la Universidad Nacional de Agricultura ubicada en Catacamas, Olancho, Honduras (Kirien V 2014).	19
Figura 4. Distribución de los puntos de muestreo en cada lote.	21
Figura 5. Distribución de las muestras ya agrupadas en cada uno de los lotes que se muestrearon	28
Figura 6. Promedios de densidad aparente de acuerdo al uso	33
Figura 7. Datos promedio de porosidad total en los lotes de Hortalizas e Investigación Agrícola.....	34
Figura 8. Velocidad de infiltración media en los lotes muestreados	37

LISTA DE ANEXOS

Anexo 1. Perfil del suelo.....	42
Anexo 2. tipos de estructura	42
Anexo 3. Triangulo de las claces texturales.....	43
Anexo 4. Coordenadas de los puntos obtenidos	43
Anexo 5. Claces texturales encontradas en las areas caracterizadas.....	45
Anexo 6. Ficha usada para la identificacion de las muestras.....	47
Anexo 7. Mapa de los lotes con la el area en metros y la distribucion de los puntos	48
Anexo 8. Descripcion del color.....	49
Anexo 9. Color del suelo humedo y seco	49

ALFARO ROMERO, R. A. 2014. Caracterización de las propiedades físicas de los suelos en las aéreas productivas (producción vegetal e investigación agrícola) de la universidad nacional de agricultura. Tesis Ingeniería Agronómica. Universidad Nacional de Agricultura, Catacamas, Olancho, Honduras. 65 pág.

RESUMEN

Este trabajo se llevó a cabo en los predios de Hortalizas e Investigación agrícola los cuales están dentro de la Universidad Nacional de Agricultura, la cual está ubicada en el barrio el espino, en la ciudad de Catacamas, Olancho. El objetivo del trabajo fue la caracterización de las propiedades físicas de los suelos, de las áreas anteriormente mencionadas. En los lotes de hortalizas se siembra: chile dulce, tomate, repollo, sandía. Estos son los cultivos más frecuentes, en los lotes de investigación agrícola lo que más se siembra es el cultivo de maíz, arroz y cierta área está en barbecho. Dentro del mismo trabajo se realizó una comparación del comportamiento de las características físicas de estos suelos con respecto al uso al cual están siendo sometidos. Para determinar las características físicas, el trabajo se dividió en tres fases: fase uno, la cual consistió, en la determinación de puntos de muestreo, los cuales se hicieron usando un GPS, para obtener el área y luego se hizo uso del programa gvSIG en el cual es usado para la determinación división de un área determinada, en este se hace uso de una cuadrícula a la cual se le asigna la distancia que se requieren ubicar los puntos en este caso se hizo a una distancia de 30 m² entre cada uno, lo que es igual a decir 900 m lineales en total se obtuvieron 154 puntos, los cuales posteriormente se agruparon en grupos de 3 puntos para una muestra y así se obtuvo la cantidad de 51 muestras, esto se realizó después de haber realizado un pre muestreo en el cual se obtuvieron datos con bastante similitud, la fase dos: es la de campo, en donde se hizo toma de las muestras para cada una de las propiedades físicas y aquí se incluye lo que es las pruebas de infiltración y en la fase tres: se realizaron los análisis en el laboratorio de suelos e interpretación de los resultados.

Palabras clave: puntos, muestras, fases, usos, muestreo, pruebas.

I. INTRODUCCION

El suelo es un recurso fundamental para la producción agrícola, la calidad del suelo tiene una gran influencia como medio de crecimiento, mantener la calidad ambiental y proveer sanidad a las plantas que en él, se desarrollan. Existen propiedades del suelo que en forma conjunta determinan la calidad del mismo para la producción de un determinado cultivo, estas propiedades son las físicas, químicas y biológicas, como ser densidad, textura, infiltración, pH, nitrógeno, potasio, calcio lombrices, enzimas y población microbiana de carbón (Jesús M. s.f.)

Las propiedades físicas de los suelos, determinan en gran medida, la capacidad de muchos de los usos a los que el hombre los somete. La condición física 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, la retención de nutrientes(Rucks L *et al.* 2004).

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 posibles (Rucks L *et al.* 2004).

Por esta razón el objetivo del estudio de las propiedades físicas del suelo, en las áreas productivas de hortalizas e investigación agrícola de la Universidad Nacional de Agricultura, sería una herramienta importante para conocer las condiciones actuales de los suelos que utilizan, y las recomendaciones se convertirían en un apoyo a los departamentos que hacen uso de estas.

II. OBJETIVOS

2.1. Objetivo general

- Caracterizar las propiedades físicas de los suelos en las áreas de producción vegetal e Investigación Agrícola y analizar la forma en que estas influyen en la producción.

2.2. Objetivos específicos

- Determinar las propiedades físicas primordiales que son: textura, color, densidad, porosidad, e infiltración de los suelos.
- Demostrar el comportamiento, manejo y uso actual de los suelos en las áreas de hortalizas e investigación agrícola mediante la caracterización de las propiedades físicas.
- Determinar qué áreas están siendo sujetas a posibles compactaciones y dar las recomendaciones de cómo mejorar estas propiedades físicas.
- Concebir información de las propiedades físicas del suelo, mediante la caracterización que se realizara en las áreas en constante uso, de la Universidad Nacional de Agricultura y así esta sirva de referencia a los técnicos para un mejor y adecuado aprovechamiento.

III. REVISION DE LITERATURA

3.1. El suelo

3.1.1. Qué es el suelo

Parte externa de la corteza terrestre, que ha sufrido y sigue sufriendo acciones causadas por agentes atmosféricos y seres vivos, y sirve de soporte a la vegetación. No es un medio inerte y estable, sino que se altera con el paso del tiempo. El espesor del suelo varía desde unos pocos cm. hasta 2-3 m. El suelo proporciona a las plantas un medio adecuado para el desarrollo de las raíces y la germinación de las semillas (Segismundo 2009).

Es la capa superior de la tierra donde se desarrollan las raíces de las plantas. Esta capa es un gran depósito de agua y alimentos para las plantas. Las plantas toman de esta capa los alimentos y el agua necesarios para crecer y producir cosechas (Mocoa 2009)

El suelo, según Hillel (1998) citado por (Daniel. f. Jaramillo).Es un sistema heterogéneo, polifásico, particulado, disperso y poroso en el cual el área interfacial por unidad de volumen puede ser muy grande.

3.1.2 El perfil del suelo

A medida que las partículas de la roca se desintegran y se mezclan con los residuos vegetales y animales, se forman las diferentes capas del suelo. Estas capas forman el perfil del suelo. Las capas las podemos distinguir bien en los cortes de las carreteras o al hacer un hoyo en el terreno. Las distintas capas que vemos se llaman horizontes. En algunas de las capas vemos piedras, raíces y lombrices (Mocoa 2009)

Estas capas u horizontes tienen diferente color y tamaño y reciben los nombres de horizontes O A, B, C y R. (Sampat A. Gabande 1972).

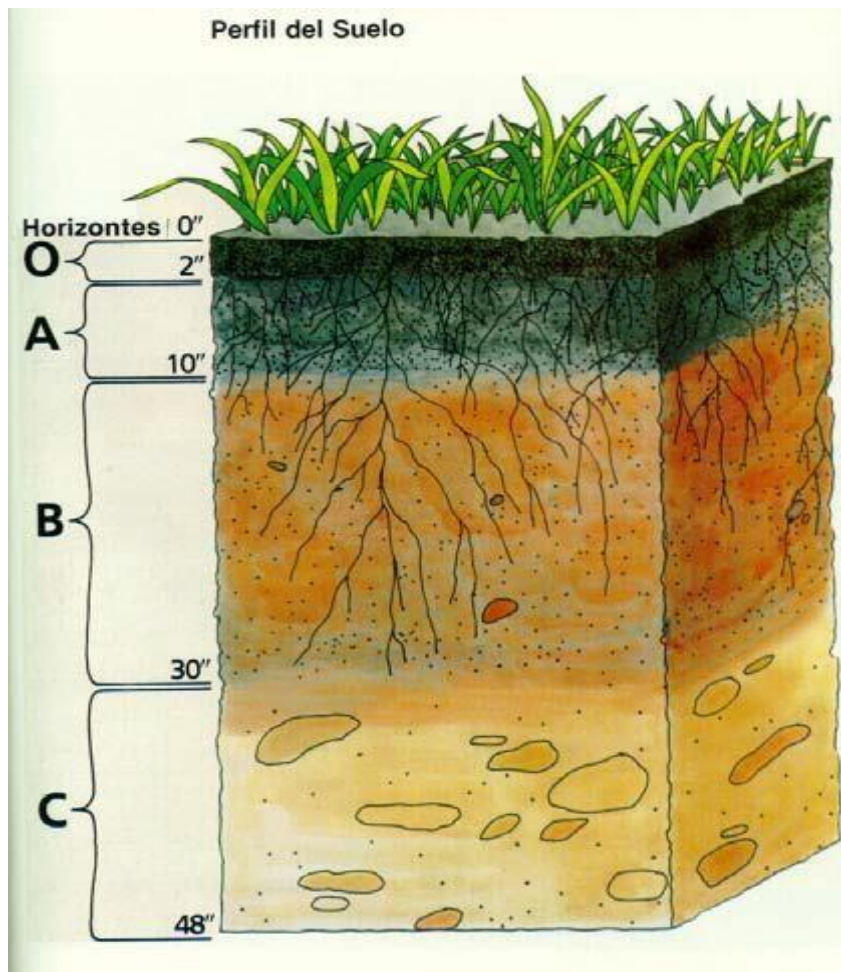


Figura 1. Perfil del suelo

- **El horizonte O**

También conocido como horizonte H, este es denominado un horizonte orgánico y esta desprovisto de materia mineral.

- **El horizonte A**

También llamado capa superficial del suelo: es la primera capa que vemos de arriba hacia abajo, cuando existe. Es de color oscuro, porque tiene mucha materia orgánica pero algunos minerales son arrastrados por el agua subterránea y se ven muchas raíces vivas o muertas, lombrices, insectos y animales muy pequeños.

- **El horizonte B**

También conocida como el subsuelo: es la segunda capa que vemos. Es de color más claro porque tiene menor cantidad de materia orgánica, pero rico en minerales que descienden de la capa superficial.

- **El horizonte C**

Es la capa que se encuentra en la parte más baja del perfil del suelo y es de color más claro. Aquí se encuentran los trozos que se sueltan y disgregan. Debajo de ella sigue la roca de la cual se formó el suelo

- **El horizonte R**

También denominado horizonte D, el cuál es la roca madre o material parental poco o no alterada de este se da la formación del suelo por medio de la disgregación,

3.1.2. Por qué es importante el suelo

Hillel (1998) considera el suelo como un cuerpo natural involucrado en interacciones dinámicas con la atmósfera que está encima y con los estratos que están debajo, que influye el clima y el ciclo hidrológico del planeta y que sirve como medio de crecimiento para una variada comunidad de organismos vivos. Además, él juega un papel ambiental preponderante

como reactor bio-físico-químico que descompone materiales de desecho y recicla dentro de él nutrientes para la regeneración continua de la vida en la Tierra.

El hombre obtiene del suelo, a través de las plantas, la mayoría de sus alimentos y muchos materiales que utiliza para su abrigo y comodidad (Mocoa 2009)

3.1.3. Como se forma el suelo

El suelo se forma al romperse y desintegrarse el material rocoso y luego con la ayuda de microorganismos, se le añade materia orgánica y otros elementos. El proceso ocurre tan lentamente que usualmente no lo notamos. El suelo está compuesto por partículas de rocas combinadas con materia orgánica, organismos vivos, aire y humedad (agua). Un suelo se compone principalmente de minerales que se originan de la roca que se ha desintegrado en pequeños pedazos (Carmen G. 2005).

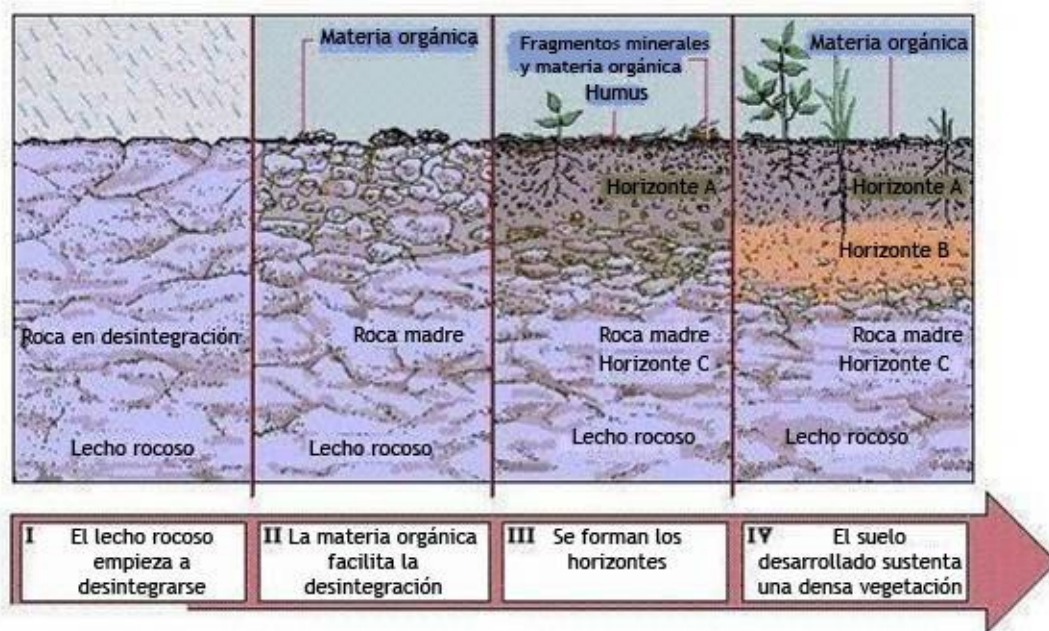


Figura 1. Procesos que se llevan a cabo para la formación del suelo.

3.1.4. De qué se compone el suelo

El suelo contiene una mezcla de cuatro componentes. La cantidad de cada componente varía de un suelo a otro. El promedio de cada componente del suelo es: 45% minerales (arcilla, arena y limo) 25% aire 25% agua 5% materia orgánica (Carmen G. 2005).

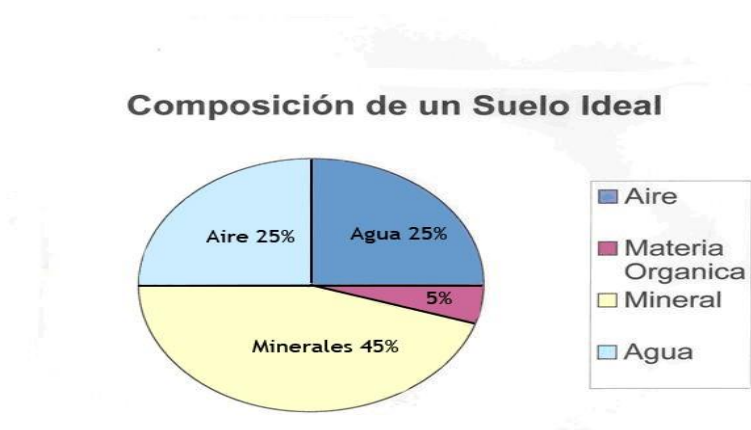


Figura 2. Composición de un suelo ideal.

El suelo ideal debe poseer una proporción similar de los tres componentes. Si es muy arcilloso, se dificulta el manejo y la labranza del suelo, y presentará problemas de desagüe cuando el terreno es plano. Además, el crecimiento de las raíces se hace difícil. Si el terreno es arenoso, retiene poca humedad, su fertilidad es poca, y hasta los nutrientes que aplica en los abonos se pierden porque el agua los lleva donde las raíces de las plantas no los pueden alcanzar. Por lo tanto, una textura intermedia que combine las características favorables de los tres componentes es lo deseable (Carmen G. 2005).

El agua y el aire ocupan los espacios porosos (área entre las partículas minerales), siendo aquí donde están disponibles para el uso de las plantas. El ingrediente final del suelo, según se ilustra en la figura sobre el perfil del suelo (ver diagrama en la próxima página), es la materia orgánica. Esta contiene residuos de plantas muertas, materia animal y billones de organismos vivos que habitan en el suelo. La materia orgánica une las partículas individuales, aumenta la capacidad del suelo para retener humedad, mejora la aireación y regula la

temperatura (Carmen G. 2005).

Los suelos se desarrollan en capas, como podemos ver en los taludes de las carreteras o donde cortes del suelo están expuestos. Las capas del suelo, también conocidos como horizontes, se pueden apreciar cómo se ilustra a continuación (Carmen G. 2005).

➤ **El suelo está compuesto de sustancias:**

- **Sólidas**

Las sustancias sólidas, son los residuos de plantas, animales vivos o muertos y los minerales que proceden de la desintegración y descomposición de las rocas (Mocoa 2009).

- **Agua del Suelo**

En el agua se disuelven los minerales del suelo para que las raíces de las plantas puedan tomarlos. La infiltración y la permeabilidad están íntimamente relacionadas con el tamaño de los poros y la estabilidad de las unidades estructurales del suelo (Sampat A. Gabande 1972).

- **Aire del Suelo**

Cuando la concentración de CO_2 se torna muy alta y la del oxígeno muy baja, el crecimiento en las plantas se retarda. La velocidad de difusión de los gases en el suelo está en relación directa con la porosidad llena de aire (Sampat A. Gabande 1972).

3.2. Tipos de muestreo

- **Muestreo aleatorio**
- **Muestreo sistemático**

3.2.1. 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 (ARCAL C 2009).

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 (ARCAL C 2009).

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).

3.3. Propiedades físicas del suelo

Las propiedades físicas de un suelo tienen mucho que ver con la capacidad que el hombre les da para muchos usos. Las características físicas de un suelo en condiciones húmedas y secas para las edificaciones, la capacidad de drenaje y de almacenamiento de agua, la plasticidad, la facilidad para la penetración de las raíces, la aireación, la retención de nutrimentos de las plantas, etc. Están íntimamente conectados con la condición física del suelo (Porta *et al.*, 2003 citado por Hilda E. Huerta. 2010).

Las propiedades físicas de los suelos, determinan en gran medida, la capacidad de muchos

de los usos a los que el hombre los sujeta. La condición física 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. Se considera necesario para las personas involucradas en el uso de la tierra (Rucks L *et al.* 2004).

Conocer las propiedades físicas del suelo, para entender en qué medida y cómo influyen en el crecimiento de las plantas, en qué medida y cómo la actividad humana puede llegar a modificarlas, y comprender la importancia de mantener las mejores condiciones físicas del suelo posibles (Rucks L *et al.* 2004).

3.3.1. Textura

Los suelos son una mezcla de partículas minerales y orgánicas de diferentes formas y tamaños, su distribución por tamaño, considerándolos esféricas, se denominan textura y se realiza el fraccionamiento mediante el análisis mecánico con el método del hidrómetro (Rucks L *et al.* 2004).

Es precisamente esta proporción de cada elemento del suelo lo que se llama la textura, o dicho de otra manera, la textura representa el porcentaje en que se encuentran los elementos que constituyen el suelo; arena gruesa, arena media, arena fina, limo, arcilla. Se dice que un suelo tiene una buena textura cuando la proporción de los elementos que lo constituyen le dan la posibilidad de ser un soporte capaz de favorecer la fijación del sistema radicular de las plantas y su nutrición (Rucks L *et al.* 2004).

- **Origen de la textura del suelo**

Hay que considerar en primer término la roca madre; el suelo tendrá indiscutiblemente una tendencia congénita a ser arcilloso, limoso, arenoso, según que la roca sea arcillosa, limosa, o

arenosa, en el caso de rocas sedimentarias y sedimentos, o bien que sea capaz de producir esos elementos en el curso de su alteración, si se presenta al estado de roca consolidada y coherente (Rucks L *et al.* 2004).

Esta tendencia puede ser favorecida o contrarrestada por la evolución. El humus aparece normalmente con todos los factores que condicionan su naturaleza (vegetación, clima, medio pedológico, etc.). El suelo puede entonces enriquecerse con humus cálcico y estabilizarse, o puede descalcificarse y ser lixiviado. En este caso, la proporción de arcilla disminuye en la superficie y aumenta en la profundidad. El humus puede dar lugar a migraciones capaces de transformar radicalmente la textura original, como por ejemplo en la podzolización. Mientras se produce esta evolución, la alteración de la roca madre puede continuar, puede enlentecerse y hasta detenerse (Rucks L *et al.* 2004)

Todas estas eventualidades influyen sobre la textura del suelo. Esta depende por lo tanto, en grados diversos, de la naturaleza de la roca madre y de los procesos de evolución del suelo. En resumen, la textura de un suelo será el resultado de la acción de los factores de formación de suelo y su intensidad de acción (Rucks L *et al.* 2004).

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)

3.3.2. Porosidad del suelo

Los espacios entre los elementos mecánicos y agregados del suelo se llaman poros. En ellos se encuentran: agua, aire, vapor de agua, microorganismos y raíces de las plantas. La porosidad es el volumen total de poros en la unidad de volumen del suelo. Las determinaciones de las porosidades (total, poros ocupados por agua y poros de aireación), se basan en la utilización de los valores de la densidad real, la densidad aparente y la humedad natural para poder realizar sus cálculos (Juvenal H 2007).

Dentro del espacio poroso se pueden distinguir macro poros y micro poros. Los primeros no retienen el agua contra la fuerza de la gravedad, y por lo tanto son los responsables del drenaje y la aireación del suelo, constituyendo además, el principal espacio en el que se desarrollan las raíces. Los segundos son los que retienen agua, parte de la cual es disponible para las plantas. La porosidad total o espacio poroso del suelo, es la suma de macro poros y micro poros. Las características del espacio poroso, dependen de la textura y la estructura del suelo (Rucks L *et al.* 2004).

Cuadro 2. Valores orientativos de la porosidad total de un suelo y su interpretación

Porosidad total (%)	Interpretación
< 30	Muy baja
30-40	Baja
40-50	Media
50-60	Alto
> 60	Muy alta

(Flores y Alcalá; s.f)

3.3.3. Densidad aparente del suelo

Es la relación entre la masa del suelo seco y el volumen total del mismo, incluyendo el espacio poroso. Sus unidades de medida son las mismas de la DP. Es una característica del

suelo que reviste importancia para el agrónomo pues, a través de ella, se puede calcular el espacio poroso total, transformar la humedad gravimétrica en volumétrica, para conocer el peso de la capa arable, para calcular láminas de riego, etc. La Densidad Aparente (DA) varía con la textura, estructura, compactación, materia orgánica, actividad biológica composición mineralógica del suelo.

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 cm^3 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. Color del suelo

El color del suelo refleja la composición así como las condiciones pasadas y presentes de óxido-reducción del suelo. Está determinado generalmente por el revestimiento de partículas muy finas de materia orgánica humificada (oscuro), óxidos de fierro (amarillo, pardo, anaranjado y rojo), óxidos de manganeso (negro) y otros, o puede ser debido al color de la roca parental (FAO 2009).

El color de la matriz 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 (Munsell, 1975).

El matiz, es el color espectral dominante (rojo, amarillo, verde, azul o violeta); el valor, es la claridad u oscuridad de los rangos de color de 1 (oscuro) a 8 (claro); y el croma, es la pureza o fuerza del rango de color desde 1 (pálido) a 8 (brillante). Cuando no haya un color de suelo matriz dominante, el horizonte se describe como moteado y se dan dos o más colores. En

adición a las notaciones de color, se pueden dar los nombres de colores estándar Munsell (Munsell, 1975).

Para descripciones de rutina, se deben determinar los colores del suelo sin la incidencia directa de los rayos solares y mediante la comparación de un agregado (peds) recientemente quebrado con la ficha de color de la Carta de Color de Suelo Munsell. Para propósitos especiales, como para la clasificación del suelo (Munsell, 1975).

Se pueden requerir los colores adicionales de material molido o frotado. Se pueden anotar la ocurrencia del contraste de colores relacionado con la organización estructural del suelo, como las superficies de los agregados. Cuando sea posible, el color del suelo se debe determinar bajo condiciones uniformes (Munsell, 1975).

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 del suelo 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).

3.3.6. Infiltración

Infiltración es el proceso de penetración del agua en el suelo. La velocidad a la cual el agua entra en el suelo es la velocidad de infiltración, la que depende del tipo de suelo; de la estructura del suelo, o grado de agregación; y del contenido de agua en el suelo (Lewery et al., 1996). El contenido inicial de agua en el suelo, al momento de la medición, afecta la capacidad del suelo de absorber agua adicional. Por esto la velocidad de infiltración es mayor cuando el suelo está seco que cuando está húmedo. Este factor es importante al comparar mediciones de infiltración de suelos diferentes (USDA 1999).

Los suelos deberían tener un contenido de humedad similar cuando se realizan las mediciones. La labranza afecta la velocidad de infiltración. Inmediatamente después de la labranza puede manifestarse una mejor infiltración, debido al aflojamiento de costras superficiales o de zonas compactadas. La labranza afloja el suelo (USDA 1999).

Sin embargo, la labranza a su vez rompe agregados y deteriora la estructura del suelo creando el potencial para el desarrollo de compactación, encostramiento superficial y pérdida de poros continuos conectados con la superficie. Suelos compactados poseen menos espacio poroso, lo que determina menores velocidades de infiltración. Suelos que tienden a formar costras superficiales, que sellan la superficie del suelo, pueden presentar velocidades de infiltración severamente aminoradas (USDA 1999).

Cuadro 3. Velocidades estables de infiltración para grupos mayores de textura de suelo, en suelos humectados en profundidad (Hillel, 1982).

Tipo de suelo	Velocidad estable de infiltración
Arenas	2.03 cm/h
Suelos arenosos y limosos	1.02 – 2.03 cm/h
Suelos francos	0.51 – 1.02
Suelos arcillosos	0.10 – 0.51
Suelos arcillosos, sódicos	< 0.10 cm/h

3.3.7. Estructura

Es la manera como se unen partículas para formar terrones. Cuando las partículas del suelo, están unidas en formas de láminas o lascas se dice que hay estructura laminar. Cuando las partículas del suelo se unen y forman columnas con los bordes redondeados se dice que la estructura es Columnar. Cuando las columnas tienen bordes angulosos, la estructura es prismática. Si las partículas del suelo se unen en forma de bloque de varios tamaños con bordes redondeados o angulosos, se dice que la estructura es blocosa. Cuando las partículas de suelo forman terrones pequeños y redondeados como gránulos, la estructura se dice que es granular (Mocoa 2009).

Se dice que no hay estructura cuando las partículas del suelo no forman terrones. Esto ocurre en aquellos suelos gredosos, en donde se forma una masa que no rompe en terrones y en los suelos arenosos, donde las arenas no están reunidas en granos pequeños (Mocoa 2009).

➤ **En un suelo con buena estructura**

- a) Es fácil de cultivar.
- b) No es arrastrado fácilmente por la lluvia ni por el viento.
- c) El aire y el agua penetra muy bien.
- d) Las raíces de las plantas tienen buen desarrollo.

➤ **Suelos con mala estructura**

- Cuando están húmedos son como una masa.
- El aire no puede penetrar.
- Se pegan a las herramientas de trabajo.

3.4. Formas de estructura

3.4.1. Granular

Son esferas porosas, imperfectas, de tamaño pequeño de caras redondeadas y de superficies irregulares. Típica de los horizontes A. Se asocian a elevados % de materia orgánica. Son suelos bien aireados, que no ofrecen problemas al paso de maquinaria (SAP s.f.).

Agregados sin apenas poros en su interior, de forma redondeada (no se ajustan a los agregados vecinos) es similar a la estructura migajosa pero con los agregados compactos esta es típica del perfil del suelo A (Alicia C. 2006).

3.4.2. Bloques

Los ejes horizontales y verticales son de dimensiones similares de tal manera que los agregados son equidimensionales. Se dividen en bloques angulares y subangulares.

Típicamente en horizontes arcillosos como son los B. El agua penetra sin problemas. No presenta problemas desde el punto de vista agrícola esta se divide en :(SAP s.f.).

3.4.3. Bloques angulares

Agregados de forma poliédrica, con superficies planas, de aristas vivas y con vértices. Las caras de los agregados se ajustan muy bien a las caras de los agregados vecinos. Típicamente en los horizontes arcillosos, como lo son los horizontes B (Alicia C. 2006).

3.4.4. Bloques subangulares

Agregados de forma poliédrica, con superficies no muy planas, de aristas romas y sin formación de vértices. Las caras del agregado se ajustan moderadamente a la de los agregados vecinos. Típicamente en los horizontes arcillosos, como lo son los horizontes B (Alicia C. 2006).

3.4.5. Prismática

Los agregados tienen el eje vertical de mayor tamaño que el eje horizontal. Estructura común de zonas áridas y semiáridas, de suelos maduros. Existe un elevado nivel de arcilla. No es la mejor estructura desde el punto de vista agrícola (SAP s.f.).

Presenta agregados con caras definidas y es a través de ellas que se realiza el contacto, rompiéndose los mismos por estas caras; los agregados son densos y en general menos porosos que los de la estructura granular. Los bloques se desarrollan en una posición (vertical) más que en los dos horizontes. Presente en los horizontes más arcillosos y en veces en los horizontes B y C (Alicia C. 2006).

3.4.6. Columnar

Los agregados tienen el eje vertical de mayor tamaño que el eje horizontal y la cara superior

redondeada, debido a altas concentraciones de Na, lo que provoca el desmoronamiento de la parte superior del agregado. Estructura nefasta para la agricultura (SAP s.f.).

3.4.7. Laminar

Los agregados son unidades de diferente espesor, con el eje horizontal más desarrollado. Típica de horizontes arenosos como los horizontes E. Estructura indeseable ya ni el agua ni las raíces penetran. Presentan problemas de drenaje (SAP s.f.).

IV. METODOLOGIA

4.1. Descripción del sitio de estudio

El estudio se realizó en los meses de junio, julio y agosto en las secciones de Investigación Agrícola y Hortalizas de la universidad nacional de agricultura, ubicada en el barrio el espino en el municipio de Catacamas en el departamento de Olancho.

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, se caracteriza por tener dos estaciones; una seca entre 19.0 mm. Mientras la estación lluviosa con un promedio 211 mm. La precipitación anual es de 1,200 mm, una humedad relativa promedio de 74%, la temperatura media anual es de 27-28 °C, con una máxima de 30.2 °C y una mínima de 18.6 °C, en promedio, sin embargo ha llegado hasta los 35 °C, (Servicio Meteorológico Nacional de Honduras 2013)

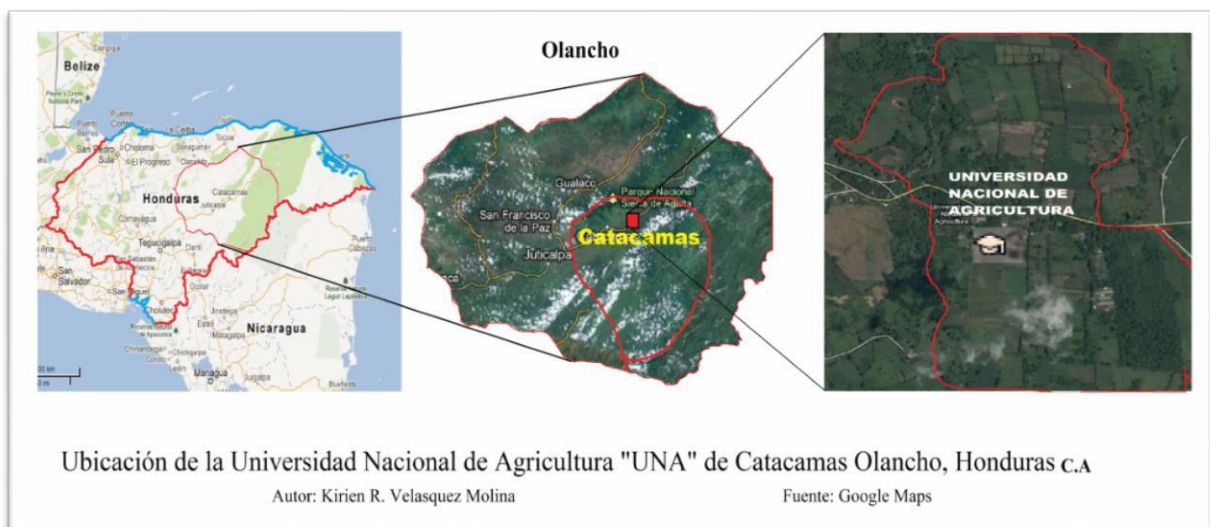


Figura 3. Localidad de la Universidad Nacional de Agricultura ubicada en Catacamas, Olancho, Honduras (Kirien V 2014).

- **Tipos de suelos en la UNA**

Los suelos específicamente de la universidad debido a la influencia que tiene el Rio Talgua sobre ellos, van desde acumulaciones fuertes arena fina, encontrando así suelos franco arenoso en las vegas del río Talgua, hasta suelos con altos contenidos de arcilla, especialmente en las zonas de Investigación y Agronomía (Trejo M 2010).

4.2. Materiales y equipo

4.2.1. Materiales y reactivos

Se hizo uso de: pala, bolsas plásticas, guantes, mascarillas, papel periódico, rodillo, pizeta, pipetas, beaker, cilindro, hexametáfosfato de sodio y carbonato de sodio que se mezclan para formar la solución dispersante, alcohol isoamílico, peróxido de hidrogeno, marcadores, tabla munsell, cilindro o infiltrómetro, regla.

4.2.2. Equipo

El equipo que se utilizó en la realización de la práctica es el siguiente: Horno, balanza granulométrica, hidrómetro de bouyucus, termómetro, reloj, magneto y agitador o motor de vaivén, GPS, cámara fotográfica, balanza granulométrica.

4.3. Descripción del método

Para determinar las propiedades físicas, se dividió el trabajo en tres fases: fase uno; que consistió en la determinación de puntos de muestreo, fase dos; se tomaron las muestras en el campo y pruebas de infiltración. En la fase tres; se realizó el análisis de las muestras en el Laboratorio de suelos y posteriormente se interpretaron los resultados.

4.3.1. Fase uno

Está consistió en hacer un recorrido por las áreas de Investigación Agrícola y Hortalizas, 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), posteriormente se determinaron los puntos de muestreo con el programa gvSIG. El cual brinda las coordenadas de cada punto, los que están a una distancia de 30 m uno del otro, formando una cuadrícula o malla de puntos (un punto de muestreo representa una área).

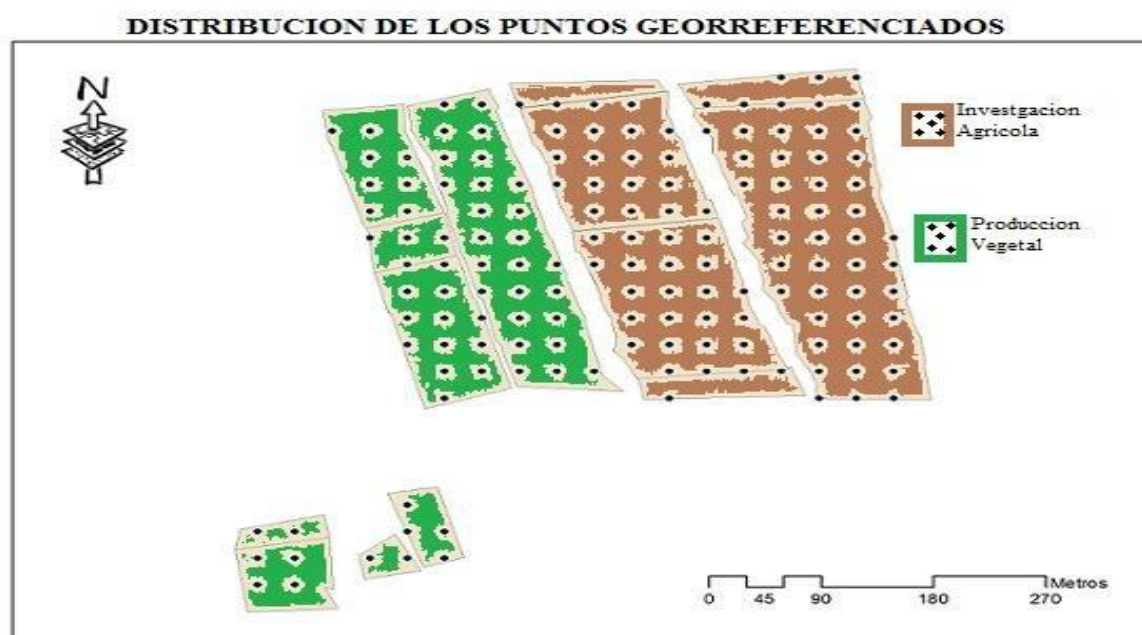


Figura 4. Distribución de los puntos de muestreo en cada lote.

4.3.2. Fase dos

Consistió en trabajo de campo, se inició con la recolección de muestras para determinar las propiedades físicas de interés entre ellas: textura, estructura, color, densidad aparente 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 brindara el programa gvSIG al momento de la determinación de puntos de muestreo.

4.3.3. Toma de la muestra para determinar textura y color

Cada muestra para determinar textura y color se hizo 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”, seleccionan del talud más limpio y adecuado, se forjo un corte de suelo de unos 5 cm de espesor y se eliminaron los excesos, de modo que quedo una muestra de aproximadamente 500 gramos, adecuada para guardar en las bolsas.

4.3.4. Toma de la muestra para determinar densidad y porosidad

Las muestras para determinar densidad y porosidad se obtuvieron usando un cilindro de 5 cm de diámetro y 10 cm de altura. Se meterá 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 aprovechara el agujero hecho para extraer la muestra de textura haciendo una especie de cama en uno de los taludes. Se identificaron y se guardaron en una bolsa debidamente rotulada.

4.3.5. Toma de la muestra para determinar las pruebas de infiltración

Las pruebas de infiltración se realizaron haciendo uso del método del cilindro, o infiltrómetro dicho cilindro tendrá 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 estarán introducidos en 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 luego se controló el tiempo con el cronómetro para hacer las lecturas.

4.3.6. 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.

4.3.7. Registro de la muestra

Una vez recibida la muestra se hace uso del registro que el laboratorio usa, la información debe incluir lo siguiente:

Número de la muestra (0001-017244)

Número de identificación del análisis en el libro de recibo de muestras

Fecha y hora de recibida

Origen de la muestra

Determinaciones a hacer

Fecha de entrega

Propietario

4.3.8. Preparación de muestra

- **Recepción de la muestra:**

En el laboratorio de suelos se recibe la muestra la cual debe traer la siguiente información

Nombre de la finca y propietario

Lugar municipio y departamento

Lote: área que representa (numero o nombre)

Cultivo a sembrar

Fertilizantes aplicados: cantidad, fecha de aplicación

Fotografía, etc.

Numero de melga

- **Secado de la muestra**

Las muestras se secaron bajo la sombra con ventilación sobre pailas de plástico en el laboratorio de suelos. Algunas muestras ocuparon más tiempo que otras en secarse, tomando en cuenta que los suelos con contenidos de arcilla tardaron más para secarse que los arenosos. En este caso también influyó el factor del clima ya que para esas fechas en que se realizó este procedimiento era la época de invierno.

- **Mullido y tamizado de la muestra**

Seguidamente las muestras fueron mullidas con el rodillo para la destrucción de agregados, luego se tamizaron en un tamiz de 2 milímetros, finalmente las muestras tamizadas se guardaron en bolsas plásticas nuevas etiquetadas las cuales se almacenaron en un lugar fresco y seguro quedando listas para su respectivo análisis.

- **Análisis de la muestra**

Para la determinación de color se usó un terrón con superficie lisa. Para esta práctica no se requieren ningún trato de la muestra excepto secarlas para determinar color de suelo seco y luego fue humedecido para determinar color de suelo húmedo.

4.4. Determinación de textura

Se determinó en el laboratorio de la Universidad Nacional de Agricultura utilizando el método hidrómetro de bouyucos el cual consiste en determinar, en diferentes tiempos, la cantidad de sólidos en el material en suspensión. La densidad de la suspensión se mide por medio de un hidrómetro especial (la profundidad del centro de flotación del hidrómetro varía con la densidad de la suspensión). A su vez, la densidad del medio se relaciona con la

cantidad o porcentaje de partículas en suspensión, para lo cual fue necesario calibrar la metodología con numerosos suelos.

El diámetro equivalente de estas partículas en suspensión se estima a través de la velocidad de sedimentación, aplicando la ley de Stokes. Se realizaron lecturas con el hidrómetro a diferentes tiempos, obteniéndose una curva de distribución de tamaño de partículas.

El método del hidrómetro de bouyucus es más rápido pero menos preciso que el de la pipeta. El primero es un método calibrado (estimativo) que, además, da una lectura promedio de la densidad de toda la suspensión. Con la pipeta, en cambio, se realizan lecturas puntuales dentro de la suspensión, determinándose directamente la cantidad de partículas presentes.

Sin embargo, con el método de la pipeta tampoco se obtiene una determinación completamente real de la distribución de tamaño de partículas pues, en el mismo, se aceptan como ciertos, una serie de condiciones que, en la realidad no se cumplen o bien sólo se dan en forma parcial. Por ejemplo, para que la ley de Stokes se aplique correctamente debe cumplirse, entre otras cosas, lo siguiente:

1. Las partículas deben ser lo suficientemente grandes para no ser afectadas por el movimiento Browniano.
2. Las partículas deben ser esféricas y todas de igual densidad.
3. La suspensión debe ser lo suficientemente diluida para que no exista interferencia de una partícula con sus vecinas.

En definitiva, el análisis mecánico del suelo sólo brinda un resultado aproximado de la real distribución de tamaño de partículas. Otro inconveniente del mismo es que no hace distinción entre los diferentes tipos de arcillas presentes en el material analizado (Rafael G. S.F.).

4.5. Determinación de la 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 pierdan la humedad de los macro poros y micro poros. Se harán 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 pesara y tabulara para el análisis respectivo.

Fórmula para densidad aparente

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

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

Determinación de la porosidad total, especialmente usando el dato de densidad aparente calculado y asumiendo la densidad real y se usara el siguiente dato el cual es una constante de 2.65 gr/cm³.

Fórmula para determinar la porosidad

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

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 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 determinara 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). Tomando en cuenta las siguientes consideraciones Una vez encontrado el punto de muestreo, se tendrá que asegurar que este retirado de caminos, huellas de llantas, grietas en el suelo, etc. En caso de 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 forrara el interior del cilindro con bolsa de plástico, en seguida será vertida el agua sobre la misma con cuidado de no dejar que escurra por los lados, después se retirara el plástico suavemente y se termina de llenar el cilindro en casos necesarios, luego se controla el tiempo con el cronómetro a intervalos de 10 minutos por cada lectura por una hora.

V. RESULTADOS Y DISCUSION

De acuerdo a la georreferenciación realizada en campo y por medio de la distribución que se hizo se obtuvieron 154 puntos los cuales están distribuidos en las áreas de Hortalizas e investigación agrícola estos se encuentran a una distancia de 30 m uno del otro.

Estos fueron agrupados para su respectivo análisis lo cual se hizo de la siguiente manera: cada tres y dos puntos ya que previamente se realizó un pre muestreo para la determinación década una de las propiedades físicas esto se llevó a cabo para minorar la cantidad de muestras en cada una de los parcelas y se tomó la decisión ya que se encontraron similitudes en las propiedades físicas en cada uno de los puntos.



Figura 5. Distribución de las muestras ya agrupadas en cada uno de los lotes que se muestrearon

En resumen se obtuvieron 21 muestras en las parcelas de hortalizas y 30 muestras en las parcelas de investigación agrícola las cuales hacen un total de 51 muestras a continuación se presentan sus resultados después de haber realizado cada una de las determinaciones previamente mencionadas.

5.1. Textura

Después de haber realizado la determinación de textura se encontraron los siguientes resultados en el área de Hortalizas en las parcelas ubicadas al costado y frente a la bodega de la misma sección el cual se le denominó Hortalizas 1 se tomaron 6 muestras de las cuales en todas se presentó la clase textural franco arcillo arenoso.

Ya en las áreas al norte de la bodega la melga que se encuentra cerca de la acequia a la cual se le denominó Hortalizas 2 fueron tomadas 8 muestras estas presentaron las siguientes clases texturales que están distribuidas de la siguiente manera es la franco arcillo arenoso 5, franco arenoso 0 y franco 3 muestra presentó dicha clase.

En la siguiente melga ubicada paralela a la anterior fue denominada Hortalizas 3 en esta se tomó la cantidad de 7 muestras las cuales se distribuyen así franco arcillo arenoso 4 muestras, 2 de franco arcilloso y 1 una muestra con la clase textural franco.

Las parcelas de investigación agrícola la clase textural con mayor frecuencia es la franco arcilloso con un porcentaje de 83.3%, también se encontró la textura franco areno arcilloso con un porcentaje de 3.3 % y la clase textural franco fue de 13.3 % y la que en menor cantidad surgió fue la textura franco arcilloso arenoso ya que aquí las cantidades de arena son mínimas son tan bajas que no modifican la clase textural.

Esos porcentajes anteriormente descritos se hicieron en base a la siguiente información las melgas de investigación agrícola fueron divididas de la siguiente manera: Investigación

Agrícola 1 en la cual se dejó la cantidad de 15 muestras estas presentaron las siguientes clases texturales franco arcillo arenoso 1, franco arcilloso 11 y franco 3 muestras.

La siguiente melga denominada Investigación Agrícola 2 las clase textural presente y única fue la franco arcillo con un numero de 15 muestras estos resultados obtenidos son debido a que estas tierras tienen mayor porcentaje de arcilla y los cantidades de arena son mínimas tanto que no son significativas para modificar las clases texturales.

Cuadro 2.Clases texturales más frecuentes en los lotes de Hortalizas e Investigación Agrícola.

Clase Textural	Usos de las melgas				
	Hortalizas 1	Hortalizas 2	Hortalizas 3	Investigación agrícola 1	Investigación Agrícola 2
FAA	6	5	4	1	0
FA	0	2	2	11	15
F	0	1	1	3	0
TOTAL	6	8	7	15	15

FAA: Franco Arcillo Arenoso, **FA:** Franco Arcilloso, **F:** Franco, **Los números:** Estos representan la cantidad de muestras con esa clase textural en cada uno de los lotes.

5.2. Color del suelo

En esta determinación los colores más frecuentes son los siguientes Marrón, Marrón grisáceo muy oscuro, Marrón rojizo, Castaño claro, Marrón muy oscuro, Marrón grisáceo oscuro, Café pálido, Gris pardusco claro

Estos están distribuidos de la siguiente manera: 10 YR 6/2=7 muestras, 10 YR 5/3=20 muestras, 10 YR 5/4=2 muestras ,10 YR 4/3=10 muestras, 10 YR 5/2=10 muestras, 10 YR 4/2=1 muestra, 7.5 YR=1 muestra, esto es con suelo seco ya los colores obtenidos con suelo húmedo son los siguientes: 10 YR 3/2=28 muestras, 10 YR 3/3=7 muestras, 10 YR 2/2=15 muestras, 5 YR 4/4=1 muestra. Estos están distribuidos en un

total de 51 muestras las cuales están ubicadas en las áreas de Hortalizas e Investigación Agrícola.

Cuadro 5. Significado de los colores más frecuentes encontrados en la determinación de color.

Lotes que hay presencia	Código	Color
Hort2, Hort3, Inv Agr1, Inv Agr 2	10 YR 4/3	Marrón
Hort2, Hort3, Inv Agr1, Inv Agr 2	10 YR 3/2	Marrón grisáceo muy oscuro
Inv Agr1	5 YR 3/3	Oscuro o marrón
Inv Agr1	5 YR 4/4	Marrón rojizo
Hort3, Inv Agr1, Inv Agr 2	10 YR 5/3	Marrón
Inv Agr1	7.5 YR 6/3	Castaño claro
Inv Agr1	10 YR 6/3	Café pálido
Hort2, Hort3, Inv Agr1, Inv Agr 2	10 YR 2/2	Marrón muy oscuro
Inv Agr1	10 YR 4/2	Marrón grisáceo oscuro
Hort1, Inv Agr1	10 YR 6/2	Gris parduzco claro

Se encontró una marcada diferencia entre el color de suelo seco y suelo húmedo, en su mayoría las muestras húmedas presentan un valor más alto, lo que representa 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 observa más claro (Ovales, F. 2003)

El color marrón está muy asociado a estados iniciales a intermedios de alteración del suelo se relaciona con niveles de medios a bajos de materia orgánica y un rango muy variable de fertilidad en general se asocia con la ocurrencia de:

- Materia orgánica acida parcialmente descompuesta
- Combinaciones de óxidos de Fe más materiales orgánicos

Color gris este puede ser indicativo de ambientes anaeróbicos esto ocurre cuando el suelo se satura con agua siendo desplazado o agotado el oxígeno del suelo de los espacios porosos bajo estas condiciones las bacterias anaeróbicas utilizan el Fe férrico y esto causa pérdida de pigmentos y esto conlleva al color gris una vez dejando de inundar los suelos el Fe se oxida de nuevo lo que da lugar a los colores moteado anaranjado de lepidocrosita.

Color rojo se asocia a procesos de alteración de los materiales parentales bajo condiciones de alta temperatura, baja actividad del agua, rápida incorporación de materia orgánica, alta liberación de Fe de las rocas es indicativo de condiciones de alta meteorización, se asocia a niveles bajos de fertilidad de suelos, pH ácidos y ambientes donde predominan los procesos de oxidación. En términos generales se asocia con la presencia de óxidos de Fe férrico como es el caso de la hematita cuyo nombre es de origen griego con el significado de “parecido a la sangre”.

El color es la expresión de diversos procesos químicos que actúan en el suelo. Estos procesos incluyen la meteorización de los materiales geológicos, la acción química de la oxireduccion sobre los minerales del suelo especialmente aquellos que contienen Fe, Mn y la bioquímica de la descomposición orgánica, otros aspectos de la naturaleza como el clima el medio biofísico y la geología ejercen su influencia sobre la intensidad y condiciones bajo las cuales esta reacciones químicas ocurren.

5.3. Densidad aparente

Los valores de todas las zonas muestreadas e analizadas se obtuvieron los siguientes resultados que van desde 1.26 a 1.41 estos promedios por zona que están distribuidos de la siguiente manera están dentro del rango adecuado de la densidad aparente el cual es de 1 a 1.5 g/cm³

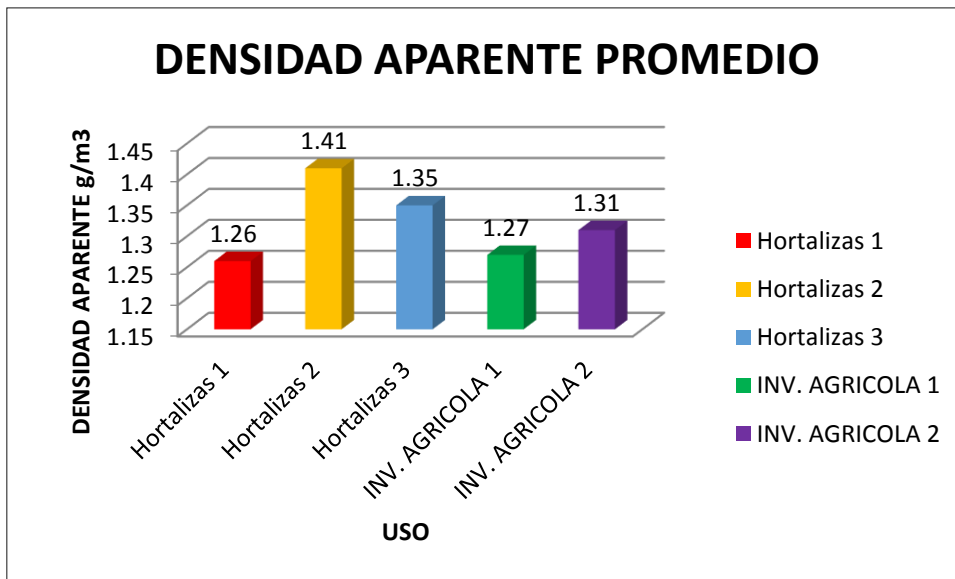


Figura 6. Promedios de densidad aparente de acuerdo al uso

En los lotes de investigación agrícola las densidades promedio van desde 1.2 a 1.3 g/cm³ estos están distribuidos de la siguiente manera Investigación Agrícola 1 la cual está representada con 15 muestras las cuales promedian 1.27 g/cm³ y la otra es Investigación Agrícola 2 en esta el promedio es 1.40 g/cm³

Encontramos que en Hortalizas las densidades promedios oscilan desde 1.2 a 1.4 g/cm³ y habiendo aquí una dominancia de la textura franco arcillo arenosos y según la USDA los valores ideales debería ser 1.4 a 1.5 g/cm³ lo cual nos indica que estos valores encontrados están por debajo de lo normal y esto es debido en primer lugar al uso de maquinaria la cual modifica la densidad aparente y como se sabe varía con la textura, estructura, compactación, materia orgánica, actividad biológica composición mineralógica del suelo.

5.4. Porosidad

Esta fue determinada usando el dato de densidad aparente y los resultados obtenidos son los siguientes en Hortalizas 1 tenemos un 53%, Hortalizas 2 presento un porcentaje de 46.62% y el lote que fue denominado como Hortalizas 3 se obtuvo un porcentaje de 49.14 % estos lotes según la clasificación de la porosidad van desde media a alta.

De igual manera en los lotes de Investigación Agrícola 1 y 2 cada uno con 15 muestras

los porcentajes de porosidad están desde 47.66% en Investigación Agrícola 2 y 52.26 en Investigación Agrícola 1 y estos también van de media a alta porosidad

En los terrenos con uso agrícola intensivo la compactación puede convertirse en un factor muy importante más cuando hay uso de maquinaria agrícola o pisoteo de personas y aun es mayor la compactación y a más profundidad cuando se usa la maquinaria con el suelo húmedo a esto también lo favorece la poca cantidad de materia orgánica y la principal consecuencia es la modificación de la porosidad a medida que se aumenta la compactación disminuye el espacio poroso.

Especialmente la porosidad de mayor diámetro que es la que es ocupada por el aire y el agua útil y si esta compactación se produce en la capa superficial se producirá un incremento de la escorrentía y la erosión y si la capa compactada está a una cierta profundidad aparecerán problemas de encharcamiento al disminuir la velocidad de la infiltración. (Compactación suelo.2006)

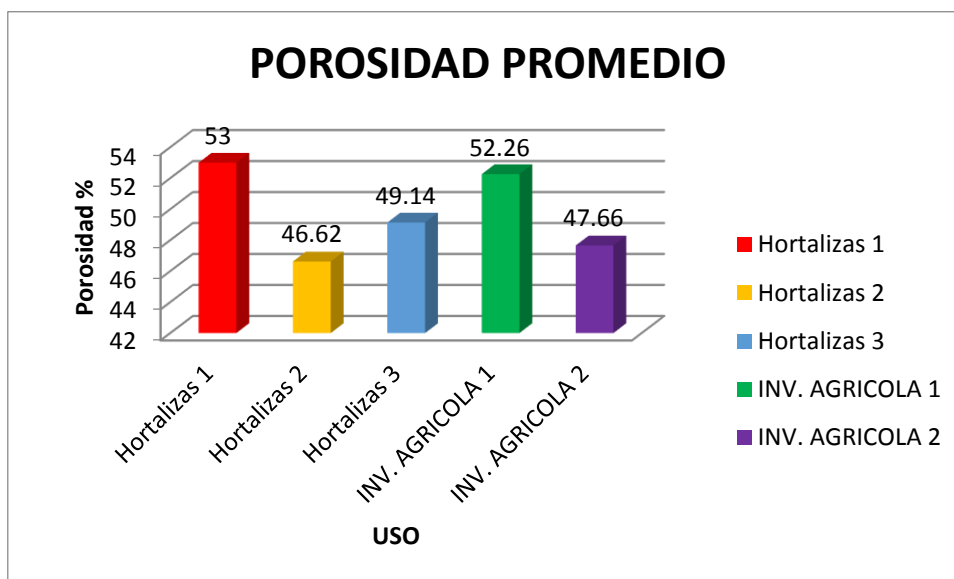


Figura 7. Datos promedio de porosidad total en los lotes de Hortalizas e Investigación Agrícola.

5.5. Estructura

La siguiente determinación fue hecha en el laboratorio de suelos dentro de la cual

mediante la identificación visual y haciendo una comparación con imágenes de los diferentes tipos de estructura existentes.

Cuadro 6. Tipos de estructura más frecuentes en las áreas de estudio.

Lote	Bloques angulares	Bloques subangulares
Hortalizas 1	X	
Hortalizas 2		X
Hortalizas 3		X
Investigación agrícola 1		X
Investigación agrícola 2		X

Las estructuras encontradas en los diferentes lotes difieren de la estructura que es la ideal para el establecimiento de las plantas esta es la estructura granular ya que esta se presenta en suelos con buen suministro de materia orgánica

La estructura de bloques subangulares es predominante en los lotes de hortalizas 2 y 3 e investigación agrícola 1 y 2 y esto es debido a la escases de materia orgánica que hay por las malas prácticas que se realizan las cuales no permiten que las cantidades de materia orgánica sean las adecuadas por lo tanto se hace más frecuente este tipo de estructura.

Por otra parte la estructura presente en el lote de hortalizas 1 es bloques angulares esta es típica de los horizontes B la cual se da por contenidos arcillosos medios a bajos, y en este lote la clase textural que predomina es la franco arcillo arenoso.

5.6. Infiltración

Cuadro 7. La cantidad o velocidad media de infiltración encontrada en cada uno de los lotes que se hizo la determinación se presenta a continuación:

Lote	Hortalizas 1	Hortalizas 2	Hortalizas 3	Investigación agrícola 1	Investigación agrícola 2
Velocidad de infiltración mm/hr	6.23	6.12	6.05	4.35	4.48

La relación de la velocidad de infiltración encontrada en los lotes de Hortalizas está altamente relacionada con la clase textural que predomina en los lotes de hortalizas las clases texturales van de franco arcillo arenoso a franco arcillosos por lo cual aquí se obtuvieron velocidades de 6.05 hasta 6.23 mm/hr

En los lotes de investigación se nota que la velocidad de infiltración es menor a la de Hortalizas ya que aquí predomina la clase textural franco arcilloso y por ende tiene que haber una filtración menor ya que las partículas de arcilla están presentes en mayor porcentaje.

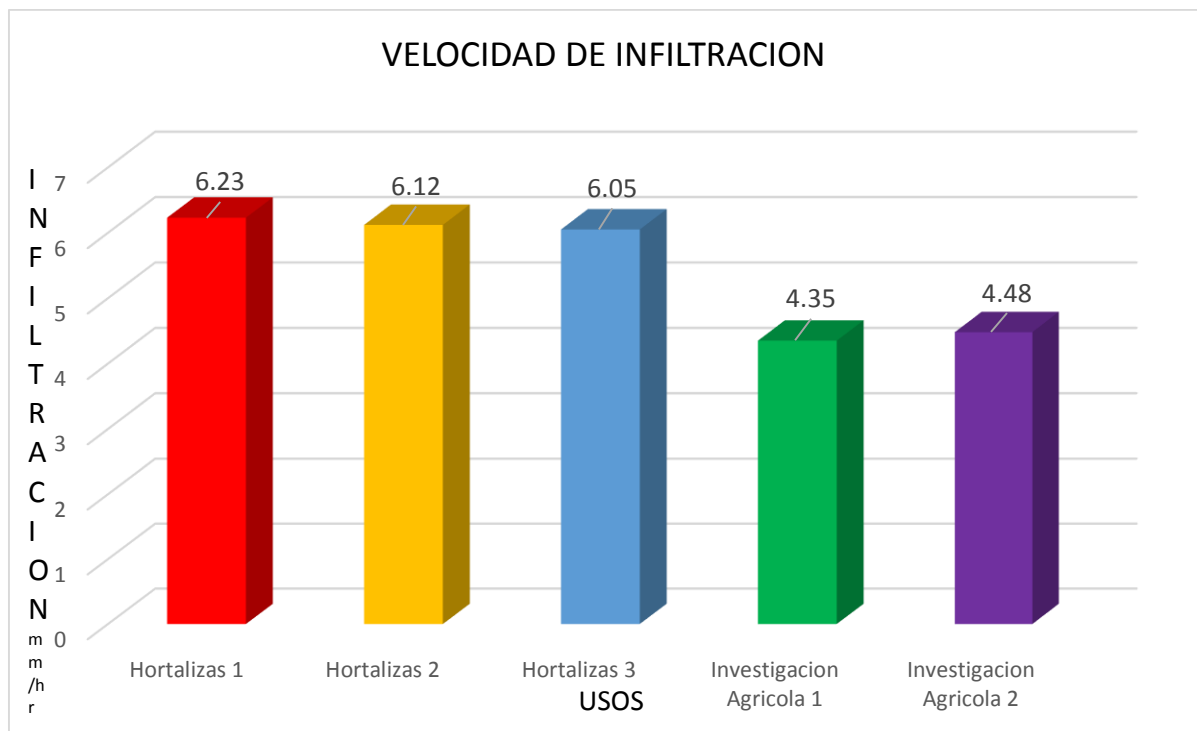


Figura 8. Velocidad de infiltración media en los lotes muestreados

VI. CONCLUSIONES

Los suelos de la Universidad Nacional de Agricultura en específico en los lotes de producción vegetal e investigación agrícola muestran densidades que van desde 1.03 hasta 1.62 g/cm³ en base a los rangos encontrados podríamos decir que se encuentran en buenas condiciones.

Debido al uso de maquinaria agrícola ha habido una alteración en la densidad aparente y porosidad esto ocasiona que haya una disminución en el crecimiento de los cultivos esto afecta directa o indirectamente la producción agrícola.

Las áreas analizadas presentaron porcentajes de porosidad que van de 46.62% hasta 53 % estos rangos están en las siguientes clasificaciones: baja que está dentro de los rangos de 40 a 50% y satisfactoria 50 a 55% esto nos indica que están por debajo del nivel adecuado.

Las condiciones en que se encuentran las propiedades físicas determinadas presentan variables datos de lo normal esto se atribuye al uso y manejo inadecuados al que están siendo sometidos los suelos.

El color que más frecuente encontrado en las áreas muestreadas fue el marrón y esto es indicativo que hay alteración en los suelos, debido a varios factores como ser cantidades excesivas de materia orgánica ácida en descomposición y combinaciones de óxidos de Fe con material orgánico.

VII. RECOMENDACIONES

Generar una planificación rotativa del uso de las melgas de cada lote, es decir, hacer uso de barbecho para que los suelos tengan un periodo de recuperación y así ser reutilizados, con mejores condiciones en las propiedades físicas.

Hacer uso de enmiendas orgánicas para que haya un aporte nutricional adecuado ya que el uso excesivo de estas áreas productivas conlleva a la pérdida de nutrientes por las variaciones que se dan en las propiedades del suelo.

Algunos rangos de densidad aparente encontrados se acercan y pasan al límite del rango ideal por tal recomendamos hacer subsolador a una profundidad mayor de 50 cm, incorporar materia orgánica y hacer un buen uso de la maquinaria a usar y de la cantidad de agua que se aplica al riego, para evitar la compactación.

Las porcentajes de porosidad encontradas en los suelos de Investigación Agrícola y producción vegetal de la Universidad Nacional de Agricultura están por debajo de la clasificación excelente ya que esta va de 55 hasta 70 %, por lo tanto recomendamos, hacer una reducción en el empleo del uso de maquinaria pesada ya que esta afecta directamente lo que son las propiedades físicas tales como porosidad.

Los colores de los suelos están más orientados a color marrón ya que hay problemas en lo que es la materia orgánica descompuesta por eso recomendamos hacer un plan de eliminación de rastrojo después de del ciclo de cada cultivo.

VIII. BIBLIOGRAFIAS

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

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

SAP(Laboratorio de relación suelo-agua-planta)(s.f) propiedades físicas Del suelo. Tipos de estructura: granular, prismática, laminar, bloques, columnar.

Flores y Alcalá (S.f) (Manual de procedimientos analíticos) Valores orientativos de la porosidad y su interpretación.Universidad Nacional Autonoma de Mexico.

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

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

Sampat A. Gabande 1972 (Física de suelos) determinación del agua y aire en el suelo. Agencia Para El Desarrollo Internacional. MEXICO/BUENOS AIRES 1972.

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.

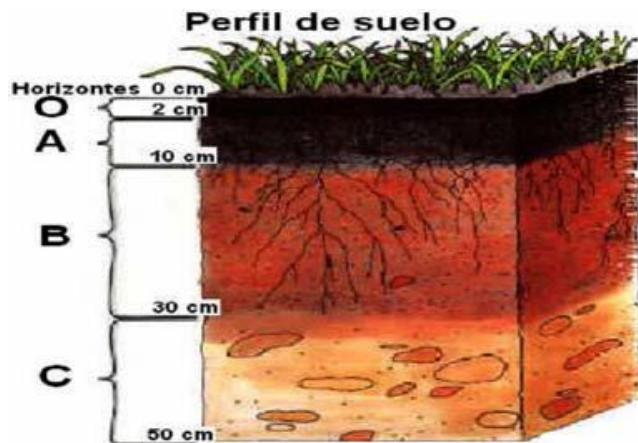
Juvenal H 2007. (Manual de laboratorio/ método para el análisis físico de los suelos) INCA (Instituto nacional de ciencias agrícolas.)

Daniel. f. Jaramillo 2002. / Introducción a la ciencia del
suelo/propiedades físicas/universidad de Colombia facultad de ciencias
Medellín 2002

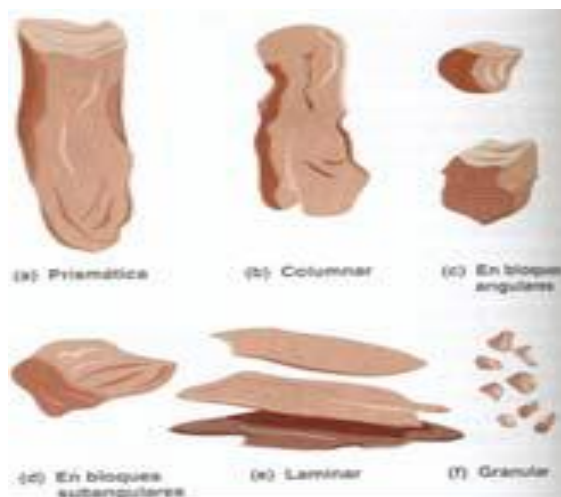
Hilda. E. Huerta. 2010/determinación de propiedades físicas y químicas de suelos con mercurio en la región de san Joaquín, gro., y su relación con el crecimiento bacteriano./Universidad Autónoma de Querétaro Facultad de Ciencias Naturales Licenciatura En Biología.

IX. ANEXOS

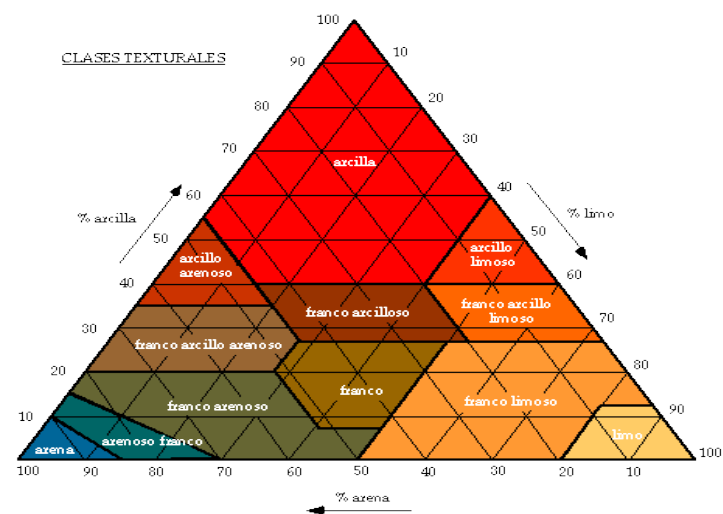
Anexo 1. Perfil del suelo



Anexo 2. tipos de estructura



Anexo 3. Triangulo de las claces texturales.



Anexo 4. Coordenadas de los puntos obtenidos

Nº PUNTO	X	Y		Nº PUNTO	X	Y
1	623957	1640285		79	624257	1640675
2	623957	1640315		80	624257	1640705
3	623957	1640345		81	624257	1640735
4	623987	1640285		82	624257	1640765
5	623987	1640315		83	624257	1640795
6	623987	1640345		84	624257	1640825
7	624017	1640795		85	624287	1640495
8	624047	1640315		86	624287	1640525
9	624047	1640675		87	624287	1640555
10	624047	1640705		88	624287	1640585
11	624047	1640735		89	624287	1640615
12	624047	1640765		90	624287	1640645
13	624047	1640795		91	624287	1640675
14	624077	1640315		92	624287	1640705
15	624077	1640345		93	624287	1640735
16	624077	1640375		94	624287	1640765
17	624077	1640555		95	624287	1640795
18	624077	1640585		96	624317	1640525
19	624077	1640615		97	624317	1640555
20	624077	1640645		98	624317	1640585

Nº PUNTO	X	Y		Nº PUNTO	X	Y
21	624077	1640675		99	624317	1640615
22	624077	1640705		100	624317	1640645
23	624077	1640735		101	624317	1640675
24	624077	1640765		102	624317	1640705
25	624107	1640315		103	624317	1640795
26	624107	1640345		104	624317	1640825
27	624107	1640495		105	624347	1640525
28	624107	1640525		106	624347	1640555
29	624107	1640555		107	624347	1640585
30	624107	1640585		108	624347	1640615
31	624107	1640615		109	624347	1640735
32	624107	1640645		110	624347	1640765
33	624107	1640675		111	624347	1640795
34	624107	1640735		112	624347	1640825
35	624107	1640765		113	624377	1640525
36	624107	1640795		114	624377	1640615
37	624107	1640825		115	624377	1640645
38	624137	1640525		116	624377	1640675
39	624137	1640555		117	624377	1640705
40	624137	1640585		118	624377	1640735
41	624137	1640615		119	624377	1640765
42	624137	1640645		120	624377	1640795
43	624137	1640675		121	624377	1640825
44	624137	1640705		122	624377	1640855
45	624137	1640735		123	624407	1640495
46	624137	1640765		124	624407	1640525
47	624137	1640795		125	624407	1640555
48	624137	1640825		126	624407	1640585
49	624167	1640525		127	624407	1640615
50	624167	1640555		128	624407	1640645
51	624167	1640585		129	624407	1640675
52	624167	1640615		130	624407	1640705
53	624167	1640645		131	624407	1640735
54	624167	1640675		132	624407	1640765
55	624167	1640705		133	624407	1640795
56	624167	1640735		134	624407	1640825
57	624167	1640825		135	624407	1640855
58	624197	1640525		136	624437	1640495
59	624197	1640555		137	624437	1640525
60	624197	1640585		138	624437	1640555

Nº PUNTO	X	Y		Nº PUNTO	X	Y
61	624197	1640615		139	624437	1640585
62	624197	1640645		140	624437	1640615
63	624197	1640735		141	624437	1640645
64	624197	1640765		142	624437	1640675
65	624197	1640795		143	624437	1640705
66	624197	1640825		144	624437	1640735
67	624227	1640525		145	624437	1640765
68	624227	1640645		146	624437	1640795
69	624227	1640675		147	624437	1640825
70	624227	1640705		148	624437	1640855
71	624227	1640735		149	624467	1640495
72	624227	1640765		150	624467	1640525
73	624227	1640795		151	624467	1640555
74	624227	1640825		152	624467	1640585
75	624257	1640555		153	624467	1640615
76	624257	1640585		154	624467	1640645
77	624257	1640615		155	624467	1640675
78	624257	1640645				

Anexo 5. Clases texturales encontradas en las áreas caracterizadas.

Nº DE MUESTRA	TEXTURA
1	FAA
2	FAA
3	FAA
4	FAA
5	FAA
6	FAA
7	FAA
8	FAA
9	FA
10	FAA
11	FA
12	FAA
13	FAA
14	F

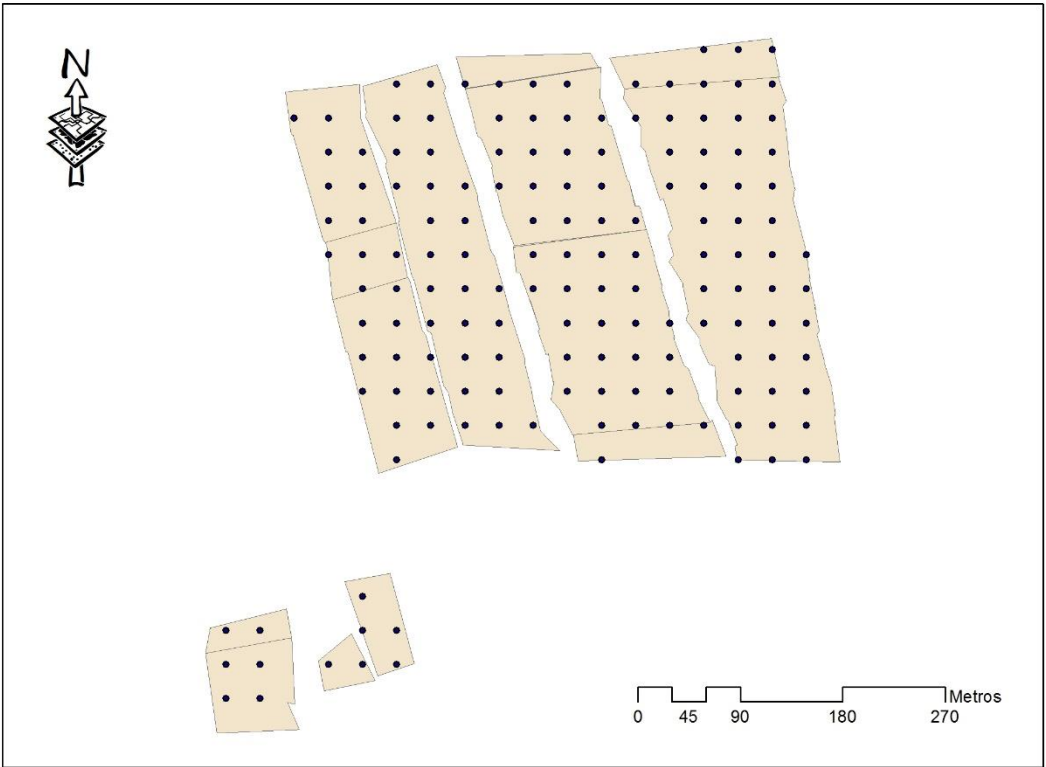
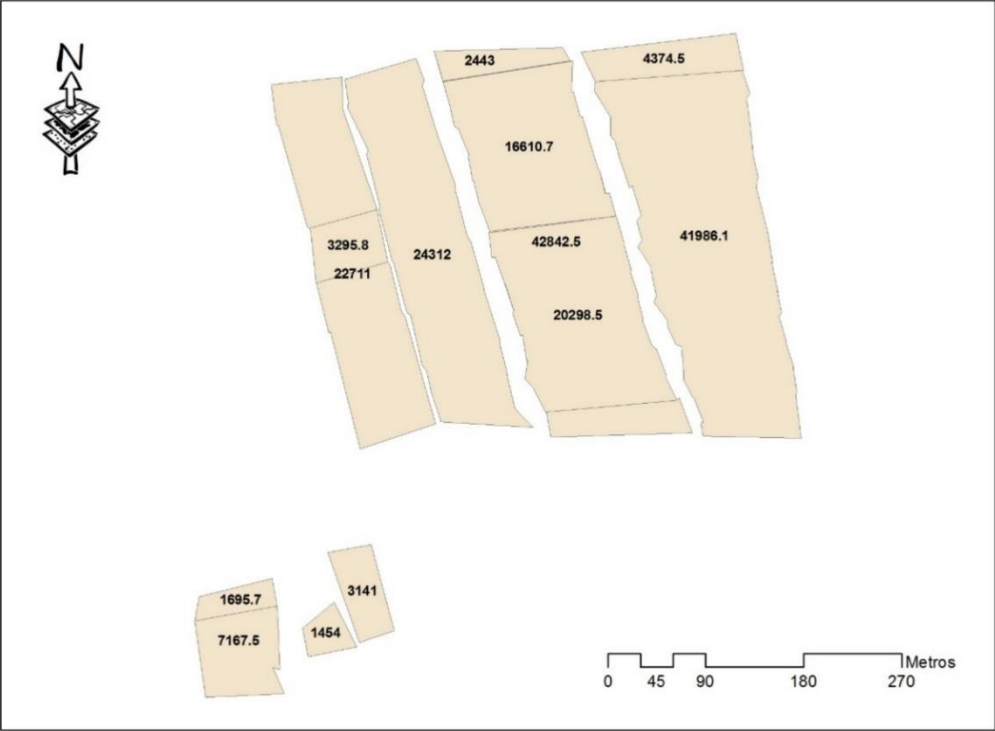
Nº DE MUESTRA	TEXTURA
15	F
17	F
18	FAA
19	FAA
20	F
21	FAA
22	FA
23	FA
24	FA
25	FA
26	FAA
27	F
28	FA
29	FA
30	F O FA
31	FA
32	FA
33	F O FA
34	FA
35	FA
36	F
37	FA
38	FA
39	FA
40	FA
41	FA
42	FA
43	FA
44	FA
45	FA
46	FA
47	FA
48	FA
49	FA
50	FA
51	FA

CLACES TEXTURALES			
ABREVIATURA	SIGNIFICADO	% HORTALIZAS	% INVESTIGACION AGRICOLA
F	FRANCO	23.8	13.3
FA	FRANCO ARCILLOSO	9.5	83.3
FAA	FRANCO ARENO-ARCILLOSO	66.7	3.3
	TOTAL	100	100

Anexo 6. Ficha usada para la identificacion de las muestras.

 UNIVERSIDAD NACIONAL DE AGRICULTURA LABORATORIO DE SUELOS 	
Numero de muestra	➤
➤ Numero de melga	➤
➤ Ha Que representa	➤
➤ Fecha y hora de recibida	➤
➤ Origen de la muestra	➤
➤ Determinaciones a hacer	➤
➤ Fecha de entrega	➤
➤ Propietario	➤
➤ Ubí. Geográfica	➤
➤ Observaciones	➤

Anexo 7. Mapa de los lotes con la el area en metros y la distribucion de los puntos



Anexo 8. Descripción del color.

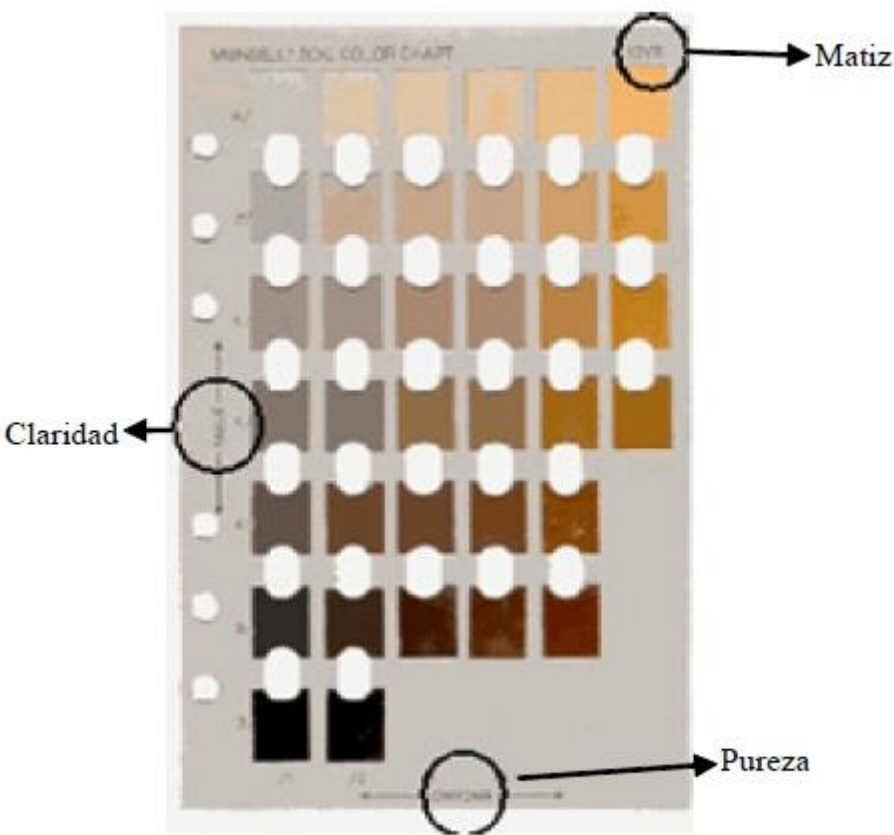


Figura 3. Tabla de color Munsell.
Figure 3. Munsell color chart.

Anexo 9.Color del suelo humedo y seco

N° MUESTRA	HOR T 1		HOR T 2		HOR T 3		INV AG R 1		INV AG R 2	
	CSS	CSH	CSS	CSH	CSS	CSH	CSS	CSH	CSS	CSH
1	10.YR 6/2	10.Y R 3/2								
2	10.YR 6/2	10.Y R 3/2								
3	10.YR 6/2	10.Y R 3/2								
4	10.YR 6/2	10.Y R 3/2								

N° MUESTRA	HOR T 1		HOR T 2		HOR T 3		INV AG R 1		INV AG R 2	
5	10.YR 6/2	10.Y R 3/2								
6	10.YR 6/2	10.Y R 3/2								
7			10.YR 5/3	10.Y R 3/3						
8			10.YR 5/4	10.Y R 3/2						
9			10.YR 5/4	10.Y R 2/2						
10			10.YR 5/3	10.Y R 3/2						
11			10.YR 4/3	10.Y R 3/2						
12			10.YR 4/3	10.Y R 3/2						
13			10.YR 5/3	10.Y R 3/2						
14					10.YR 5/3	10.Y R 2/2				
15					10.YR 4/3	10.Y R 2/2				
16					10.YR 5/3	10.Y R 3/3				
17					10.YR 4/3	10.Y R 2/2				
18					10.YR 5/3	10.Y R 3/3				
19					10.YR 5/3	10.Y R 3/2				
20					10.YR 5/3	10.Y R 3/2				
21					10.YR 5/3	10.Y R 3/2				

Nº MUESTRA	HOR T 1		HOR T 2		HOR T 3		INV AG R 1		INV AG R 2	
22							10.YR 4/3	10.Y R 2/2		
23							10.YR 5/2	10.Y R 3/2		
24							10.YR 4/2	10.Y R 3/2		
25							10.YR 4/3	10.Y R 2/2		
26							10.YR 5/3	10.Y R 3/3		
27							10.YR 5/3	10.Y R 2/2		
28							10.YR 4/3	10.Y R 2/2		
29							10.YR 5/2	10.Y R 2/2		
30							10.YR 5/2	10.Y R 2/2		
31							10.YR 6/2	10.Y R 3/2		
32							7.5.Y R 5/3	5.YR 4/4		
33							10.YR 5/3	10.Y R 3/2		
34							10.YR 5/3	10.Y R 3/2		
35							10.YR 4/3	10.Y R 2/2		
36							10.YR 5/2	10.Y R 3/2		
37							10.YR 5/3	10.Y R 3/2		
38									10.YR 5/3	10.YR 3/2
39									10.YR 5/2	10.Y2/ 2

N° MUESTRA	HOR T 1		HOR T 2		HOR T 3		INV AG R 1		INV AG R 2	
40									10.YR 5/3	10.YR 3/2
41									10.YR 5/2	10.YR 2/2
42									10.YR 5/2	10.YR 2/2
43									10.YR 5/3	10.YR 3/2
44									10.YR 5/3	10.YR 2/2
45									10.YR 5/2	10.YR 3/2
46									10.YR 5/2	10.YR 3/2
47									10.YR 5/3	10.YR 3/3
48									10.YR 5/2	10.YR 3/3
49									10.YR 4/3	10.YR 3/3
50									10.YR 5/3	10.YR 3/2
51									10.YR 5/3	10.YR 3/2