

Horticultura como alternativa de aplicación al paisajismo



ISBN: 978-958-15-0672-9

Pablo Antonio Hernández Vega

Ingeniero Agrónomo



Centro de Biotecnología Agropecuaria
Regional Cundinamarca

SENNOVA

Sistema de Investigación,
Desarrollo Tecnológico e Innovación



SERVICIO NACIONAL
DE APRENDIZAJE



“Horticultura como alternativa de aplicación al paisajismo”



Centro de Biotecnología Agropecuaria
Regional Cundinamarca

SENNOVA

Sistema de Investigación,
Desarrollo Tecnológico e Innovación



Catalogación en la publicación. SENA Sistema de Bibliotecas

Hernández Vega, Pablo Antonio

Horticultura como alternativa de aplicación al paisajismo / Pablo Antonio Hernández Vega. -- Mosquera, Cundinamarca : Servicio Nacional de Aprendizaje (SENA). Centro de Biotecnología Agropecuaria, 2021.

1 recurso en línea (123 páginas : PDF). -- (Colección de libros de investigación CBA)

Referencias bibliográficas: página 123.

Contenido: Ubicación y aproximación a las características fisiográficas del proyecto: horticultura como alternativa de aplicación al paisajismo -- Material vegetal -- Selección de variedades -- Preparación del suelo y diseño de figuras -- Siembra de material vegetal -- Trasplante -- Manejo fitosanitario y de prácticas culturales -- Métodos Arreglos paisajísticos.

ISBN: 978-958-15-0672-9.

1. Horticultura 2. Cultivos hortícolas I. Servicio Nacional de Aprendizaje (SENA). Centro de Biotecnología Agropecuaria.

CDD: 635

“Horticultura como alternativa de aplicación al paisajismo”

Pablo Antonio Hernández Vega¹

Centro de Biotecnología Agropecuaria - SENA - Mosquera

1. Ing. Agrónomo Instructor SENA (Centro de Biotecnología Agropecuaria). Autor.



Carlos Mario Estrada Molina **Director
General del Sena**

Nidia Jeannette Gómez
Directora de formación profesional

Jimmy Gonzalo Maldonado Novoa
Director Regional Cundinamarca

Nelson Octavio Gómez Botero
Subdirector Centro de Biotecnología Agropecuaria

Nancy Briceño Moreno
Coordinadora Nacional de Sennova

Sandra Ximena Toro Meléndez
Dinamizadora Sennova Centro de Biotecnología Agropecuaria

**“Horticultura como alternativa de aplicación al
paisajismo”**

© **Pablo Antonio Hernández Vega.**

Servicio Nacional de Aprendizaje - SENA
2021

Diseño, diagramación
Sennova C.B.A.



Pablo Antonio Hernández Vega

Ingeniero agrónomo egresado de la Universidad Nacional de Colombia, Experiencia en investigación acción participativa con comunidades campesinas e indígenas del Putumayo, Cauca y la localidad 20 del Sumapaz en trabajo con ONGS y la Universidad Distrital Francisco José de Caldas. Vinculado al Servicio Nacional de Aprendizaje SENA como instructor en formación para el trabajo desde el año 2004 , en programas de economía campesina e indígena, jóvenes rurales emprendedores, articulación con la media técnica, reintegración de los paramilitares a la vida civil y comunidades campesinas afectadas por conflicto armado, desplazamiento y minas antipersonales en el Valle geográfico del río Cauca, Magdalena Medio, Oriente caldense y Oriente antioqueño con los centros de formación SENA: Centro Latinoamericano de Especies Menores CLEM -Tulua, Centro Pecuario y Agroempresarial- La Dorada Caldas, Complejo Tecnológico Minero Agroempresarial – Puerto Berrio Antioquía. Centro de Desarrollo Agroempresarial Chía.

Actualmente instructor del SENA Centro de Biotecnología Agropecuaria CBA Mosquera Regional Cundinamarca.

Otras publicaciones

Macro fauna del suelo y su uso como indicador de calidad del suelo en el trópico alto (Bogotá,2014)

Análisis integrado del paisaje una metodología para el diagnóstico y recuperación de suelos (Bogotá,2014)

Agradecimientos

Agradezco al SENA, al doctor Nelson Octavio Gómez Botero, al doctor Edgard Sierra Cardozo, Sandra Ximena Toro, Sandro de Jesús Pérez, Luis Alberto Arias, grupo Sennova CBA y aprendices por su invaluable colaboración y apoyo para la construcción del proyecto Horticultura una alternativa de aplicación al Paisajismo.

A mi hijo Santiago Hernández Camacho y mi Esposa Tania Camacho por enseñar cotidianamente lecciones vitales y acercar a la comprensión del significado de la finitud de mi tiempo.

Contenido

Prólogo

Introducción	10
--------------------	----

Primera parte

1. Ubicación y aproximación a las características fisiográficas del proyecto: horticultura como alternativa de aplicación al paisajismo.....	15
1.1 El suelo como indicador de prácticas de manejo de proyectos de horticultura aplicados a paisajismo.....	19
1.2 Caracterización del perfil del suelo del lote destinado a sembrar. Materiales y método.....	19
1.3 Descripción del proceso.....	20
1.4 Caracterización del perfil de suelo por punto de muestra.....	23
1.5 Análisis de propiedades físicas del suelo. Proceso.....	31
1.6 Caracterización del perfil del suelo.....	36
1.7 Método para identificar horizontes.....	37
1.8 Método para determinar la clase textural de horizontes	38
1.9 Análisis de clase textural de los puntos de muestra	
1.9.1 Método para determinar profundidad efectiva.....	41
1.9.2 Método para determinar drenaje del suelo.....	43
1.9.3 Método para determinar color del suelo.....	45
1.9.4 Análisis del color del suelo en los siete puntos de muestreo.....	50

1.9.5 Método para determinar densidad aparente.....	54
1.9.6 Resistencia del suelo a la degradación.....	60
1.9.7 Método para determinar la clasificación de la estructura de suelos..	64
1.9.8 Método para determinar la consistencia- adhesividad y plasticidad.....	70
1.9.9 Riego. Aproximación al calculo de la lámina neta y bruta. Método del cilindro	81

Segunda parte

2.Material vegetal - Selección de variedades	93
2.1 Criterios de Selección.....	93
2.1.2 Variedades	96

Tercera parte

3 Preparación del suelo y Diseño de figuras.....	107
--	-----

Cuarta parte

4 Siembra de material vegetal - trasplante	108
4.1 Características del material vegetal	108

Quinta parte

5 Manejo fitosanitario y de prácticas culturales - Métodos.....	111
5.1 Componentes de un plan de manejo fitosanitario.....	111

Sexta parte

6. Arreglos paisajisticos.....	115
--------------------------------	-----

PRÓLOGO

Horticultura como alternativa de aplicación al paisajismo es una propuesta desarrollada con aprendices de Tecnólogo en producción agropecuaria ecológica y Gestión de empresas agropecuarias del SENA, cuyo objetivo es otorgar el lugar que se merece al arte de cultivar plantas con la finalidad expresa de configurar un bello entorno paisajístico gracias al potencial que ofrece la horticultura por su gran diversidad de especies, variedades, colores, formas, tamaños, crecimientos vegetativos diferenciados, particularidades y formas del relieve, y en fin, un sin número de elementos antrópicos, bióticos y abióticos que ofrece los espacios y dinámicas naturales en un tiempo determinado en una relación inquebrantable de naturaleza y cultura para la conformación de agro ecosistemas estéticos y biodiversos tal como se manifiesta la naturaleza entregada así misma.

El autor agradece a la raza pujante del campesinado Colombiano que forja su porvenir arando los campos cultivados con viejos bueyes.

Pablo Antonio Hernández Vega
Bogotá Enero de 2018



Fotografía 1. Autor Ethan Easwood. Colombia, Mosquera, Cundinamarca 2017

INTRODUCCIÓN



Fotografía 2. Autor Ethan Easwood. 6 junio 2017. Lote 3. Unidad de Agricultura SENA C.B.A.

Este trabajo pretende de una manera didáctica y a partir de registro fotográfico, orientar y dar elementos básicos fundamentales sobre la posibilidad real de modificar las características visibles, físicas y anímicas de un escenario agrícola, rural, urbano y social expresado en nuevas formas de organizar, gestionar, comunicar, innovar y aplicar conocimientos y desarrollos tecnológicos de la producción hortícola en proyectos de ornato y urbanismo, decoración de interiores, jardinería, producción de especies exóticas por su colorido y sabor en cocina y decoración de platos en cocina gourmet, seguridad y soberanía alimentaria, y sistemas productivos biodiversos en armonía y reciprocidad con la naturaleza. Además, brinda elementos técnicos para el proceso de producción de hortalizas sustentado en tecnologías de producción limpia y buenas prácticas agrícolas.

Pablo Antonio Hernández Vega



Foto 3: Pablo A.Hernández V. Inundación Lote 15 DE Mayo de 2017.

Fotografía 4. Autor Pablo A. Hernández V. Inundación Lote 3. Mayo 15 de 2017



Fotografía 5. Autor Pablo A. Hernández V. Inundación Lote 3. Mayo 15 de 2017

Foto 6: Pablo A. Hernández Vega Junio 2 de 2017 luego inundación. Lote tres Unidad de Agricultura

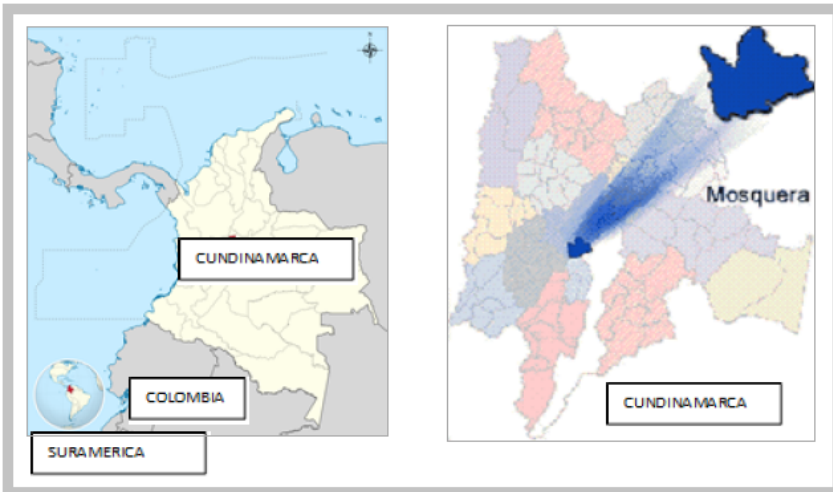




Fotografía 7. Autor Pablo Antonio Hernández Vega. Lote 3. Unidad de Agricultura. SENA . Centro de Biotecnología Agropecuaria. Noviembre 2017.

1. PRIMERA PARTE

1. Ubicación y aproximación a las características fisiográficas del proyecto: horticultura como alternativa de aplicación al paisajismo



Mapa 1. Macro localización y micro localización del proyecto

"Misterioso como el sueño de una montaña que guarda un secreto bajo la niebla, el bosque seco montano bajo ha sido el refugio mágico de elfos, duendes, y mitos guardianes de humedales, es allí donde se encuentra el municipio de Mosquera, altiplanicie singular por sus condiciones tan extrañas de frío y nubosidad, neblinas alternadas con momentos de intensa radiación revelan instantes únicos de belleza, fuerza y gracia natural tal como se manifiesta la naturaleza entregada a sí misma".

Pablo Antonio Hernández Vega



Fotografía 8. Altiplanicie. Mosquera. Cundinamarca

Aproximación a las características fisiográficas y agroclimáticas de la zona de estudio



Fotografía 9. Altiplanicie Cundinamarqués. Colombia, Departamento Cundinamarca. Municipio: Mosquera. 2017

Tabla 1.
características fisiográficas y agroclimáticas de la zona de estudio. Autor.

Provincia Fisiográfica: Región Andina, cordillera oriental.	Sistema Geomorfológico: Altiplanicie rodeada de montaña	Geomorfología: Altiplanicie.	Pendientes y gradientes: Ligeramente plana Pendiente de 0 a 3%
Gran Paisaje: Altiplanicie	Paisaje: Altiplanicie	Subpaisaje: Meseta	Relieve: Meseta
Unidad climática y zona de vida (Holdridge): Frío Seco ASNM: 2580 °T media anual: 12 -14 °C Precipitación: <1200mm Bosque seco montano Clima tropical	Ambiente morfo genético: Derivado de movimiento de placas tectónicas y conformación de la cordillera oriental.	Cobertura vegetal: Estratificación vertical simplificada tierras dedicadas a pasturas y monocultivos de ciclo corto	Suelos: Francos, profundos, ricos en materia orgánica, derivado de cenizas volcánicas, ácidos, pobres en boro, calcio y fósforo.

Importancia de la caracterización fisiográfica y agroclimática de la zona de estudio:

- Precisa vocación y uso potencial de los recursos naturales renovables y no renovables, acorde a la zona de vida y configuración geomorfológica del relieve en una relación naturaleza -cultura
- Determina prácticas de conservación y manejo del recurso natural no renovable suelo.
- Precisa adaptación agroclimática de especies vegetales y dinámicas poblacionales de artrópodos.
- Indica cómo deben ser las características físicas, químicas y biológicas del suelo, así como entornos eco sistémicos.
- Permiten ser un indicador de procesos de degradación de suelos, perturbación de ecosistemas, sustentabilidad y sostenibilidad de agro ecosistemas.
- Indica patrones de comportamiento climático como precipitación, temperatura, dirección y velocidad de los vientos, evaporación, brillo solar, etc.
- Determina épocas de siembra y cosecha de variedades
- Determina periodos vegetativos y ciclo de vida hasta la madurez fisiológica de los cultivos.
- Indican dirección de los arreglos eco sistémicos así como densidades poblacionales o número de plantas por unidad de área
- Determina prácticas de cosecha y poscosecha

Interpretación de las características fisiográficas y agroclimáticas

❖ De la ubicación y provincia fisiográfica:

Indica que en esta zona tropical no hay estaciones, la cordillera oriental es la más joven de las tres cordilleras que se encuentran en Colombia, lo que determina que los suelos son jóvenes ricos en cenizas volcánicas, alófana, material parental es pobre en boro, calcio, fósforo.

❖ De la unidad Climática y zona de vida:

- Al ser un clima frío seco la materia orgánica no se descompone rápidamente ni se lava del perfil del suelo, por tal razón los suelos deben ser ricos en materia orgánica (mayor de 10%) Al ser un clima frío seco la materia orgánica no se descompone rápidamente ni se lava del perfil del suelo, por tal razón los suelos deben ser ricos en materia orgánica (mayor de 10%), profundos (1 metro de profundidad de suelo rico en materia orgánica), de texturas francas, bien drenados, con buena capacidad de intercambio catiónico, con resistencia a procesos de desagregación, bien drenados, ácidos a ligeramente ácidos, de manejo especial para su conservación.

❖ Del paisaje y geomorfología

- Indica que estamos en una cadena montañosa, con variadas formas de relieve que van desde altiplanicies a montaña. La ubicación del proyecto presenta un paisaje de altiplanicie lo que indica que procesos de degradación del suelo es decir pérdida de propiedades físicas, químicas y biológicas están más influenciadas por procesos antrópicos que ambientales. Por ser altiplanicie las aguas lluvias no generan procesos de arrastre de partículas de suelo, ni procesos de cárcavamientos, deslizamientos. Sin embargo son suelos de manejo especial es decir son susceptibles a degradarse por manejo inadecuado como uso intensivo de herbicidas(interrumpen la descomposición e incorporación de materia orgánica al suelo, labranza intensiva que puede generar erosión por procesos eólicos (arrastre de partículas por el viento).

1.1. El suelo como indicador de prácticas de manejo de proyectos de horticultura aplicados a paisajismo

Desarrollo metodológico del proceso en campo

1.1.1 Caracterización del perfil del suelo del lote a sembrar



Fotografía 10. Ubicación espacial de los puntos de muestreo de suelos en campo. Sistema de muestreo: sistemático y a un (1) metro de profundidad.

● Punto de muestreo ■ Puntos cardinales: Norte(N), Oeste(w),Este(E), Sur(S).



Fotografía 11. Perfil del suelo según puntos de muestreo a un (1) metro de profundidad. Autor.

Materiales y métodos

Bolsas plásticas
Metro
Cinta de enmascarar

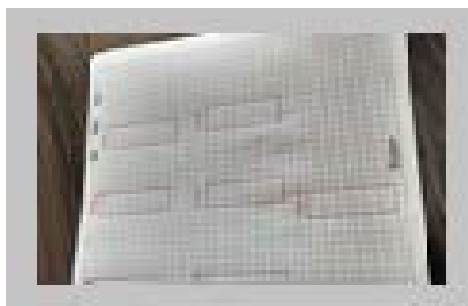
Ahoyador o sacatierra
Azadón
Libreta



Fotografía 12 • Bolsas plásticas de capacidad 500 gramos • Metro • Cinta de enmascarar. Autor.



Fotografía 13. • Azadón
• Ahoyador o sacatierra. Autor.



Fotografía 14. Cuaderno o libreta con gráfica de horizontes. Autor.

1.3 Descripción del proceso

- Tomar una foto o realizar un croquis o un mapa del lote destinado a mapear el perfil del suelo y ubicar en el mapa los puntos cardinales: Oriente, occidente, norte y sur (ver fotografía 10.)
- Definir tipo de muestreo: sistemático, al azar, etc. (ver fotografía 10.)
- Determinar el trazado o recorrido en campo para tomar las muestras debe tomar áreas representativas en el terreno (ver foto 10.).

- Definir tipo de detalle de la muestra, distancia entre punto y punto para toma de muestra en campo. Para tomar muestras en lotes mayores de dos hectáreas se puede utilizar una distancia en metros entre punto de muestreo de 30 a 40 metros. En lotes inferiores a dos hectáreas la distancia en metros entre puntos de muestra puede ser de 12 a 20 metros.
- Señalizar cada punto de toma de muestra, tomar coordenadas y cuatro fotos en los diferentes puntos cardinales focalizando el punto de muestreo y algunos objetos del paisaje como punto de referencia del sitio de toma de muestra (ver fotografías de 22 a 25).
- Apuntar Ubicación de muestreo: País, departamento, municipio, finca, número de lote, fecha de toma de muestra, altura sobre el nivel del mar, atributos del paisaje, horas de toma de muestra, etc.(ver fotografías de 22 a 25).
- Limpiar vegetación del punto de muestra e iniciar a profundizar con una saca tierra, barreno, palin (ver foto 15 y 16)



Fotografía 15. Limpieza sitio de muestreo



Fotografía 16. Inicio toma de muestra

- Colocar el suelo que se saca del sitio de muestra en sentido o en contra de las manecillas del reloj cerca del punto de toma de muestra. Apenas el suelo cambié de color páramos y procedemos a medir con un metro la pared del agujero que se está haciendo para sacar la muestra y graficamos el punto de muestreo 1 y apuntamos los centímetros de profundidad del primer horizonte (ver foto 17 y 18)



Fotografía 17. Ubicación de la muestra en contra de manecillas del reloj. Autor.



Fotografía 18. Profundidad en cm del perfil del suelo según muestra

- Seguir perforando y sacando suelo del mismo punto, depositando en sentido o en contra de las manecillas del reloj, apenas cambie el color del suelo sustraído del punto de muestra paramos (segundo horizonte) y procedemos a medir sobre la pared del orificio punto de muestra y le restamos la medida del primer horizonte y apuntamos en la gráfica (ver fotografías 22 a 25)
- Seguir el mismo procedimiento hasta llegar a un metro de profundidad o un indicador crítico de degradación física del suelo, como arcilla, alto nivel freático, etc. (ver fotografías de la 22 a la 25).
- Una vez perforado a un metro de profundidad, tomar foto del suelo y recoger de cada horizonte dos muestras de suelo (aproximadamente 150 gramos, muestra y contra muestra) separadas en dos bolsas plásticas marcando cada bolsa con el punto de muestreo y número de horizonte (ver fotografía 19).



Fotografía 19. muestra y contra muestra de un mismo horizonte. Autor.



Foto 20. Tapado de sitio de muestra. Autor.

1.4. Caracterización del perfil del suelo por punto de muestreo.

Punto de muestra número 1

Fecha: 2017/02/08 Hora: 8:00 2580msnm
 Coordenadas: N 4°41'39,3396" W 74°13'4,53"



Fotografía 21. Vista Oriente



Fotografía 22. Vista Occidente



Fotografía 23. Vista Norte



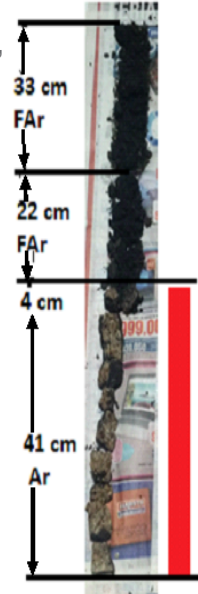
Fotografía 24. Vista sur



Fotografía 25. Inicio de muestreo



Fotografía 26. Profundidad en cm de primer horizonte. 33 cm.



Fotografía 29. Perfil del suelo punto de muestra uno (1) a un (1) metro de profundidad.

■ Suelo degradado a partir de los 55 cm de profundidad, textura Arcillosa . Perdida de materia orgánica y estructura, Suelo con betas grises, indica mal drenaje.



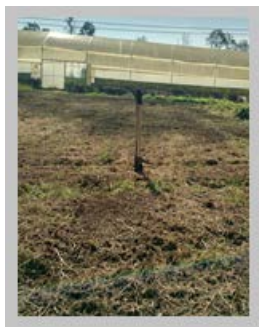
Fotografía 27. Final de muestreo punto 1. Se identifican 4 horizontes. Se toma muestra y contra muestra por horizonte en bolsa plástica



Fotografía 28. Tapado de punto de muestra en sentido inverso al sacado de suelo para no invertir horizontes

Punto de muestra número 2

Fecha: 2017/02/08 Hora: 8:15 2580msnm
 Coordenadas: N 4°41'39,408" W 74°13'4,164



Fotografía 30. Vista Oriente



Fotografía 31. Vista Occidente



Fotografía 32. Vista Norte



Fotografía 33. Vista sur

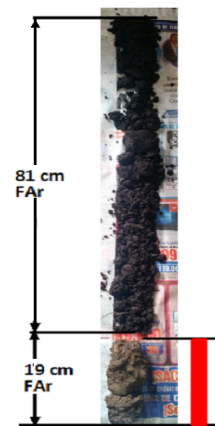


Foto 36. Perfil del suelo punto 2 a un (1) metro de profundidad

Suelo degradado a partir de los 81 cm de profundidad, textura franca arcilloso pero hay perdida de materia orgánica, desagregación del suelo y nivel freático alto 81 cm de profundidad a pesar de ser un tiempo seco al momento de tomar muestra



Foto 34. Profundidad 1 horizonte:
81 cm

Punto de muestra número 3

Fecha: 2017/02/08 Hora: 8:45 2580msnm

Coordenadas: N 4°41'39,0552" W 74°13'3,8424"



Foto 35. Final de muestreo punto 2. Se identifican 2 horizontes. Se toma muestra y contra muestra por horizonte en bolsa plástica

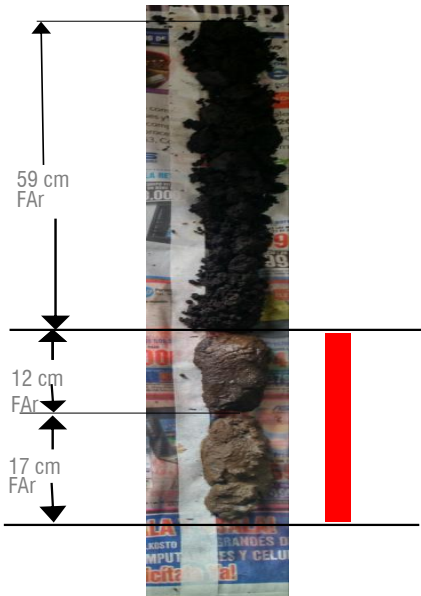


Foto 43. Perfil del suelo punto de muestra tres (3) a 79 cm de profundidad.

Suelo degradado a partir de los 59 cm de profundidad, textura Franca Arcillo Arenosa. Perdida de materia orgánica y estructura, suelo desagregado y nivel freático alto a 59 cm de profundidad, a pesar de tomar la muestra en tiempo seco.

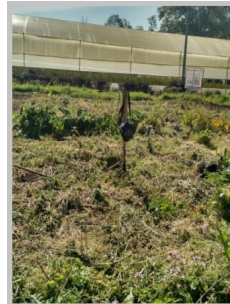


Foto 37. Vista Oriente



Foto 38. Vista Occidente



Foto 39. Vista Norte



Foto 40. Vista sur



Foto 41.
Profundidad 1
horizonte: 59 cm.



Foto 42. Final de muestreo punto
3. Se identifican 3 horizontes. Se
toma muestra y contra muestra por
horizonte en bolsa plástica

Punto de muestra número 4

Fecha: 2017/02/08 Hora:9:40 2580msnm
Coordenadas: N 4°41'39,4476" W
74°13'3,5066"



Foto 44. Vista
Oriente



Foto 45. Vista
Occidente



Foto 46. Vista
Norte



Foto 47. Vista
sur

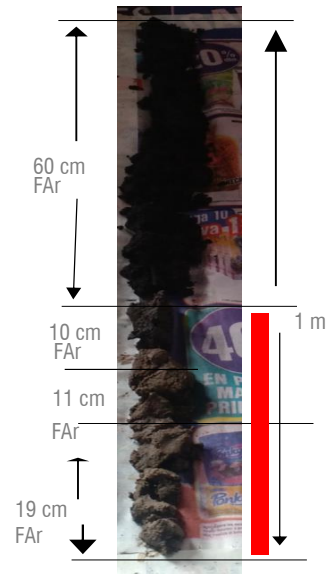


Foto 50. Perfil de suelo
punto de muestra 4 a un (1)
metro de profundidad.
■ Suelo degradado a 60 cm
de profundidad, a pesar de
ser Franco Arcilloso,
presenta pérdida de materia
orgánica y agregación, nivel
freático alto a 60 cm de
profundidad a pesar que la
toma de muestra es en
tiempo seco.



Foto 48. Profundidad al horizonte 2 : 70 cm



Foto 49. Final de muestreo punto 4. Se identifican 4 horizontes. Se toma muestra y contra muestra por horizonte en bolsa plástica

Punto de muestra número 5

Fecha: 2017/02/08 Hora: 10:30 2580msnm

Coordenadas: N 4°41'38,6304" W 74°13'3,798"

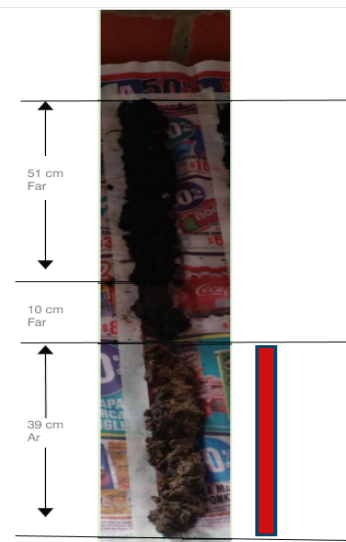


Foto 57. Perfil de suelo punto 5 a un (1) metro de profundidad.

Suelo degradado a partir de los 61 cm de profundidad, textura franca arcillosa presenta perdida de materia orgánica y agregación, nivel freático alto 60 cm de profundidad, la toma de muestra se realizo en tiempo seco.

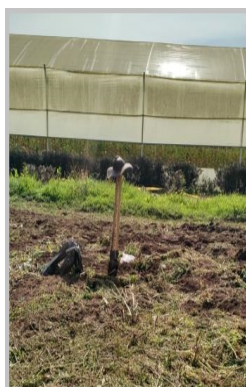


Foto 51. Vista Norte



Foto 52. Vista Occidente



Foto 53. Vista Norte



Foto 54. Vista sur



Foto 55. Profundidad 1 horizonte : 51 cm



Foto 56. Final de muestreo punto 5. Se identifican horizontes. Se toma muestra y contra muestra por horizonte en bolsa plástica

Punto de muestra número 6

Fecha: 2017/02/08 Hora :11:00 2580 msnm
 Coordenadas: N 4°41'39,0772" W 74°13'3,6156"



Foto 58. Vista Oriente



Foto 59. Vista Occidente



Foto 60. Vista Norte

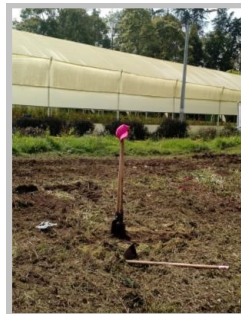


Foto 61. Vista sur

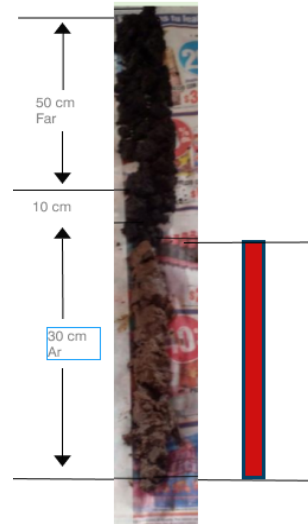


Foto 64. Perfil de suelo punto 6 a 90 centímetros de profundidad.

Suelo degradado a partir de los 60 cm de profundidad, textura franca arcillosa presenta perdida de materia orgánica y agregación, nivel freático al to 60 cm de profundidad, la toma de muestra se realizo en tiempo seco.



Foto 62. Profundidad 1 horizonte : 50 cm



Foto 63. Final de muestreo punto 6. Se identifican 3 horizontes. Se toma muestra y contra muestra por horizonte en bolsa plástica

Punto de muestra número 7

Fecha: 2017/02/08 Hora: 11:30 2580 msnm

Coordenadas: N 4°41 '39,4656" W 74°13 '3,4392"

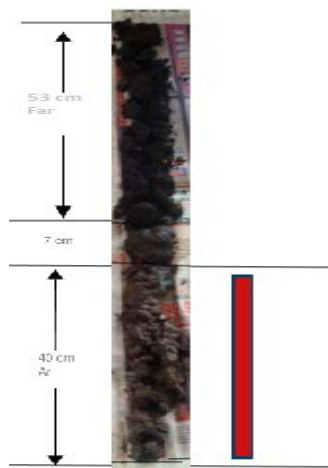


Foto 71. Perfil de suelo punto 6 a 90 centímetros de profundidad.

■ Suelo degradado a partir de los 60 cm de profundidad, textura franca arcillosa presenta pérdida de materia orgánica y agregación, nivel freático alto 60 cm de profundidad, la toma de muestra se realizó en tiempo seco.



Foto 65 Vista Oriente



Foto 66. Vista Occidente



Foto 67. Vista Norte

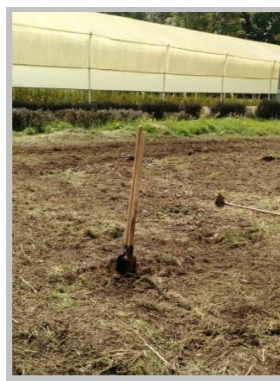


Foto 68. Vista sur



Foto 69. Profundidad al segundo horizonte : 70cm



Foto 70. Final de muestreo punto 7. Se identifican 3 horizontes. Se toma muestra y contra muestra por horizonte en bolsa plástica

Muestras y contra muestras organizadas



Foto 72. Muestras parte superior organizadas de izquierda a derecha por punto de muestreo. Y en la parte inferior las contra muestras.

1.5 Análisis de propiedades físicas de las muestras-proceso

Paso 1. Organizar las muestras a escala sobre una mesa.

Materiales: Cinta de enmascarar, papel, regleta, cinta métrica, libreta de apuntes y bolígrafo.



Foto 73. Muestras de perfil del suelo organizadas por punto de muestra de izquierda a derecha punto 1,2,3,4,5,6 y 7. Escala 1: 2 (1 cm en la mesa equivale a 2 cm en la realidad)

Paso 2. Definir Tipo de estudio.

De Rutina. No faltan elementos esenciales en la descripción, muestreo o análisis. El número de muestras recolectadas es suficiente para caracterizar todos los elementos mayores del suelo, pero no permite la definición precisa de todos los sub - horizontes especialmente en suelos profundos. La profundidad del perfil es de 80 cm o más, o por debajo del horizonte C o R, pudiendo ser estos más superficiales. Se requeriría barrenar y realizar muestreo adicional para una clasificación más detallada (FAO,2009,p.6)



Foto 74. Muestras de perfil del suelo organizadas un día después de tomadas en campo. Puntos organizados de izquierda a derecha 1, 2,3,4,5,6 y 7.Escala 1:2



Foto 75. Cambio de color de una muestra de suelo. De izquierda a derecha: suelo seco, húmedo y saturado de agua Para determinaciones físicas es necesario hacerlas con el suelo húmedo, seco, y saturado de agua.

Paso 3. Simular profundidades de exploración de raíces de 20 cm, 40 cm, 60 cm, 80 cm y 100 cm e identificar puntos de muestra críticos en una exploración inicial (ver foto 76)



Foto 76. Muestras de perfil del suelo organizadas por punto de muestra de izquierda a derecha: punto 1,2,3,4,5,6 y punto 7. Cintas horizontales simulando profundidades de exploración de raíces a 20,40,60,80 y 100 centímetros de profundidad para realizar análisis preliminar. Escala 1:2

Paso 3.1 Identificar puntos críticos en las muestras

Un punto crítico se identifica físicamente mediante observación de cambio de coloración en el perfil, colores pardo a claros, presencia de arcilla, de betas grises, horizonte saturado de agua, pérdida de agregación del suelo, profundidad efectiva y compactación del suelo. Este análisis exploratorio indica, el tipo de cultivo según el desarrollo del sistema radicular que podemos sembrar en el lote ya sea pastos y forrajes, hortalizas, frutales arbustivos o arbóreos.

Puntos críticos según muestras de campo: el 100 % de los puntos son críticos.

Punto de muestra 1: presencia de arcilla, indica pérdida de estructura, materia orgánica. Presencia de betas grises que indica mal drenaje, es decir que en época de lluvias hay dificultad para que el agua drene fácilmente, los espacios porosos del suelo están saturados de agua. Suelo muy superficial tiene poca profundidad efectiva es decir un espacio en el que las raíces penetren fácilmente en busca de agua y nutrientes para su óptimo desarrollo vegetativo. En este punto el sistema radicular puede penetrar

fácilmente hasta 55 cm de profundidad pero en época de lluvias el suelo se satura de agua a una profundidad inferior a 55 cm pues hacia abajo hay arcilla(ver foto 29, 77 y 78).



Foto 77. Punto crítico punto de muestra 1 a una profundidad de 55 cm. Presencia de un horizonte de clase textural arcilloso y presencia de betas grises en que indican mal drenaje y procesos anaeróbicos. Horizonte 3 y 4



Foto 78. Punto crítico punto de muestra 2 a una profundidad de 81 cm. Bolsa con muestra de suelo horizonte dos un día después de colectada, se observa saturación de agua y pérdida de estructura

Punto de muestra 2: Degradación de suelo en horizonte dos (2) a una profundidad de 81 centímetros (cm), pérdida de materia orgánica, color pardo oscuro saturado de agua, perfil del suelo superficial y con nivel freático alto, se evidencia desagregación del suelo (ver foto 36, 76 y 78).

Punto de muestra 3: Degradación de suelo en horizonte dos (2) y tres (3), a partir de una profundidad de 59 centímetros (cm) pérdida de materia orgánica, color pardo oscuro saturado de agua, perfil del suelo superficial y con nivel freático alto, se evidencia desagregación del suelo (ver foto 43, 76 y 79).

Punto de muestra 4 : Degradación de suelo en horizonte dos (2) , tres (3), y cuatro (4) a partir de una profundidad de 60 centímetros (cm) pérdida de materia orgánica, color pardo oscuro saturado de agua, perfil del suelo superficial y con nivel freático alto, se evidencia desagregación del suelo (ver foto 50, 76 y 80).



Foto 79. Punto crítico punto de muestra 3 a una profundidad de 59 cm. Bolsa con muestra de suelo horizonte dos y tres ,un día después de colectada se observa saturación de agua, perdida de estructura y nivel freático alto



Foto 80. Punto crítico punto de muestra 4 a una profundidad de 60 cm. Bolsa con muestra de suelo horizonte dos y tres y cuatro ,un día después de colectada se observa saturación de agua, perdida de estructura y nivel freático alto

Punto de muestra 5 : Degradación de suelo en horizonte tres (3), a partir de una profundidad de 61 centímetros (cm) horizonte arcilloso, suelo superficial (ver foto 57, 76 y 83).



Foto 81. Punto crítico punto de muestra 5 a una profundidad de 61 cm se encuentra un horizonte arcilloso.. Bolsa con muestra de suelo horizonte tres ,un día después de colectada se observa saturación de agua, perdida de estructura y nivel freático alto



Foto 82. Punto crítico punto de muestra 6 a una profundidad de 60 cm se encuentra nivel freático alto. Bolsa con muestra de suelo horizonte tres ,un día después de colectada se observa saturación de agua, perdida de estructura y nivel freático alto



Foto 83. Punto crítico punto de muestra 5 a una profundidad de 61 cm se encuentra un horizonte arcilloso.. Bolsa con muestra de suelo horizonte tres ,un día después de colectada se observa saturación de agua, perdida de estructura y nivel freático alto

Punto de muestra 6: Degradación de suelo en horizonte tres (3), a partir de una profundidad de 60 centímetros (cm) pérdida de materia orgánica, color pardo oscuro saturado de agua, perfil del suelo superficial y con nivel freático alto, (ver foto 62, 74 y 80).

Punto de muestra 7 Degradación de suelo en horizonte tres (3), a partir de una profundidad de 60 centímetros (cm) pérdida de materia orgánica, color pardo oscuro saturado de agua, perfil del suelo superficial y con nivel freático alto, (ver foto 71, 74 y 81).

Conclusión exploración inicial de análisis del perfil del suelo



Foto 84. Lote inundado mayo 2017



Foto 85. Marcos de plantación de 35 a 45 cm



Foto 86. Figura elevada 40 cm de la superficie del suelo.

- El lote o terreno objeto de análisis tiene una vocación para cultivos cuyo sistema radicular explore de 20 a 30 centímetros de profundidad como pastos, forrajes y hortalizas. El lote al tener una profundidad efectiva superficial y muy superficial y al presentar niveles freáticos altos a los 60 centímetros de profundidad en tiempo seco y al tener texturas arcillosas no se recomienda para maíz, frutales arbustivos ni arbóreos, pues al presentarse épocas de lluvia los niveles freáticos suben y ocasionan pudriciones radiculares, problemas sanitarios como hongos y bacterias y en lluvias severas inundaciones (ver foto 84).

- Se recomienda utilizar las distancias de siembra más amplias dentro de los marcos de plantación recomendados por unidad de área (foto 85).

- La pérdida de profundidad efectiva del terreno ubicado en una altiplanicie con pendientes inferiores al 3 % se puede explicar por el uso de herbicidas que interrumpen la descomposición natural de la materia orgánica y por mecanización utilizando retobos que exponen el suelo a erosión eólica es decir arrastre de partículas de suelo por el aire.

- Se recomienda no usar herbicidas, utilizar labranza mínima, coberturas vegetales y camas levantadas de 30 a 40 centímetros para la siembra (ver foto 86).

1.6 Paso 4 Caracterizar propiedades físicas de las muestras.

Perfil del suelo - Método

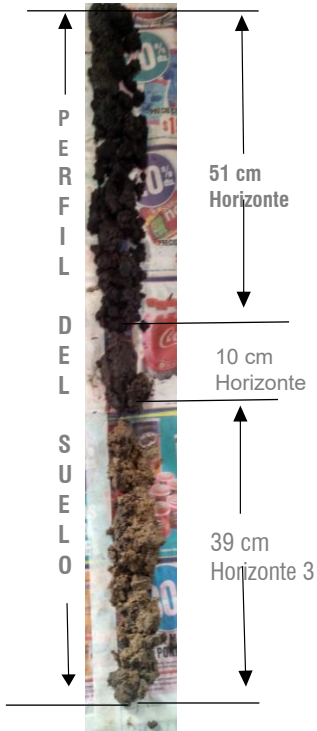
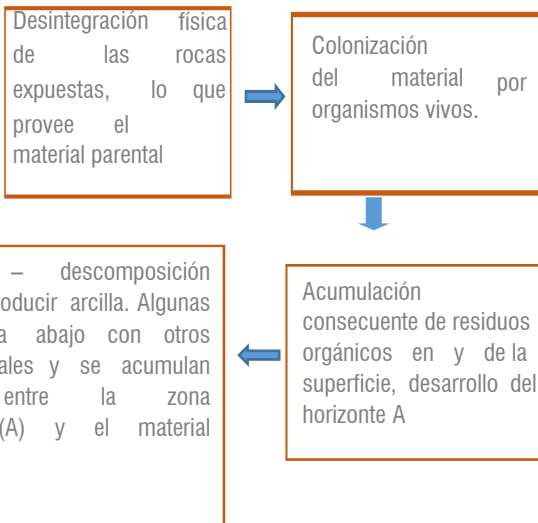


Foto 87. Perfil de suelo punto de muestra número 5. Dos días luego de tomarla

El perfil consiste en una sucesión de estratos más o menos diferenciados. Estos estratos pueden deberse a la forma de deposición o sedimentación (suelos eólicos, aluviales, etc.) o procesos internos de pedogénesis.

En este último caso los estratos se denominan horizontes. En los procesos de pedogénesis la vegetación ejerce su influencia de arriba hacia abajo (más intensa arriba), y los minerales de abajo hacia arriba (más intensa abajo); la interacción de ambos da lugar a los horizontes.



Materiales

- Barreno
- Azadón
- Cinta métrica
- Cinta de enmascarar
- palín
- ahoyadora
- Libreta de apuntes
- Bolsas plásticas capacidad 500 gramos

1.7 Método para identificar horizontes



Foto 88. Identificación horizontes Punto de muestra dos (2)

La identificación de horizontes en el perfil del suelo se realizó por observación de cambio de color del suelo, rompiendo terrones y comparando. Cada vez que hay cambio de color se mide la profundidad en la calicata que se esta perforando

Materiales

- Barreno
- palín
- ahoyadora
- Azadón
- Cinta métrica
- Li breta de apuntes
- Cinta de enmascarar
- Bolsas plásticas capacidad 500 gramos



Foto 89. Medida de profundidad horizonte 1 punto de muestra 2. 81 cm

1.8 Método para determinar la clase textural de horizontes

La textura del suelo es la proporción expresada en porcentaje, en que se encuentran distribuidas variadas partículas elementales de diferente tamaño que conforman el suelo: arena, limo y arcilla-arena.



Foto 90. Determinación clase textural al tacto. Suelo Arcilloso Ar.

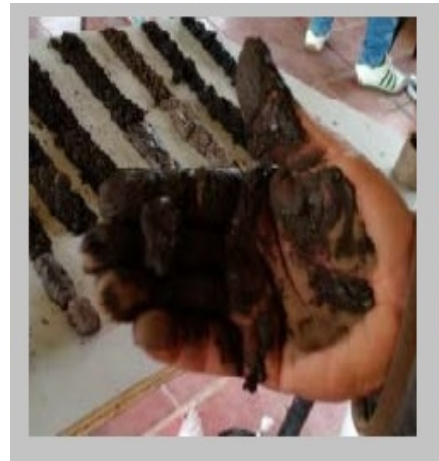
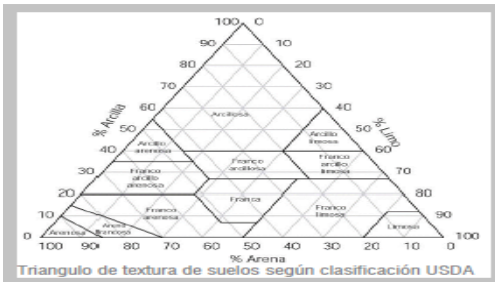


Foto 91. Suelo húmedo forma rollo y se parte al doblarlo, es franco, mancha los dedos presencia de arcilla, y al saturarlo de agua y rozar dedo pulgar e índice se siente arena, la clase textural es Franco Arcillo Arenoso FArA



La determinación de la clase textural de las muestras de suelo se determinó al tacto. La muestra de suelo debe estar en estado húmedo o débilmente mojado, se deben remover las gravas u otros constituyentes mayores de 2 mm.

Sensación al tacto de los constituyentes del suelo

- Arcilla: se adhiere a los dedos, es cohesivo (pegajoso), es moldeable, tiene alta plasticidad y tiene una superficie brillante luego de apretar con los dedos.
- Limo: se adhiere a los dedos, no es pegajoso, débilmente moldeable, húmedo es una sensación jabonosa y/ o talcosa, luego de apretarlo entre los dedos tiene una superficie áspera y harinosa como el polvo de talco
- Arena: no se puede moldear, no se adhiere a los dedos se siente muy áspero y granuloso

Clave para las clases texturales del suelo

Tabla 2. *clases texturales del suelo.*

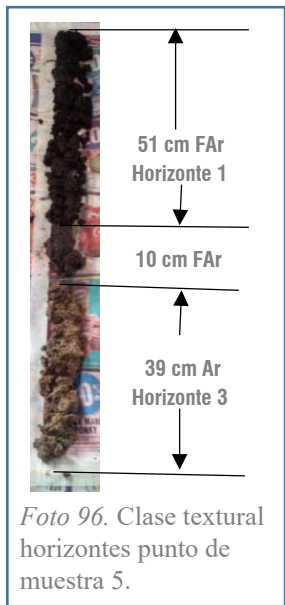
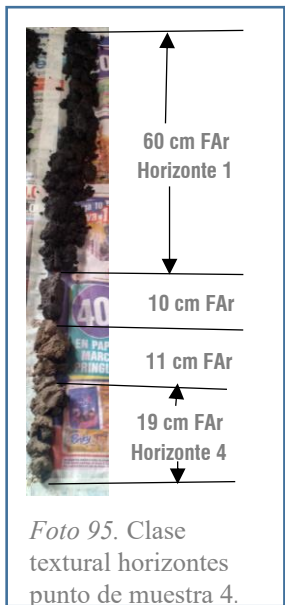
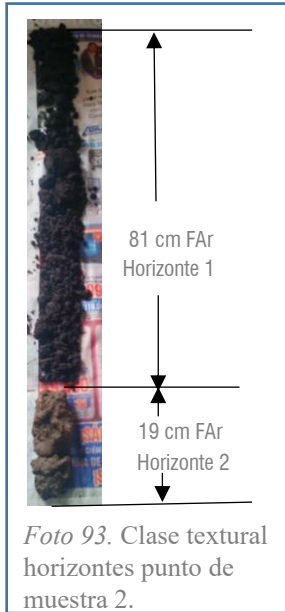
ítem	Características y sensación al tacto del suelo	Clase textural	Símbolo	% de arcilla
1	No es posible enrollar y formar un cordón cilindro o chorizo de un diámetro cercano a 7 mm (como el diámetro de un lápiz)....1.1			
1.1	No ensucia, no es harinoso, no deja material fino en los dedos: • Si el tamaño de granos es mixto:	Arena Arena no clasificada	A AN	< 5 < 5
ítem	Características y sensación al tacto del suelo	Clase textural	Símbolo	% de arcilla
1.1	•Si la mayoría de los granos son muy gruesos (> 0,6 mm):	Arena muy gruesa	AG	< 5
	•Si la mayoría de los granos son de tamaño medio (0,2 – 0,6 mm):	Arena media	AM	< 5
	•Si la mayoría de los granos son de tamaño fino (< 0,2 mm) pero aún granuloso:	Arena fina	AFI	< 5
	•Si la mayoría de los granos son de tamaño muy fino (< 0,12 mm) tendiendo a ser harinoso:	Arena muy fina	AM F	< 5
1.2	No es harinoso granuloso, material escasamente fino entre los dedos,	Arenoso Franco	AF	< 12
1.3	débilmente moldeable, ligeramente adhesivo a los dedos: Similar a 1,2 pero moderadamente harinoso	Franco Arenoso	FA (pobre en arcilla)	< 10
2	Es posible enrollar y formar un cordón cilindro o chorizo de un diámetro de 3-7 mm (cerca de la mitad del diámetro de un lápiz) pero se rompe cuando se trata de formar el cordón cilindro de 2 – 3 cm de diámetro, moderadamente cohesivo, se adhiere a los dedos.2.1			
2.1	Muy harinoso y no cohesivo • Se sienten algunos granos: • No se sienten granos	Franco Limoso Limoso	FL (pobre en arcilla) L	< 10 < 12
2.2	Moderadamente cohesivo, se adhiere a los dedos, tiene una superficie áspera y desmenuzada luego de apretarla con los dedos y muy granuloso y no pegajoso	Franco Arenoso	FA (rico en arcilla)	10-25

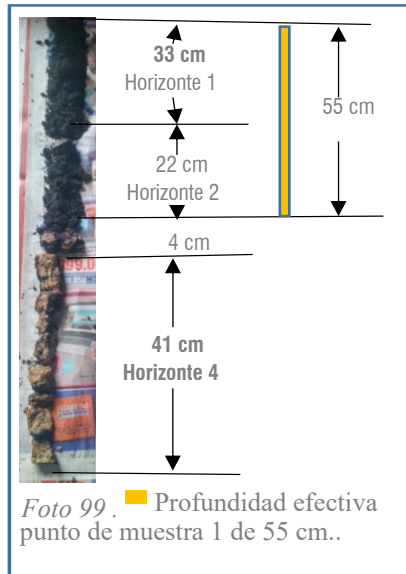
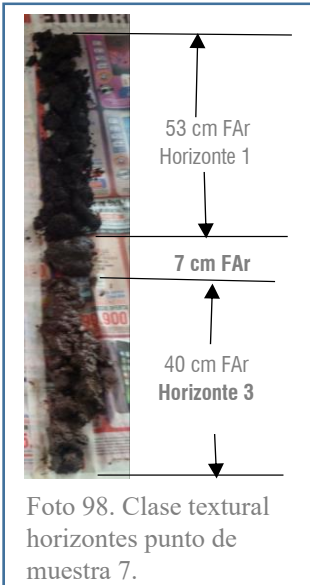
2.3	<ul style="list-style-type: none"> • Granos moderadamente arenosos • No granuloso pero distintamente talcoso y algo pegajoso 	Franc o Franco Limoso	F FL(ric en arcilla)	8 -27 10-2 7
	De superficie áspera y moderadamente brillante luego de apretarlo entre los dedos, es pegajoso y granuloso a muy granuloso	Franco Arcillo Arenoso	FAr A	20 - 35

item	Características y sensación al tacto del suelo	Clase textural	Símbol o	% de arcilla
3.	Es posible enrollar y formar un cordón chorizo de más o menos 3 mm de diámetro (menos de la mitad del diámetro de un lápiz) y forma un aro de de 2 – 3 cm de diámetro, cohesivo, pegajoso, tiene una superficie moderadamente brillante luego de apretarlo entre los dedos.	Arcillo Arenoso	ArA	35 - 55
3.1	<ul style="list-style-type: none"> •Muy granuloso. 			
3.2	Se ve y se sienten algunos granos, Moderadamente plástico. superficie moderadamente brillante.	Franco Arcilloso	FAr	25 – 40
3.3	<ul style="list-style-type: none"> • Alta plasticidad, superficie brillante, No hay granos visibles, ni se sienten 	Arcillos o	Ar	40 -60
	<ul style="list-style-type: none"> • Plasticidad baja 	Franco Arcillo Limoso	FArL	25-40
	<ul style="list-style-type: none"> • Plasticidad alta, superficie moderadamente brillante. • Plasticidad alta, superficie brillante 	Arcillo Limoso Arcilla pesada	ArL Ar	40-60 > 60

Nota: La determinación de la textura en campo depende de la composición mineralógica de las arcillas. La clave anterior funciona especialmente para suelos que tienen en su composición illita, clorita y/o vermiculita. Las arcillas esmécticas son más plásticas y las arcillas caolinitas son más pegajosas. Así el contenido de arcilla puede ser sobrestimado para la primera y subestimado para la segunda. Fuente: Adaptado de Schlichting, Blume y Stahr (1995). Tomado de: FAO(2009). Guía para la descripción de suelos. Roma: Organización de las Naciones Unidas para la agricultura y la alimentación, cuarta ed,p.29.

1.9.1 Análisis de clase textural de los puntos de muestra

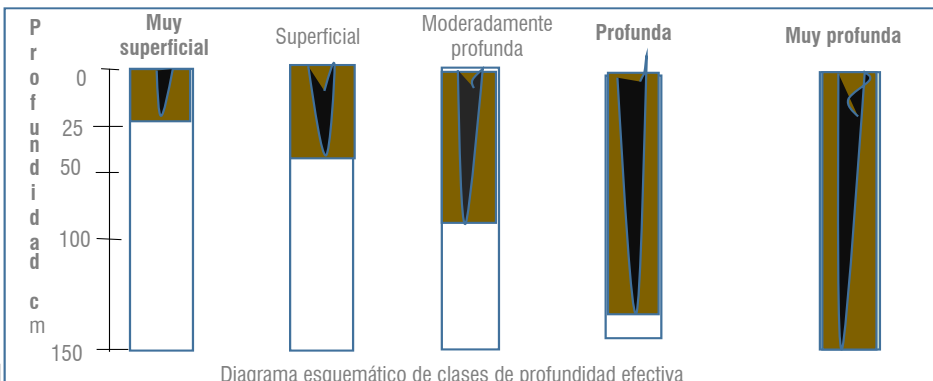




Profundidad efectiva de 55 cm punto de muestra 1.

La profundidad efectiva de un suelo es el espacio en que las raíces de las plantas pueden penetrar sin mayores obstáculos para conseguir agua y los nutrientes indispensables para cumplir con su óptimo desarrollo vegetativo, fisiológico y reproductivo.

Al momento de caracterizar el perfil del suelo de cada punto de muestra y sus respectivos horizontes, se procedió a medir en la calicata la profundidad de cada horizonte, tomando el dato o medida de profundidad efectiva en horizontes de texturas francas de color oscuro, ricos en materia orgánica, con presencia de raíces. La valoración se hizo tomando una escala que va desde muy superficial (25 cm de profundidad de suelo oscuro, suelto, con presencia de raíces) a muy profunda (150 cm de profundidad de suelo oscuro con presencia de raíces). Ver diagrama esquemático de clases de profundidad efectiva en suelos.



Resultados de análisis de profundidad efectiva

El 86% de los puntos de muestra que equivalen a seis de siete puntos presentan un perfil de suelo superficial es decir que esta alrededor de 50 – 60 cm de profundidad. Puntos 1, 3, 4, 5,6 y 7 (ver foto 92, 94, 95, 96,97 y 98).

El 14% de los puntos de muestra que equivale a uno presenta un perfil de superficial a moderadamente profundo que es el punto dos (2), (ver foto 93).

1.9.2 Método para determinar drenaje del suelo

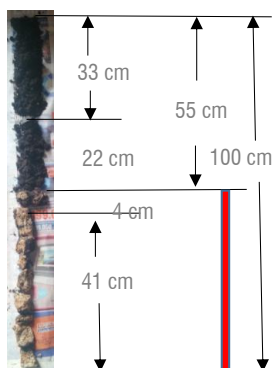


Foto 103. Perfil de suelo punto de muestra 1.
■ Horizonte 3 y 4 problemas de drenaje textura arcillosa con betas grises a 55 cm de profundidad



Foto 102. terrón de suelo de textura arcillosa con betas grises, indica mal drenaje y condiciones anaerobias. Punto de muestra 1. Tercer y cuarto horizonte, 55 cm de profundidad.



Foto 101. Punto de muestra 1 Presenta mal drenaje a 55 cm de profundidad

Drenaje

Capacidad de un suelo para evacuar el agua por escurrimiento superficial y por infiltración profunda.

Para determinar el drenaje en el lote objeto de muestreo se toma como referente dos aspectos:

- La topografía del terreno con sus pendientes y gradientes de pendiente para determinar el drenaje externo del suelo por escurrimiento superficial
- El perfil del suelo con sus respectivos horizontes, profundidad efectiva, clase textural y color del suelo para determinar drenaje por infiltración.

Luego de valorar estos aspectos se procede a determinar la clase de drenaje del suelo. Tabla 3.

Tabla No.3

Clase	Clasificación	Descripción
01	Excesivamente drenados	Conductividad hidráulica alta y muy alta. Baja capacidad de retención de humedad. Suelos aptos para cultivos solamente si se riegan. Texturas arenosas
02	Bien drenados	Capacidad de retención de humedad intermedia y cantidades óptimas de la misma; no obstante su disponibilidad puede no ser óptima, debido a la profundidad o época requerida de tal manera que durante la época de cultivo éstos pueden perjudicarse de forma adversa si no se cuenta con riego o se hace una planificación de siembra acorde a las épocas de lluvia. Suelos de texturas francas, buen contenido de materia orgánica, profundos.
03	Moderadamente bien drenados	Suelos suficientemente húmedos en la zona sub superficial para afectar a las plantas o a las labores de cultivo, a menos que se drenen. Estos suelos por lo general tienen zonas donde la conductividad hidráulica es baja, su estado de humedad es relativamente alto o reciben aguas adicionales de difícil evacuación. Pueden presentarse en suelos de profundidad efectiva superficial a muy superficial con horizonte dos (2) de textura arcillosa. Planicies u hondonadas- depresiones de paisaje susceptibles de inundación
04	Imperfectamente drenados	Similar a la clase anterior pero con mayor grado de limitación. Suelos de profundidad efectiva superficial o con pérdida de horizonte A (Capa vegetal), horizonte dos (2) arcilloso con betas de color gris
05	Pobrementemente drenados	Suelos generalmente con exceso de humedad en la superficie o cerca de ella, durante un periodo considerable del año, de tal forma que bajo condiciones naturales los cultivos no se desarrollan. Las restricciones de relacionan con la clase 04 y 05 pero con mayor grado de limitación. Suelos cuyo perfil es arcilloso, perdida de capa vegetal. Predominan arcillas de color gris.
06	Muy pobrementemente drenado	Suelos con exceso de agua en la superficie o muy cerca de ella, durante la mayoría de los meses del año, de tal manera que, a menos que se drenen no son aptos para cultivos (excepto arroz).

Hwgpv<Cf cr vcf q'eqp'g zr gkgepk'f g'eco r q'f g'Eqt'v u'{' 'O crxi »p'3; : 60Gp<'K'vukwq"
 I gqi t' hleq'Ci wu'p'E qf c| | k'uw'd'f k'geek'p'f g'ci tqm' q'c. 'Eqtr qtcel'p'E qmo dkc'p'f g'
 k'pxguki cek'p'ci tqr gewctk. 'Uw'd'f k'geek'p'f g'k'pxguki cek'p'gp'uk'vgo cu'f g'r tqf week'p'
 \ qp'k'lecel'p'f g'h'u'eqph'le'qu'f g'v'uq'f g'h'u' "k'gtt'cu"gp'E qmo dkc. 'ecr'f'w'uq' "30Dqi q'v <
 K CE/EQTRQKEC.4224.r 0630'

Resultado de análisis de drenaje

- El 85 % de los puntos de muestra que equivalen a seis (6) puntos de siete(7), son suelos moderadamente bien drenados puntos de muestra: 2,3,4,5,6 y 7 (ver foto 78,79,80,81,82,83,93,94,95,96,97,98).
- El 15 % de los puntos de muestra que equivale a uno (1) de siete (7) es imperfectamente drenado: punto de muestra 1.(ver foto 101,102 y 103).
- Implicaciones agrícolas: se recomienda sembrar plantas cuyo sistema radicular explore de 20 a 30 cm de profundidad y utilizar las distancias de siembra más amplias dentro de los marcos de plantación recomendados por unidad de área para minimizar problemas sanitarios por hongos y bacterias en época de lluvias y reducir la humedad relativa en campo.

1.9.3 Método para determinar color del suelo

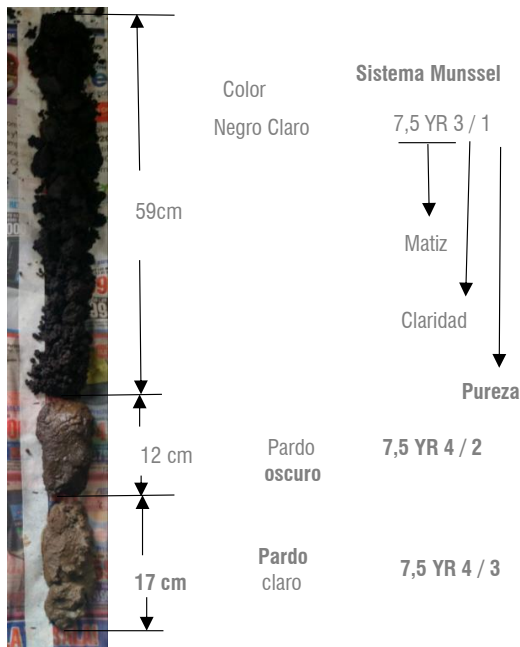
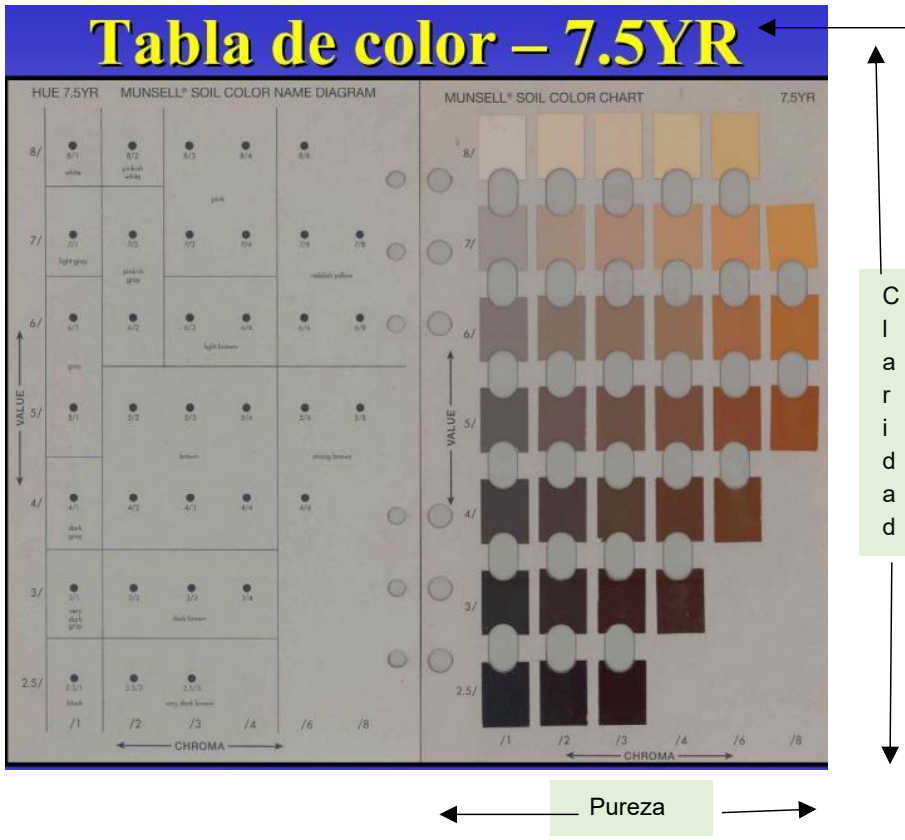


Foto 104. Punto de muestra tres (3). Horizonte 1 húmedo, horizonte dos y tres saturado de agua por nivel freático alto

La medición del color del suelo se aplica al suelo seco, húmedo y saturado de agua, y se realiza mediante la comparación de la muestra de suelo de cada horizonte con las placas de colores (sistema Munsell) que componen cada una de las hojas Matiz (Hue). Se evalúa el color predominante (color de la matriz del suelo), que se corresponde con el que ocupa más de 50% del volumen del suelo. Cuando existen varios colores donde ninguno de ellos corresponde a más del 50% del volumen, se determinan todos los colores, comenzando con el que ocupa mayor porcentaje.



El sistema Munsell describe todos los posibles colores del suelo en tres coordenadas:

Matiz (Hue): mide la composición cromática de la luz que alcanza el ojo humano. Se basa en cinco matices básicos: rojo(R), amarillo (Y), verde(G), azul (B) y púrpura (P); así como los cinco matices combinados de los anteriores (YR, GY,BG, PB, Y RP), cada uno de los matices tienen diferentes tonalidades que se especifican mediante números entre cero (0) y diez (10) colocados antes de la letra correspondiente (Soil Survey División Staff(1993 y 1999).

Claridad (value): indica la luminosidad y oscuridad de un color con relación a una escala de gris neutro.

Pureza (chroma): indica el grado de saturación del gris neutro por el color del espectro.

Determinación de color del suelo

- Se hace por comparación de una muestra del suelo con los colores de la tabla Munsell. La determinación se realiza con suelo húmedo, seco y saturado de agua.
- Se hace con luz natural directa sobre el suelo.
- Se describe mediante la notación y el color Munsell 7,5 YR 3/1 Pardo oscuro.
- Todos los parámetros admiten divisiones con decimales: 7,5 YR 2,5/1 Pardo muy oscuro.

Importancia de la determinación del color del suelo.

• Tiene estrecha relación con la composición de los sólidos del suelo.

- Color oscuro – materia orgánica humificada.
- Colores rojos y naranjas – óxidos de hierro.
- Colores amarillos – óxidos hidratados.
- Colores claros – arena cuarcítica, carbonatos de calcio y magnesio

• Puede indicar situaciones ambientales del suelo.

- Color rojo – aireación y buen drenaje.
- Color gris y moteados – mal drenaje y gleización – ambiente anaeróbico.
- Colores muy claros procesos de eluviación.

• Puede indicar actividad biológica del suelo.

- Color negro oscuro actividad biológica.
- Color marrón – asociado a estados iniciales a intermedios de alteración del suelo. Se relaciona con niveles medios a bajos de materia orgánica y un rango muy variable de fertilidad. En general se puede asociar con la ocurrencia de: materia orgánica parcialmente descompuesta y combinación de óxidos de hierro con materiales orgánicos.

Colores asociados con los componentes minerales y orgánicos del suelo

Tabla. No 4

Color	Munsell	Componente	Fórmula	Indicador como dinámica eco sistémica del suelo
Negro	10 YR 2/1	Sulfato de hierro Pirita Humus	Fes Fes2	Se asocia a la incorporación de materia orgánica que se descompone en humus y da coloración negra al suelo. Este color indica niveles altos de materia orgánica en el suelo, alta capacidad de intercambio catiónico, fertilidad, colateralmente

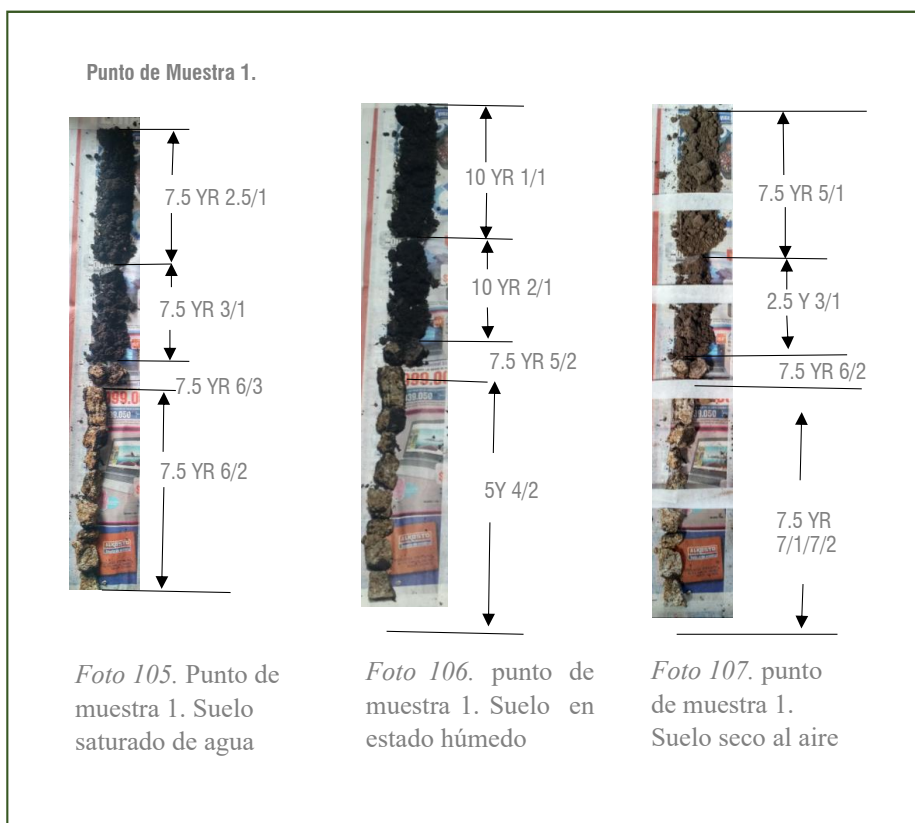
Color	Munsell	Componente	Fórmula	Indicador como dinámica eco sistémica del suelo
Negro	10 YR 2/1	Sulfato de hierro Pirita Humus	FeS FeS ₂	propiedades físicas del suelo como óptima estructura y agregación del suelo, optima retención de humedad, porosidad, bajas densidades aparentes, suelos sin fluctuaciones bruscas de temperatura y ph y rica actividad biológica. Cuando hay acumulación de Sodio Na ⁺ por ser este un agente dispersante del suelo, aún con muy bajos niveles de materia orgánica, adquiere las coloración negra pero tiene como condición asociada una muy mala condición estructural
Amarillo Amarillo pálido Amarillo rojizo Marrón amarillento pálido	10 YR 8/6 5 Y 6/ 4 5 YR 6/8	Goetita Jarosita Lepidocrosita	FeOOH KFe ₃ (OH) ₆ (SO ₄) ₂ FeOOH	Es indicativo de meteorización bajo ambientes aeróbicos(oxidación), ocurre como en el caso de la goetita, donde cristales grandes de este mineral confiere una pigmentación amarilla al suelo, mientras cristales pequeños de este mineral confieren tonalidades de color marrón, frecuentemente estos colores asociados a la goetita ocurren en climas templados. Se relaciona con condiciones de media a baja fertilidad del suelo, se asocia con la presencia de óxidos hidratados de Fe ³⁺
Marrón Marrón Fuerte Marrón muy pálido	7,5YR 5/6 10YR8/3	Goetita Yeso	FeOOH CaSO ₄ .2H ₂ O	Este color está asociado a estados iniciales a intermedios de alteración del suelo. Se relaciona con condiciones de niveles medios a bajos de materia orgánica y un rango muy variable de fertilidad. Se asocia con materia orgánica ácida parcialmente descompuesta, y combinaciones de óxidos de hierro más materiales orgánicos.

Color	Munsell	Componente	Fórmula	Indicador como dinámica eco sistémica del suelo
Rojo	5R3/6 10R4/8 2,5YR4/6 2,5YR-5YR	Hematita Hematita Lepidocrocita Maghemita	Fe ₂ O ₃ Fe ₂ O ₃ FeOOH Fe ₂ O ₃ Fe(OH) ₃	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 hierro (Fe) de las rocas, es indicativo de condiciones de alta meteorización, baja fertilidad del suelo, pH ácidos y ambientes donde predominan los procesos de oxidación. En términos generales se asocia con la presencia de óxidos de hierro como es el caso de la hematita nombre de origen griego con el significado de " parecido a la sangre".
Rojo oscuro	2,5YR3/6	Ferrihidrita	Fe ₂ O ₃ Fe ₂ O ₃	
Rojo	5R3/6 10R4/8 2,5YR4/6 2,5YR-5YR	Hematita Hematita Lepidocrocita Maghemita	Fe ₂ O ₃ Fe ₂ O ₃ FeOOH Fe ₂ O ₃	
Rojo oscuro	2,5YR3/6	Ferrihidrita	Fe(OH) ₃	
Gris Gris oscuro Gris claro	5 Y 5/1 10YR6/1	Glauconita Cuarzo	K(Si _x Al _{4-x}) (Al,Fe,Mg) O ₁₀ (OH) ₂ SiO ₂	Indicativo de ambiente anaerobio. Este ambiente se presenta cuando el suelo se satura con agua, siendo desplazado o agotado el oxígeno del espacio poroso del suelo. Bajo estas condiciones las bacterias anaeróbicas utilizan el hierro férrico (Fe ³⁺) presente en minerales como la goetita y la hematita como un aceptor de electrones en su metabolismo. En este proceso se genera la forma reducida del ion que es hierro (Fe) ferroso(Fe ²⁺) soluble en agua e incoloro. Otras bacterias anaerobias utilizan manganeso (Mn ⁴⁺) como aceptor de electrones, reduciéndose a su forma incolora soluble en agua Mn ²⁺ . La pérdida de pigmentos deja un color gris en la superficie del mineral y si la saturación con agua se prolonga por largos periodos, la zona completa adquiere la coloración gris. Cuando cesa la saturación con agua las formas reducidas del hierro (Fe), se oxida nuevamente, generándose colores característicos como el moteado anaranjado hasta moteado rojo.

Color	Munsell	Componente	Fórmula	Indicador como dinámica eco sistémica del suelo
Blanco o ausencia de color	10YR8/2 10YR8/2	Calcita Dolomita	CaCO ₃ CaMg(CO ₃) ₂	Se debe a la acumulación de minerales que tienen coloración blanca, como la calcita, dolomita, yeso, así como algunos silicatos y sales. El color blanco se asocia con la presencia de • Óxidos de aluminio y silicatos (caolinita, gibsita, bauxita)
Blanco o ausencia de color	10YR8/2 10YR8/2	Calcita Dolomita	CaCO ₃ CaMg(CO ₃) ₂	• Sílice(SiO ₂) • Tierras alcalinas(CaCO ₃ ,MgCO ₃) • Yeso(CaSO ₄ .2H ₂ O) • Sales altamente solubles(cloruros, nitratos de Na+ y K+)

Fuente:(Soil Survey División Staff(1993 y 1999)

1.9.4 Análisis del color del suelo en los siete puntos de muestreo



Punto de muestra 2



Foto 108. punto de muestra 2. Perfil de suelo saturado de agua

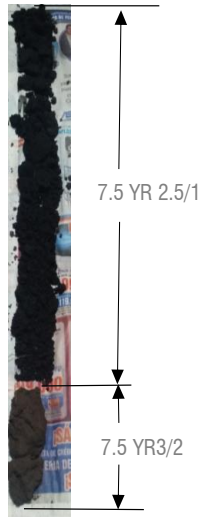


Foto109. punto de muestra 2. Perfil de suelo húmedo



Foto110. punto de muestra 2. Perfil de suelo seco al aire

Punto de muestra 3



Foto111. punto de muestra 3. Perfil de suelo saturado de agua

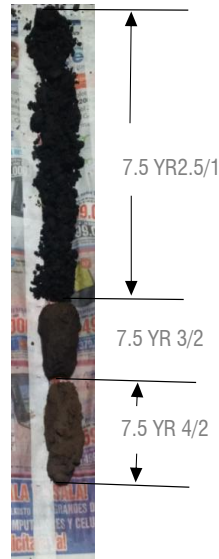


Foto 112. punto de muestra 3. Perfil de suelo húmedo



Foto113. punto de muestra 3. Perfil de suelo seco al aire

Punto de muestra 4

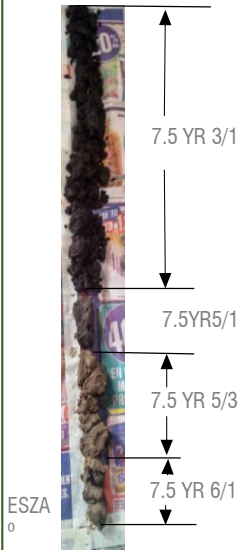


Foto 114 punto de muestra 4. Perfil de suelo saturado de agua



Foto 115. punto de muestra 4. Perfil de suelo húmedo.



Foto 116. punto de muestra 4. Perfil de suelo seco al aire.

Punto de muestra 5

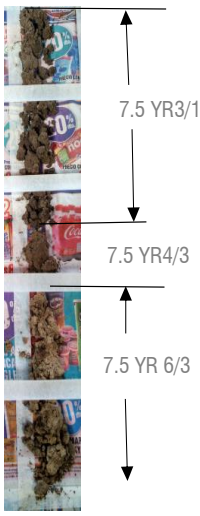


Foto 117. punto de muestra 5. Perfil de suelo saturado de agua

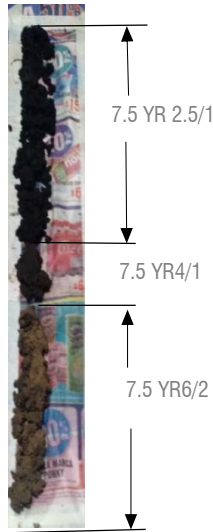


Foto 118. punto de muestra 5. Perfil de suelo húmedo



Foto 119. punto de muestra 5. Perfil de suelo seco al aire

Punto de muestra 6



Foto 120. punto de muestra 6. Perfil de suelo saturado de agua



Foto 121. punto de muestra 6. Perfil de desuelo húmedo

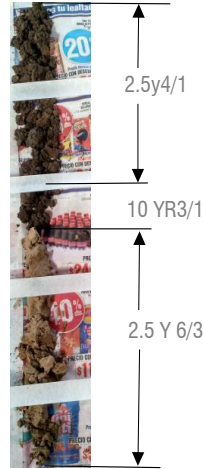


Foto 122. punto de muestra 6. Perfil de suelo seco al aire

Punto demuestra 7



Foto 123. punto de muestra 7. Perfil de suelo saturado de agua



Foto 124. punto de muestra 7. Perfil de suelo húmedo



Foto 125. punto de muestra 7. Perfil de suelo seco al aire

Resultados de análisis de color

Los colores del perfil del suelo de los siete puntos de muestra, se asocian a estados intermedios de alteración y degradación física, química y biológica del recurso natural no renovable suelo, colores marrones claros, amarillos que indican procesos ambientales de eluviación (alteración de horizontes del suelo por movimiento descendente y ascendente de agua), y negros muy claros se relacionan con niveles bajos de materia orgánica, baja capacidad de intercambio catiónico, baja agregación, además de procesos anaeróbicos y problemas de drenaje en texturas arcillosas con betas grises.

1.9.5 Método para determinar la densidad aparente



Foto 126. Anillo o cilindro con una muestra de suelo sin disturbar lista para secar en estufa a 105 oC

La densidad aparente se define como la masa de suelo por unidad de volumen (g/cm^3). Describe la compactación del suelo representando la relación entre sólidos y espacios porosos (Keller et al, hakansson,2010). Es una forma de evaluar la resistencia del suelo a la elongación de las raíces así como la porosidad del suelo.

También se usa para convertir datos expresados en concentraciones de masa, volumen, cálculos utilizados en fertilidad y fertilización de cultivos. La densidad aparente varía con la textura del suelo, contenido de materia orgánica, puede cambiar por efecto de labranza, mecanización agrícola, humedad del suelo sobre todo en suelos con arcillas expandibles.

Para determinar la densidad aparente de las muestras de suelo a 20 centímetros de profundidad se utilizó el método de la parafina, la probeta y del cilindro. Por el método de la parafina punto se tomaron 3 muestras por horizonte y se sacaron promedios ponderados. El método más exacto es el del cilindro, el de la probeta tiene bastante margen de error.

Descripción de los métodos

Método del cilindro: consiste en introducir un cilindro biselado de volumen conocido en el suelo, enrasando el suelo con los bordes (ver foto).



Foto 127. Toma de muestra de suelo sin disturbar a 20 centímetros de profundidad con un anillo o cilindro para determinar densidad aparente por el método del anillo

Secar la muestra (ver foto) en estufa a 105 oC hasta peso constante y obtener el valor de la densidad aparente de la siguiente manera:

$$dap = (\text{pss}/\text{vol c}) \times 100$$

dap(g/cc) = densidad aparente (gramos sobre centímetro cubico)
pss = peso suelo seco (gramos)
Vol C = Volumen de cilindro (centímetros cúbicos)



Foto 128 Arreglo de muestra quitando exceso de suelo del anillo o



Foto 129 . Muestras de suelo sin disturbar secas y listas para calcular la Densidad aparente por el método del cilindro

Método de la probeta : utiliza suelo seco al aire, molido y tamizado en malla de 2 mm, luego se coloca una masa de suelo conocido en una probeta graduada con 100mililitros o centímetros cúbicos (ml y/o cc) de agua, se agita suavemente y luego se verifica el volumen final de la probeta y se obtiene de la siguiente manera:

$D_{Ap} \text{ (g / cc)} = \text{(peso de suelo seco (g) / (volumen final – volumen inicial)}$
 Este método tiene margen de error elevado no lo aconsejo.

Método de la parafina: utiliza terrones de la muestra de suelo sin disturbar y secos al aire, luego se amarra el terrón con hilo y se sumerge en parafina derretida para impermeabilizar el terrón. Se pesa el terrón con parafina y se procede a introducir el terrón en una probeta graduada con un volumen de agua conocido, se observa cual es el volumen final desplazado por el terrón y se obtiene el valor de la densidad de la siguiente manera:

$D_{Ap} \text{ (g / cc)} = \text{(peso de suelo seco (g) / (volumen final – volumen inicial)}$
 Observación: es necesario tomar varios terrones del horizonte y sacar promedios ponderados.



Foto 130. Triturado de parafina en un recipiente metálico para luego calentar y derretir



Foto 131. Parafina lista para calentar. Paso de Parafina de estado sólido a líquido



Foto 132 Parafina cambiando de estado sólido a líquido para introducir y sacar terrón de suelo a impermeabilizar



Foto 133. Terrones de suelo atados por un hilo Con el objetivo de introducir y sacar en la parafina líquida para impermeabilizar



Foto 134. Jeringa plástica con un volumen inicial de agua



Foto 135. terrón de suelo impermeabilizado con parafina sumergido en una jeringa plástica con agua de volumen conocido para determinar . Volumen final dos

Resultados de análisis de densidad aparente a 20 cm de profundidad

• Método del cilindro

Tabla. No 5

Punto de muestreo	Diámetro de cilindro (cm)	Altura de cilindro	Volumen cilindro (cm ³)	Peso de suelo (gramos)	Densidad aparente (gr/cc)
1	5,4	6	137,	141	1,02
2	5,4	2	45,8	40	0,87
3	5,4	2	45,8	49	1,06
4	5,4	2	45,8	53	1,15
5	5,4	2	45,8	49	1,06
6	5,4	2	45,8	54	1,17
7	5,4	2	45,8	53	1,15

Volumen de cilindro

$$Vol = \pi r^2 h$$

$$Da = mss \div vol$$

Da= densidad aparente mss= masa de suelo seco en gramos

Vol= volumen del cilindro cm³

$$\pi = 3,1416$$

r^2 = radio del cilindro al cuadrado

h = Altura del cilindro

Volumen del cilindro punto de muestra 1 Datos del cilindro:

Altura = 6 cm

Diámetro interno = 5,4 cm

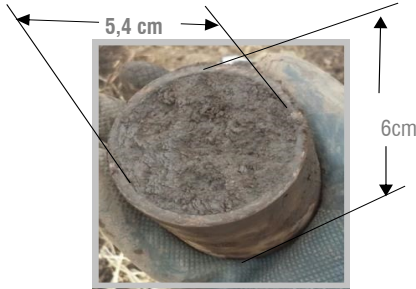


Foto 136. Dimensiones del cilindro

$$\begin{aligned}
 Vol &= \pi r^2 h \\
 Vol &= 3,1416((2,7\text{cm}) \\
 &*(2,7\text{cm})) * 6\text{cm} \\
 Vol &= 137,4 \text{ cm}^3
 \end{aligned}$$

Densidad aparente punto de muestra 1

$$Da = mss \div vol$$

$$Da = 141 \text{ gr} \div 137,4 \text{ cm}^3 \quad Da = 1,02 \text{ gr} / \text{cc}$$

Método de la parafina

Observación: de los siete puntos de muestreo de perfil de suelo, solo se determinó la densidad aparente al primer horizonte de cada punto. De cada horizonte se tomó tres terrones de suelo se halló la densidad aparente y se hallaron promedios ponderados por punto.

Tabla. No 6

Punto de muestreo	Horizonte	Número de terrón	Peso de terrón recubierto en parafina gramos (gr)	Volumen desplazado en jeringa plástica (cm3)	Densidad aparente (gr/cm3)
1	1	1	1	0,8	1,25
		2	1	1	1
		3	2	1,5	1,3
Σ Sumatori			4	3,3	3,55
^a \bar{X} Promedio			1,33	1,1	1,18
Densidad aparente final punto uno(1) (gr/cm3)			1,33 gr / 1,1 cm3 = 1,2 gr/cm3		1,2

Punto de muestreo	Horizonte	Número de terrón	Peso de terrón recubierto en parafina gramos (gr)	Volumen desplazado en jeringa plástica (cm ³)	Densidad aparente (gr/cm ³)
3	1	1	2	1,4	1,4
		2	2	1,8	1,11
		3	2	1,9	,1,05
Σ Sumatoria			6	5,1	3,56
\bar{X} Promedio			2	1,7	1,18
			$2,0 \text{ gr} / 1,7 \text{ cm}^3 = 1,17 \text{ gr/cm}^3$		1,17

Punto de muestreo	Horizonte	Número de terrón	Peso de terrón recubierto en parafina gramos (gr)	Volumen desplazado en jeringa plástica (cm ³)	Densidad aparente (gr/cm ³)
3	1	1	2	1,4	1,4
		2	2	1,8	1,11
		3	2	1,9	,1,05
Σ Sumatoria			6	5,1	3,56
\bar{X} Promedio			2	1,7	1,18
			$2,0 \text{ gr} / 1,7 \text{ cm}^3 = 1,17 \text{ gr/cm}^3$		1,17

Punto de muestreo	Horizonte	Número de terrón	Peso de terrón recubierto en parafina gramos (gr)	Volumen desplazado en jeringa plástica (cm ³)	Densidad aparente (gr/cm ³)
5	1	1	1	0,9	1,11
		2	1	0,7	1,42
		3	1	1,0	,1,0
Σ Sumatoria			3	2,6	3,53
\bar{X} Promedio			1	0,86	1,17
Densidad aparente final punto cinco (5) (gr/cm ³)			$1,0 \text{ gr} / 0,86 \text{ cm}^3 = 1,16 \text{ gr/cm}^3$		1,16

Punto de muestreo	Horizonte	Número de terrón	Peso de terrón recubierto en parafina gramos (gr)	Volumen desplazado en jeringa plástica (cm ³)	Densidad aparente (gr/cm ³)
7	1	1	2	1,5	1,33
		2	1	0,8	1,25
		3	1	1,0	1,0
Σ Sumatoria			4	3,3	3,58
\bar{X} Promedio			1,33	1,1	1,19
Densidad aparente final punto siete (7) (gr/cm ³)			1,33gr / 1,1cm ³ = 1,2 gr/cm ³		1,2

Comparación de resultados densidad aparente por método del cilindro y parafina

Tabla. No 7

Punto de muestreo	Densidad aparente gr / cm ³	
	Método Cilindro	Método de la parafina
1	1,02	1,2
2	0,87	1,1
3	1,06	1,17
4	1,15	1,25
5	1,06	1,16
6	1,17	1,22
7	1,15	1,2

Conclusión

- El método que más se aproxima al dato de densidad aparente del suelo y que tiene el menor margen de error es el del cilindro. Este método permite tomar la muestra de suelo sin disturbar, es decir conservando espacios porosos de la muestra en su entorno natural, no se disgrega la estructura del suelo. Además el cálculo del volumen que ocupa la masa de suelo se puede calcular con exactitud al hallar el volumen del cilindro con la fórmula:

$$Vol = \pi r^2 h$$

- Los errores del método de la parafina, dependen del tiempo que demore el terrón sumergido en la parafina derretida para la impermeabilización, a más tiempo más recubrimiento del terrón y el cálculo del volumen tiene imprecisión. La exactitud el volumen final en la bureta o jeringa plástica tiene margen de error por la burbuja que se forma en la parte superior de la columna de agua.

- El dato de la densidad aparente del suelo es de suma importancia pues se usa para convertir datos expresados en concentraciones de masa, volumen, cálculos utilizados en fertilidad y fertilización de cultivos, la variabilidad e imprecisión del dato afecta el cálculo del peso en kilogramos de una hectárea de suelo a 20 centímetros de profundidad, además del contenido de nutrientes del suelo y las recomendaciones de fertilización y nutrición vegetal.

- Imprecisión en el peso de una hectárea de suelo a 20 centímetros de profundidad por el método parafina. Ver tabla comparativa con el método del cilindro.

Tabla. No 8

Punto de muestreo	Densidad aparente método cilindro (gr/cm ³)	Peso de una hectárea de suelo según densidad a 20 cm de profundidad (Kg)	Densidad aparente método de la parafina (gr/cm ³)	Peso de una hectárea de suelo según densidad aparente a 20 cm de profundidad (Kg)
1	1,02	2040000	1,2	2400000
2	0,87	1740000	1,1	2200000
3	1,06	2120000	1,17	2340000
4	1,15	2300000	1,25	2500000
5	1,06	2120000	1,16	2320000
6	1,17	2340000	1,22	2440000
7	1,15	2300000	1,2	2400000

- La imprecisión en el peso de una hectárea de suelo a 20 cm de profundidad en el punto de muestra 1 utilizando el dato de densidad aparente con el método de la parafina es de 360000 kilogramos, si calculamos contenido de nitrógeno asimilable por hectárea de suelo asumiendo un contenido de materia orgánica de 7% para el punto de muestra uno (1) los resultados serían:

Densidad aparente método cilindro = 1,02 gr/cm³ = 107, 1 kg de Nitrógeno

Densidad aparente método de la parafina = $1,2 = 126 \text{ Kg de Nitrógeno}$.

- Conclusión del ejercicio: La imprecisión en el dato de densidad aparente ocasiona resultados incorrectos tanto para el cálculo del peso de una hectárea de suelo como los contenidos nutricionales del suelo, recomendaciones de planes de fertilidad y nutrición vegetal y aumento en costos de producción.

1.9.6 Resistencia del suelo a la desagregación. Método de campo

Tabla. No 9

Observación	Forma frecuente del ped	Densidad aparente g/cc
Suelos arenosos, limosos y francos con bajo contenido de arcilla, muchos poros, materiales húmedos se sueltan rápidamente del barreno; materiales con poros vesiculares, suelos minerales con propiedades ándicas.	Granular	< 0,9
La muestra se desintegra al momento del muestreo, muchos poros visibles en la pared del perfil.	Granos simples, granular	0,9 -1,2
La muestra se desintegra en fragmentos después de la aplicación de fuerza leve	Granos simples, sub angular, bloque angular	1,2 -1,4
El cuchillo puede ser introducido dentro del suelo húmedo con poca fuerza; la muestra se desintegra en pocos fragmentos, los cuales pueden aún ser divididos	Bloques angulares y sub angulares, prismática, laminar	1,4 - 1,6
El cuchillo penetra solo 1 – 2 cm dentro del suelo húmedo, se requiere algo de esfuerzo, la muestra se desintegra en pocos fragmentos los cuales no pueden ser subdivididos	Prismática, laminar y bloque angular	1,6 – 1,8
Se requiere de gran fuerza para introducir el cuchillo dentro del suelo, la muestra no puede ser desintegrada posteriormente, suelos francos con altos contenidos de arcilla, suelos arcillosos	Prismática	> 1,8
Cuando se le deja caer, la muestra se desintegra en numerosos fragmentos, desintegración posterior de sub fragmentos después de la aplicación de fuerza leve	Bloques angulares	1,0 – 1,2
Cuando se le deja caer, la muestra se desintegra en pocos fragmentos, desintegración posterior de sub fragmentos después de la aplicación de fuerza media	Bloques angulares, prismática, laminar columnar	1,2 – 1,4

Observación	Forma frecuente del ped	Densidad aparente g/cc
Cuando se la deja caer, la muestra se mantiene mayormente intacta, mayor desintegración es posible si se aplica una gran fuerza.	Coherente, prismática, laminar, (columnar, bloques angulares, laminar, forma de cuña)	1,4 – 1,6
Cuando se la deja caer, la muestra se mantiene intacta, no se puede lograr mayor desintegración aún si se aplica una muy gran fuerza.	Coherente(prismática, columnar, forma de cuña)	➤ 1,6

Adaptado de: FAO.(2009). Guía para la descripción de suelos. Roma: Organización de las naciones unidas para la agricultura y la alimentación, cuarta ed, 111p.

Análisis de las muestras: resistencia a la desagregación



Foto 137



Foto 138

Foto 137 y 138. muestra de suelo seco en secuencia de resistencia a la degradación con una presión entre los dedos. Agregación muy débil, se observa pérdida de estructura y degradación del suelo



Foto 139. Resistencia a la degradación del perfil del suelo de los siete puntos de muestreo.

Punto de muestra 1

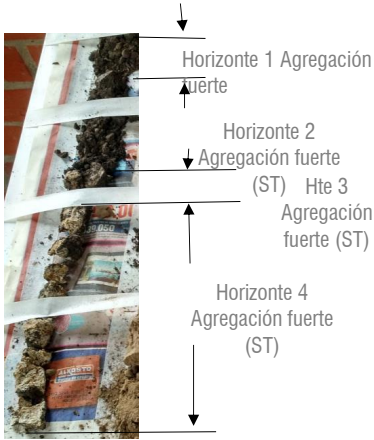


Foto 140. Análisis de resistencia a la degradación del perfil de suelo punto de muestreo uno (1).

Punto de muestra 3



Foto 142. Análisis de resistencia a la degradación del perfil del suelo punto de muestreo tres (3)

Punto de muestra 2



Foto 141. Análisis de resistencia a la degradación del perfil de suelo punto de muestreo dos (2)

Punto de muestra 4

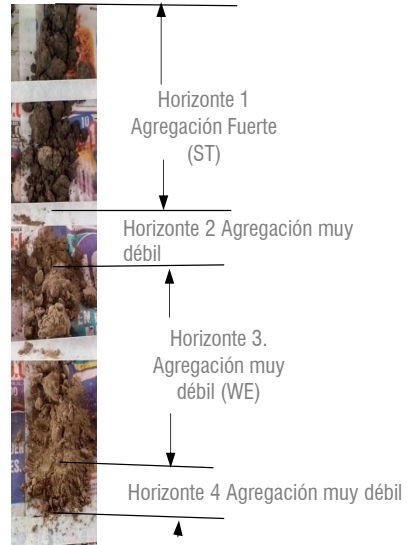


Foto 143. Análisis de resistencia a la degradación del perfil del suelo punto de muestreo cuatro (4)

Punto de muestra 5

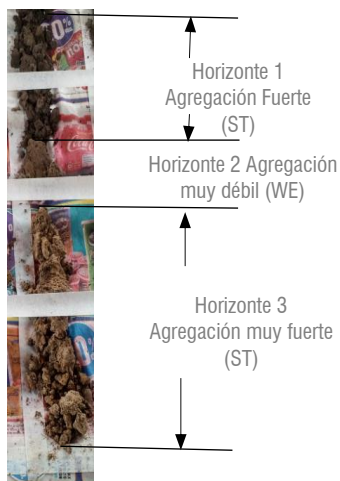


Foto 144. Análisis de resistencia a la degradación del perfil del suelo punto de muestreo cinco (5)

Punto de muestra 6

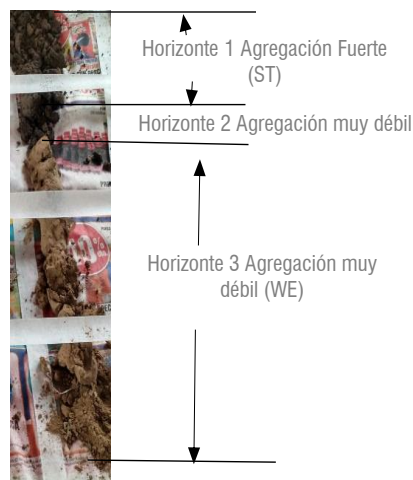


Foto 145. Análisis de resistencia a la degradación del perfil del suelo punto de muestreo seis (6)

Punto de muestra 7



Foto 146. Análisis de resistencia a la degradación del perfil del suelo punto de muestreo siete (7)

Resultado de análisis de resistencia a la degradación del perfil del suelo de los siete puntos de muestreo

- El 86% de los puntos de muestreo son suelos superficiales y presentan luego del horizonte 1 suelos muy débilmente agregados, consecuencia de los muy bajos niveles de materia orgánica, clase textural e inadecuado manejo cultural y técnico del recurso natural no renovable suelo. Como uso de herbicidas, mecanización intensiva, y prácticas carentes de conservación y recuperación de suelos como periodos de descanso y uso de coberturas vegetales y sistema de cultivos multiestrato.

Cuadro. Clasificación de suelos agregados

Tabla. No 10

Símbolo	Clasificación	Atributos
WE	Débil	Los agregados son apenas observables en el sitio y sólo hay un arreglo débil de las superficies naturales. Cuando esta poco disturbado, el material de suelo se rompe, en una mezcla de agregados completos, muchos agregados rotos y muchos materiales sin caras agregadas. La cara superficial de los agregados difiere del interior de los agregados.
MO	Moderado	Los agregados son observables en sitio y hay un arreglo distinto de las superficies naturales. Cuando esta disturbado el material del suelo se rompe en una mezcla de muchos agregados completos, algunos agregados rotos y poco material sin caras agregadas. La cara superficial de los agregados muestra generalmente diferencias.
ST	Fuerte	Los agregados son claramente observables en sitio y hay un arreglo prominente de las superficies naturales. Cuando esta disturbado, el material del suelo se separa principalmente en agregados completos. La superficie de los agregados difiere generalmente de manera marcada de s interiores de los agregados.
Las clases combinadas pueden ser construidas como sigue: WM : Débil a Moderado		

Fuente: FAO. (2009). Guía para la descripción de suelos. Roma: Organización de las naciones unidas para la agricultura y la alimentación, cuarta ed. 111p. p.46.

1.9.7 Método para determinar la clasificación de la estructura de suelos agregados

Estructura del suelo: La Estructura del suelo se refiere a la organización natural de las partículas del suelo en unidades de suelo discretas, agregados o peds que resultan pedogenéticos. Los agregados están unidos entre sí y dejando espacios porosos o vacíos

Descripción del método.

- Se toman terrones de suelo grandes del perfil, de varias partes del horizonte si es necesario, más que solamente una observación de la estructura del suelo in situ. El análisis se aplica a terrones secos y húmedos.

- Se describe la estructura del suelo en términos de grado, tamaño y tipo de agregados.
- Cuando un horizonte presenta agregados de más de un grado, tamaño o tipo, los diferentes tipos de agregados se describen por separado y se describen sus relaciones.
- Grado: Descripción del grado de desarrollo de la estructura: suelos con estructura – suelos sin estructura.
- Tipo: Descripción de tipo de estructura: blocosa, laminar, granular, prismática, rocosa, en forma de cuña, migajas, conglomerados o terrones.
- Tamaño: Descripción de las dimensiones de los agregados del suelo, los que varían con el tipo de estructura.

Análisis de la estructura del perfil de los siete puntos de muestreo

Punto de muestra 1



Foto 147. Análisis de la estructura del perfil del suelo punto de muestreo uno(1)



Foto 148. Estructura granular



Foto 149. Estructura blocosa

Punto de muestra 2



Foto 150. Análisis de la estructura del perfil del suelo punto de muestreo dos (2)



Foto 151. Estructura granular



Foto 152. Suelo sin estructura

Punto de muestra 3



Foto 153. Análisis de la estructura del perfil del suelo punto de muestreo tres (3)



Foto 154. Suelo con estructura granular



Foto 155. Suelo sin estructura

Punto de muestra 4



Foto 156. Análisis de la estructura del perfil del suelo punto de muestreo cuatro (4)



Foto 157. suelo con estructura granular



Foto 158. Suelo sin estructura

Punto de muestra 5

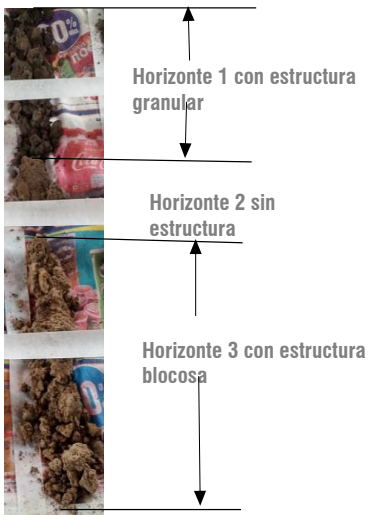


Foto 159. Análisis de la estructura del perfil del suelo punto de muestreo cinco (5)



Foto 160. Suelo con estructura granular



Foto 161. Suelo con estructura blocosa

Punto de muestra 6



Foto 162. Análisis de la estructura del perfil del suelo punto de muestreo seis (6)



Foto 163. Suelo con estructura granular

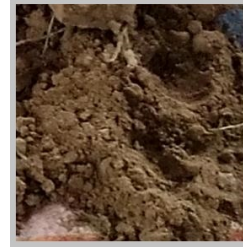


Foto 164. Suelo sin estructura

Punto de muestra 7



Foto 165. Análisis de la estructura del perfil del suelo punto de muestreo siete (7)



Foto 166. Suelo con estructura granular



Foto 167. suelo sin estructura

Cuadro. Clasificación de tipos de estructura de suelos.

Tabla. No 11

Estructura	Atributos
Blocosa (bloques)	Bloques o poliedros, casi equidimensionales, con superficies planas o ligeramente redondeadas que son moldes de caras de los agregados vecinos. Se recomienda la subdivisión en angular, con caras intersectando a ángulos relativamente agudos y bloques subangulares con las caras intersectando a ángulos redondeados.
Granular	Esféroides o poliedros, que tienen superficies curvilíneas o irregulares que no son moldes de las caras de los agregados vecinos.
Laminar	Planos con dimensiones verticales limitadas; generalmente orientados sobre un plano horizontal y usualmente sobrepuestos.
Prismática	Las dimensiones están limitadas en el plano horizontal y extendido a lo largo del plano vertical, las caras verticales están bien definidas, tienen superficies planas o ligeramente redondeadas que son moldes de las caras de los agregados circundantes. Las caras intersectan normalmente a los ángulos relativamente agudos. Las estructuras prismáticas que tienen una cubierta o casquete redondeado son distinguidas como columnar.
Estructura rocosa	La estructura rocosa incluye la estratificación fina en sedimentos no consolidados y pseudomorfos de minerales intemperizados reteniendo sus posiciones relativas cada una y los minerales no intemperizados en saprolita de rocas consolidadas
Forma de cuña	Lentes unidos elípticos que terminan en ángulos afilados, confinados por caras de fricción, no limitado a materiales vérticos.
Migajas, conglomerados y terrones	Creado principalmente por alteración artificialmente, por ejemplo la labranza

Fuente: FAO.(2009) Guía para la descripción de suelos. Roma: Organización de las naciones unidas para la agricultura y la alimentación, cuarta ed, 111p. p.46

Resultados del análisis de la estructura del perfil de suelo de los siete puntos de muestreo

- El terreno objeto de muestreo presenta degradación física de suelos, pérdida de estructura luego del primer horizonte, efectos derivados de causas antrópicas, es decir inadecuadas prácticas de manejo y conservación del recurso natural no renovable suelo. Se recomienda suspender uso de herbicidas, realizar mecanización sin uso de arados de disco, y retobos. Uso de coberturas vegetales, implementar periodos de descanso del lote con cultivos de especies de leguminosas, dejarlas desarrollar hasta floración luego guadañarlas y volver a sembrar a chuzo y volver a guadañar en floración para incorporar materia orgánica al suelo en forma de abono verde. Igualmente incorporar pre siembra cascarilla de arroz para favorecer procesos de aireación, drenaje y compactación del suelo.

1.9.8 Método para determinar la consistencia - adhesividad y plasticidad del suelo.



Foto 168. Pruebas de campo para determinar consistencia, adhesividad y plasticidad del suelo

Consistencia

Se refiere al grado de cohesión o adhesión de la masa del suelo. Incluye propiedades del suelo como friabilidad, plasticidad, adhesividad y resistencia a la compresión. Depende en gran medida de la cantidad y tipo de arcilla, materia orgánica y contenido de humedad del suelo.

Plasticidad.

Es la habilidad del material del suelo a cambiar de forma continua bajo la influencia de una presión aplicada y retener esa forma cuando se quita la presión. Se la determina enrollando el suelo en las manos hasta formar un cordón de 3 mm de diámetro.

Adhesividad

Es la calidad de adhesión o adherencia del material del suelo a otros objetos determinados, iguales o distintos cuando entran en contacto. Para fines prácticos se nota la adherencia del suelo con la presión entre los dedos o con el suelo saturado de agua apretarlo entre la mano y luego extender la mano abierta dejando el suelo a favor de la gravedad.

Descripción del método

Consistencia

- La caracterización de la consistencia del suelo se hace en seco, húmedo y suelo saturado de agua
- Se toman terrones de suelo de cada horizonte del perfil en cada punto de muestreo.

Consistencia en seco

Se determina mediante el rompimiento de una masa de suelo (terrón) entre los dedos.

Cuadro de consistencia del suelo en seco.

Tabla. No 12

Código	Consistencia	Característica
LO	Suelto	No coherente
SO	Suave	La masa de suelo es muy débilmente coherente y frágil; se disgrega a polvo o a granos individuales bajo presión muy ligera.
SHA	Ligeramente duro	Débilmente resistente a la presión, se disgrega fácilmente entre los dedos
HA	Duro	Moderadamente resistente a la presión, puede disgregarse entre las manos no así entre los dedos.
VHA	Muy duro	Muy resistente a la presión, puede disgregarse entre las manos solo con dificultad.
EHA	Extremadamente duro	Extremadamente resistente a la presión, no puede disgregarse entre las manos

Fuente: FAO.(2009) Guía para la descripción de suelos. Roma: Organización de las naciones unidas para la agricultura y la alimentación, cuarta ed, 111p. p.46-49



Foto 169. Consistencia de suelo en seco. Suave (SO)

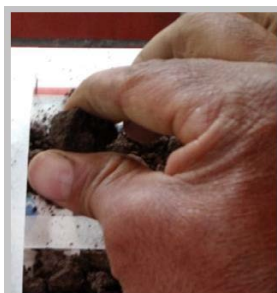


Foto 170. Consistencia suelo en seco. Duro(HA)

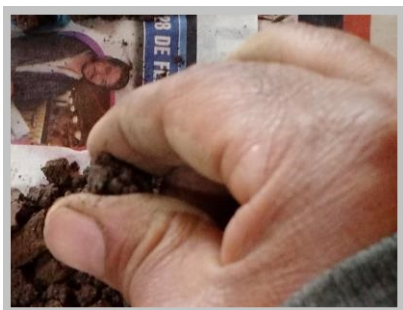


Foto 171. Consistencia de suelo en seco. Ligeramente duro (SHS)



Foto 172. Consistencia de suelo en seco
Extremadamente duro (EHA)

Análisis de la consistencia en seco del perfil del suelo de los siete puntos de muestreo

Punto de muestreo 1



Foto 173. Consistencia en seco, perfil del suelo punto de muestreo 1

Punto de muestreo 2

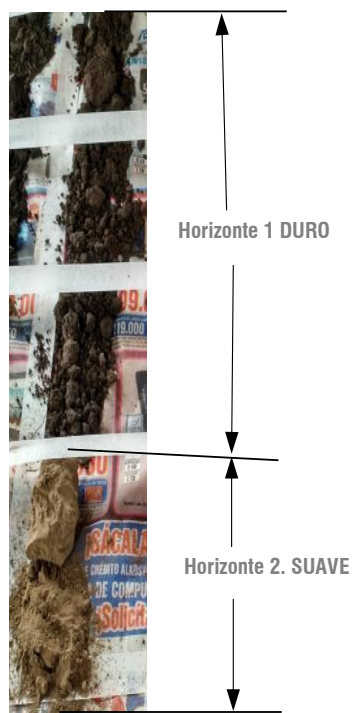


Foto 174. Consistencia en seco, perfil del suelo punto de muestreo 2

Punto de muestreo 3



Foto 175. Consistencia en seco, perfil del suelo punto de muestreo 3

Punto de muestreo 4



Foto 176. Consistencia en seco, perfil del suelo punto de muestreo 4

Punto de muestreo 5



Foto 177. Consistencia en seco, perfil del suelo punto de muestreo 5

Punto de muestreo 6



Foto 178. Consistencia en seco, perfil del suelo punto de muestreo 6

Punto de muestreo 7



Foto 179. Consistencia en seco, perfil del suelo punto de muestreo 7

Resultado del análisis de la consistencia en seco del perfil del suelo de los siete puntos de muestreo

- El lote objeto de muestreo presenta problemas de compactación en los horizontes uno, y pérdida de estructura del suelo horizonte dos en adelante.

Consistencia en estado de suelo húmedo



Foto 180. Prueba de consistencia de suelo en estado húmedo FRIABLE

- Se determina mediante el intento de aplastar entre los dedos una masa de suelo (terrón) húmedo o ligeramente húmedo

Cuadro Consistencia del suelo en estado de humedad

Tabla. No 13

Código	Consistencia	Característica
LO	Suelto	No coherente
VFR	Muy Friable	El material de suelo se aplasta bajo presión leve, pero es coherente cuando se lo presiona todo al mismo tiempo
FR	Friable	El material de suelo se aplasta fácilmente bajo presión suave a moderada entre los dedos y se vuelve coherente cuando se lo presiona junto
FI	Firme	El material de suelo se aplasta bajo presiones moderadas entre los dedos, pero su resistencia es distintivamente evidente
VFI	Muy Firme	El material de suelo se aplasta a presiones fuertes, apenas aplastable entre los dedos
EFI	Extremadamente Firme	El material de suelo se aplasta solo a presiones muy fuertes, no puede aplastarse entre los dedos.

Fuente: FAO.(2009) Guía para la descripción de suelos. Roma: Organización de las naciones unidas para la agricultura y la alimentación, cuarta ed, 111 p. p.p.46

Análisis de la consistencia en húmedo del perfil del suelo de los siete puntos de muestreo

Punto de muestreo 1

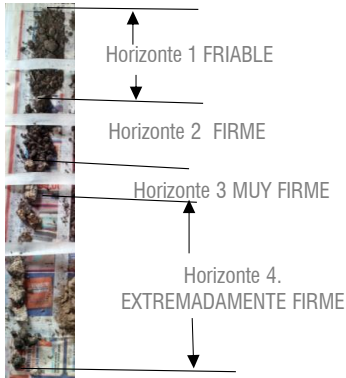


Foto 181 Consistencia en húmedo, perfil del suelo punto de muestreo 1

Punto de muestreo 2



Foto 182. Consistencia en húmedo, perfil del suelo punto de muestreo 2

Punto de muestreo 3

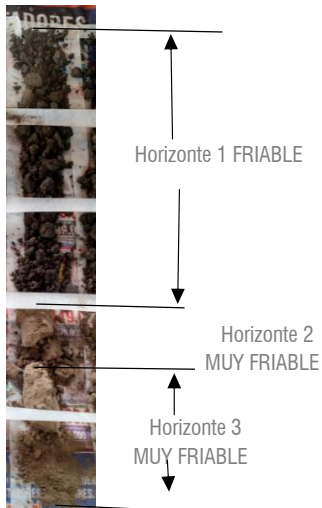


Foto 183. Consistencia en húmedo, perfil del suelo punto de muestreo 3

Punto de muestreo 4



Foto 184. Consistencia en húmedo, perfil del suelo punto de muestreo 4

Punto de muestreo 5

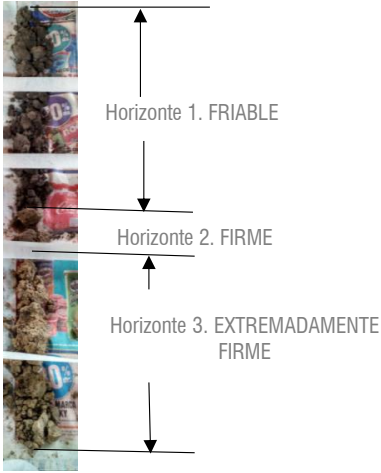


Foto 185. Consistencia en húmedo, perfil del suelo punto de muestreo 5

Punto de muestreo 6



Foto 186. Consistencia en húmedo, perfil del suelo punto de muestreo 6

Punto de muestreo 7



Foto 187. Consistencia en húmedo, perfil del suelo punto de muestreo 7

Resultado del análisis de la consistencia en húmedo del perfil del suelo de los siete puntos de muestreo

- El lote objeto de muestreo en estado húmedo, presenta en los horizontes uno un óptimo comportamiento estructural y presenta poca resistencia al sistema radicular para buscar agua y nutrientes, no obstante en los horizontes dos y tres en adelante hay problemas de agregación de las partículas de suelo y en consecuencia problemas estructurales y de degradación o son horizontes arcillosos con problemas de drenaje, aireación o francos arenosos muy pobres en materia orgánica de colores beige muy claros que indican procesos internos de eluviación y desagregación en estado de humedad.

Consistencia del suelo saturado de agua: Máxima adhesividad y plasticidad



Foto 188. Pruebas de campo para determinar consistencia del suelo: máxima adhesividad y plasticidad

Adhesividad

La adhesividad del suelo depende de la magnitud a la que a la que la estructura del suelo es destruida y en la cantidad de agua presente. Se determina destruyendo la estructura de una masa de suelo (terrón), previamente saturada con agua para determinar su máxima adhesividad, notando la adherencia del suelo con la presión entre los dedos, (ver foto 172 y 192). Cuadro Clasificación de la adhesividad del suelo

Tabla. No 14

Código	Consistencia	Característica
NTS	No adherente	Después de liberar la presión, prácticamente el suelo no se adhiere a los dedos
SST	Ligeramente adherente	Luego de la presión, el material de suelo se adhiere a los dedos pero se desprende completamente de cualquiera de las partes. No se extiende apreciablemente cuando los dedos se separan.
ST	Adherente	Luego de la presión el material de suelo se adhiere a los dedos y tiende a extenderse bastante cuando se separa los dedos
VST	Muy adherente	Luego de la presión, el material de suelo se adhiere fuertemente a los dedos y es decididamente expansible cuando estos se separan.

Fuente: FAO.(2009) Guía para la descripción de suelos. Roma: Organización de las naciones unidas para la agricultura y la alimentación, cuarta ed, 111p. p.51

Plasticidad

La plasticidad del suelo depende de la magnitud a la que la estructura del suelo es destruida y en la cantidad de agua presente. Mismo principio de la adhesividad.



La plasticidad se determina destruyendo la estructura de una masa de suelo (terrón), previamente saturada con agua. La plasticidad es la habilidad del material de suelo a cambiar de forma continua bajo la influencia de una presión aplicada y retener esa forma cuando se quita esa presión. Se la determina enrollando el suelo en las manos hasta formar un cordón de cerca de tres (3) milímetros de diámetro. Cuadro Clasificación de la plasticidad del suelo.

Tabla. No 15

Código	Consistencia	Características
NPL	No plástico	No se forma el cordón
SPL	Plástico	Se forma el cordón pero se rompe inmediatamente si se le curva en forma de aro, la masa de suelo se deforma por una muy ligera fuerza.
VPL	Muy plástico	Se forma el cordón y se puede doblar en forma de aro; se requiere una fuerza moderadamente fuerte a muy fuerte para deformar la masa de suelo.

Fuente: FAO.(2009) Guía para la descripción de suelos. Roma: Organización de las naciones unidas para la agricultura y la alimentación, cuarta ed, 111p. p.50

Análisis de la consistencia del suelo saturado de agua: máxima adhesividad y plasticidad de los siete puntos de muestreo.

Punto de muestreo 1



Foto 190. Máxima adhesividad y plasticidad, perfil del suelo punto de muestreo 1

Punto de muestreo 2

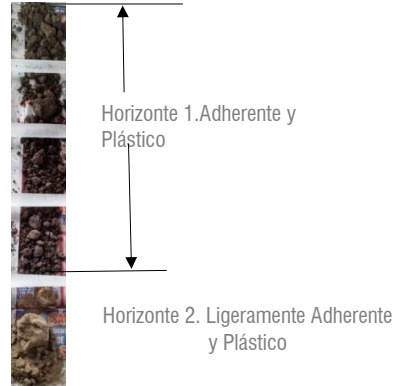


Foto 191. Máxima adhesividad y plasticidad, perfil del suelo punto de muestreo 2

Punto de muestreo 3

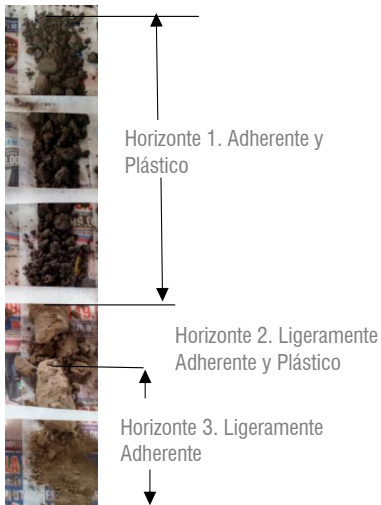


Foto 192. Máxima adhesividad y plasticidad, perfil del suelo punto de muestreo 3

Punto de muestreo 4

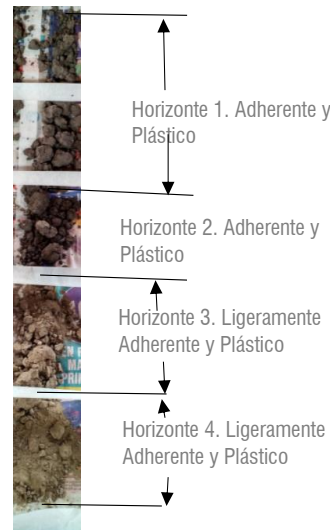


Foto 193. Máxima adhesividad y plasticidad, perfil del suelo punto de muestreo 4

Punto de muestreo 5



Foto 194. Máxima adhesividad y plasticidad, perfil del suelo punto de muestreo 5

Punto de muestreo 6

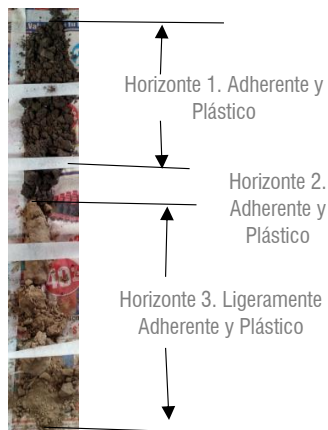


Foto 195. Máxima adhesividad y plasticidad, perfil del suelo punto de muestreo 6

Punto de muestreo 7



Foto 196. Máxima adhesividad y plasticidad, perfil del suelo punto de muestreo 7

Resultado del análisis de máxima adhesividad y plasticidad del perfil del suelo saturado de agua de los siete puntos de muestreo

- Luego del primer horizonte todos los puntos son críticos, punto uno, horizontes 3 y 4 y punto cinco horizontes 2 y 3 son de textura arcillosa saturados de agua son muy adherentes y muy plásticos, los demás puntos pierden totalmente la estructura y forman una colada (ver foto 187)



Foto 197. Pérdida de estructura suelo saturado de agua

1.9.9 Riego: Aproximación al cálculo de la lámina neta y bruta.

Método: Anillos o cilindros concéntricos

Tipo de Muestreo: Sistemático

Metodología:

- Elegir cinco puntos de muestreo distribuidos en el lote destinado a sembrar (ver foto 203)
 - Realizar en cada sitio seleccionado un cuadro de un metro cuadrado, en el perímetro realzar con suelo a una altura de quince (15) centímetros (ver foto 204)
 - Verter cien (100) litros de agua en cada cuadro o punto de muestreo (ver foto 205)
 - Tapar con un plástico cada punto de muestreo, asegurar los bordes del plástico con suelo para que quede completamente sellado y no halla evaporación de agua (ver foto 203, 206)
 - Luego de 48 horas descubrir cada punto de muestreo, realizar dentro del cuadro un cuadro pequeño de 40 centímetros cuadrados y luego con un palín profundizar a 20 centímetros e introducir un anillo o cilindro concéntrico (ver foto 207, 208, 209, 210 y 211).



Foto: 198. Puntos con plástico objeto de muestreo



Foto 199. Cuadro de un metro cuadrado realizado en el perímetro



Foto 200. Saturación de punto de muestreo con 100 litros de agua



Foto 201.



Foto 202.



Foto 203

Con plástico para evitar evaporación de agua Apertura de un cuadro a 20 cm de profundidad para introducir anillo



Foto 204



Foto 205

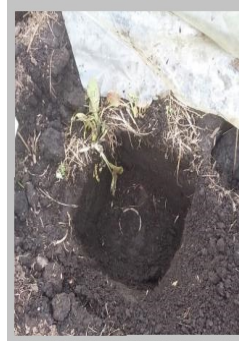


Foto 206

Anillo concéntrico en proceso de profundización luego de 20 cm para tomar determinaciones de riego

- Sacar anillo concéntrico y arreglar sobrantes de suelo con un machete y proceder a pesar las muestras de suelo con anillo, tomar datos (ver foto 212, 213, 214, 215, 216, 217 y 218)



Foto 207



Foto 208



Foto 209

Arreglo de muestras de suelo contenidas en anillos para proceder a pesar y secar

- Secar las muestras de suelo sin disturbar en una mufla a 120 grados centígrados por 24 horas o en su defecto al aire en un sitio protegido del agua y del sol (ver foto 219, 220).



Foto 210. Peso suelo húmedo más anillo muestra 1. Peso: 568 gramos



Foto 211. Peso de suelo húmedo más anillo muestra 2. Peso: 182 gramos



Foto 212. Peso de suelo húmedo más anillo Muestra 3. Peso 192 gramos.



Foto 213. Peso de suelo húmedo más anillo Muestra 4. Peso 194 gramos.



Foto 214. Muestras de suelos secas al aire peso constante.

- Una vez secas las muestras, pesar las muestras secas con anillo y sin anillo, tabular los datos e iniciar a realizar los cálculos de riego para el proyecto de horticultura una alternativa de aplicación al paisajismo (ver foto)



Foto215.



Foto 216.



Foto217.



Foto 218. Peso de suelo seco más Anillo muestra 2. Peso: 164 gramos



Foto219. Peso anillo muestra 2. Peso: 124 gramos.



Foto 220. Peso de suelo seco más Anillo muestra 3. Peso:175 gramos



Foto 221. Peso de anillo muestra 3 peso:126 gramos



Foto 222. Peso de suelo seco más anillo Muestra 4. Peso: 184 gramos



Foto 223. Peso de anillo muestra 4. Peso: 131 gramos



Foto 224. Peso de suelo seco más anillo Muestra 5. Peso: 180 gramos



Foto 225. Peso de anillo muestra 5. Peso: 131 gramos

• **Tabulación de variables para realizar cálculos de riego: lámina neta y bruta del lote a establecer el proyecto.**

Convenciones de variables:

n_i = muestra

P_{sh+A} = Peso de suelo húmedo más anillo (gramos) P_A = peso de anillo (gramos)

P_{SH} = Peso de suelo húmedo (gramos)

P_{SS+A} = Peso de suelo seco más anillo (gramos) P_{SS} = Peso de suelo seco (gramos)

$\varnothing C$ = Diámetro de cilindro (centímetros).

AC= Altura del cilindro (centímetros).

VolC= Volumen del cilindro (cm³)

Da= densidad aparente suelo (gramos/cm³)

%Hpcc= porcentaje de humedad del suelo en base a peso en capacidad de campo

%Hppmmp= Porcentaje de humedad del suelo en base a peso en punto muerto de marchitez permanente

HVcc= humedad del suelo llevada a volumen en capacidad de campo. Lámina de agua por metro cuadrado cada 10 centímetros de profundidad

HVpmp= humedad del suelo llevada a volumen en punto muerto de marchitez permanente. Lámina de agua por metro cuadrado cada 10 centímetros de profundidad

AD= Agua disponible. Lámina de agua por metro cuadrado cada diez(10) centímetros de profundidad

ADPR= Agua disponible. Lámina de agua por metro cuadrado según profundidad radicular del cultivo. Para nuestro estudio 20 centímetros de profundidad

LN= Lámina neta LB= Lámina Bruta

Tabla. No 16

ni	Psh +A gr	PA gr	PSH gr	PSS +A gr	PSS gr	ØC cm	AC cm	VolC Cm ³	Da gr/cm ³	% Hpcc	%Hppmmp	HVc c	HVpmp	AD	ADpR	LN	LB
1	568	379	189	520	141	5,4	6	137,4	1,02	34,042	20,19	34,72	20,59	14,13	28,26	8,47	10,58
2	182	124	58	164	40	5,4	2	45,8	0,87	45	28,3	39,15	24,62	14,53	29,06	8,71	10,88
3	192	126	66	175	49	5,4	2	45,8	1,06	34,69	20,67	36,77	21,91	14,86	29,72	8,91	11,13
4	194	131	63	184	53	5,4	2	45,8	1,15	18,86	8,95	21,68	10,29	11,39	22,78	6,83	8,53
5	188	131	57	180	49	5,4	2	45,8	1,06	16,32	7,07	17,29	7,49	9,8	19,6	5,88	7,35

Tabla: Cálculo de lámina de riego

- Interpretación de datos y cálculos de lámina de riego
- % de humedad con base en peso en capacidad de campo (%Hpcc)

La muestra de suelo número dos(2) cuyo valor es 45 % es la que tiene más capacidad de almacenar agua, almacena el 45% de su peso en agua en capacidad de campo, le sigue la muestra número tres(3) con un 34,69%, la muestra número uno(1) con un almacenamiento de agua de 34,042% de su peso, y las muestras que menos tienen capacidad de almacenamiento de agua son la número cinco(5) con un 16,32% y la muestra cuatro(4) con un 18,86%, es decir que son capaces de almacenar el 16,35% y el 18,86% de su peso en agua. El punto crítico para programar riego es el cinco:16,35 %

$$\text{Volumen Cilindro (VolC)} = \pi * r^2 * h$$

$$\text{VolC1} = 3,1416 * (2,7\text{cm})^2 * 6\text{ cm} \quad \text{Vol}$$

$$\text{C2a5} = 3,1416 * (2,7\text{cm})^2 * 2\text{cm} \quad \text{VolC1} = 137,41$$

$$\text{cm}^3 \quad \text{Vol} = 45,8 \text{ cm}^3$$

$$\% \text{Hpcc} = ((\text{PSH}-\text{PSS}) / \text{PSS}) * 100$$

$$\% \text{Hpccni 1} = ((189 \text{ gr}-141 \text{ gr}) / 141 \text{ gr}) * 100$$

$$\% \text{Hpcc ni1} = 34,042$$

$$\% \text{Hpcc ni 2} = ((58\text{gr}-40\text{gr}) / 40\text{gr}) * 100$$

$$\% \text{Hpcc ni 2} = 45$$

$$\% \text{Hpcc ni 3} = ((66\text{gr}-49\text{gr}) / 49\text{gr}) * 100$$

$$\% \text{Hpcc} = 34,69$$

$$\% \text{Hpcc ni 4} = ((63\text{gr}-53\text{gr}) / 53\text{gr}) * 100$$

$$\% \text{Hpcc ni 4} = 18,86$$

$$\% \text{Hpcc ni 5} = ((57\text{gr}-49\text{gr}) / 49\text{gr}) * 100$$

$$\% \text{Hpcc nio 5} = 16,32$$

- % de humedad en base a peso en punto muerto de Marchitez permanente (%HPpmp)

$$\%HPpmp = \%HPCC \times 0,74 - 5$$

$\%HPpmp \text{ ni } 1 = 34,042 \times 0,74 - 5 = 20,19$	$\% HPpmp \text{ ni } 4 = 18,86 \times 0,74 - 5 = 8,95$
$\%HP \text{ pmp ni } 2 = 45 \times 0,74 - 5 = 28,3$	$\%HPpmp \text{ ni } 5 = 16,32 \times 0,74 - 5 = 7,07$
$\%HP \text{ pmp ni } 3 = 34,69 \times 0,74 - 5 = 20,67$	

- Humedad llevada a volumen en capacidad de campo. Lámina de agua por metro cuadrado cada 10 centímetros de profundidad

$$HVCC = \%HPCC \times da$$

$HVcc \text{ ni } 1 = 34,042 \times 1,02 = 34,72$	$HVcc \text{ ni } 4 = 18,86 \times 1,15 = 21,68$
$HVcc \text{ ni } 2 = 45 \times 0,87 = 39,15$	$HVcc \text{ ni } 5 = 16,32 \times 1,06 = 17,29$
$HVcc \text{ ni } 3 = 34,69 \times 1,06 = 36,77$	

- Humedad llevada a volumen en punto muerto de marchitez Permanente. Lámina de agua por metro cuadrado Cada 10 centímetros de profundidad

HV pmmp = % HPpmmp x da	
HVpmmp ni 1 = 20,19 x 1,02 HVpmmp ni 1 = 20,59	HVpmmp ni 4 = 8,95 x 1,15 HVpmmp ni 4 = 10,29
HVpmmp ni 2 = 28,3 x 0,87 HV pmmp= 24,62	HVpmmp ni 5 = 7,07 x 1,06 HV pmmp ni 5 = 7,49
HVpmmp ni 3 = 20,67 x 1,06 HVpmmp ni 3 = 21,91	

• Agua disponible. Lámina	Interpretación:
AD = HVcc – HVpmmp	<ul style="list-style-type: none"> • El agua disponible en el punto de muestra 1 equivale a una lámina de 14, 13 mm es decir que disponemos de 14, 13 litros de agua por un metro cuadrado cada diez centímetros de profundidad
AD ni 1 = 34,72 – 20,59 = 14,13	<ul style="list-style-type: none"> • El punto de muestra 3 es el que más capacidad de agua disponible posee, una lámina de 14,86 mm es decir que disponemos de 14,86 litros de agua por un metro cuadrado cada diez centímetros de profundidad
AD ni 2 = 39,15 – 24,62 = 14,53	
AD ni 3 = 36,77 – 21,91 = 14,86	
AD ni 4 = 21,68 – 10,29 = 11,39	
AD ni 5 = 17,29 – 7,49 = 9,8	<ul style="list-style-type: none"> • El punto de muestra 5 es el que menos agua disponible tiene en el lote, posee una lámina de agua disponible de 9,8 mm, es decir que disponemos de 9,8 litros de agua disponible cada diez centímetros de profundidad. Con este punto planificaremos el riego

- Agua disponible según profundidad radicular del sistema de cultivo a establecer para nuestro proyecto tomamos una profundidad radicular de veinte (20) centímetros.

	Interpretación
AD ni 1 PR 20 cm = (14,13 X20)/10 = 28,26	<ul style="list-style-type: none"> •El punto de muestreo 5 es el que tiene menor agua disponible a 20 centímetros de profundidad, tiene 19,6 mm, es decir que su capacidad de disponibilidad de agua es de 19,6 litros de agua por un metro cuadrado por 20 centímetros de profundidad. Con este punto se planifica el riego.
AD ni 2 PR 20 cm= (14,53 X 20)/ 10 = 29,06	
AD ni 3 PR 20 cm = (14,86 X20)/10 = 29,72	
AD ni 4 PR 20 cm = (11,39 X20) / 10= 22,78	
AD ni 5 PR 20 cm= (9,8 X 20) /10 = 19,6	

- Lámina Neta (LN)

LN = AD PR 20 cm * FA	
AD PR 20 cm= Agua disponible a una profundidad AD PR 20 cm= Agua disponible a una profundidad	LN ni1 = 28,26 X 0,30= 8,58mm
FA= Factor de agotamiento , es decir que porcentaje de la capacidad de campo se puede agotar el agua sin que se afecte la producción. Cada cultivo tiene un factor de agotamiento en hortalizas trabajaremos un factor de agotamiento de 0,30 es decir 30 % de agotamiento de capacidad de campo	LN ni2=29,06 X 0,30= 8,71 mm
	LN ni3= 29,72 X 0,30= 8,91 mm
	LN ni4=22,78 X 0,30= 6,83 mm
	LN ni5= 19,6 X 0,30= 5,88 mm

Interpretación de resultados de lámina neta

- El punto de muestreo 1 puede perder un máximo de 8,58 litros de agua por metro cuadrado por 20 centímetros de profundidad, es decir que esta lámina equivale a una pérdida de agua en el suelo del 30 % de su capacidad de campo sin afectar el rendimiento de las plantas sembradas cerca a este punto de muestreo.
- El punto de muestreo 2 puede perder un máximo de 8,71 litros de agua por metro cuadrado por 20 centímetros de profundidad, es decir que esta lámina equivale a una pérdida de agua en el suelo del 30 % de su capacidad de campo sin afectar el rendimiento de las plantas sembradas cerca a este punto de muestreo.
- El punto de muestreo 3 puede perder un máximo de 8,91 litros de agua por metro cuadrado por 20 centímetros de profundidad, es decir que esta lámina equivale a una pérdida de agua en el suelo del 30 % de su capacidad de campo sin afectar el rendimiento de las plantas sembradas cerca a este punto de muestreo.
- El punto de muestreo 4 puede perder un máximo de 6,83 litros de agua por metro cuadrado por 20 centímetros de profundidad, es decir que esta lámina equivale a una pérdida de agua en el suelo del 30 % de su capacidad de campo sin afectar el rendimiento de las plantas sembradas cerca a este punto de muestreo.
- El punto de muestreo 5 puede perder un máximo de 5,88 litros de agua por metro cuadrado por 20 centímetros de profundidad, es decir que esta lámina equivale a una pérdida de agua en el suelo del 30 % de su capacidad de campo sin afectar el rendimiento de las plantas sembradas cerca a este punto de muestreo.

Conclusión:

- El punto crítico para planificar el riego es el punto 5, pues el suelo de ese punto de muestreo tiene menos capacidad de almacenamiento de agua que los demás puntos de muestreo, y solo puede perder un máximo de 5,86 litros de agua por metro cuadrado por 20 centímetros de profundidad. Si planificáramos riego con otro punto, que tenga más capacidad de almacenamiento de agua, las plantas cercanas al punto 5 se estresarían por falta de agua y los rendimientos expresados en producción y calidad de cosecha se verían afectados.

- Lámina Bruta (LB). Lámina final de riego

$$LB = LN / Ea$$

LN= Lámina neta

$$LB \text{ ni } 1 = 8,58 \text{ mm} / 0,80 =$$

Ea= Eficiencia de

$$10,72 \text{ mm } LB \text{ ni } 2 = 8,71$$

aplicación del riego

$$\text{mm} / 0,80 = 10,88 \text{ mm } LB$$

Para nuestro proyecto

$$\text{ni } 3 = 8,91 \text{ mm} / 0,80 =$$

utilizaremos Riego por
aspersión con una eficiencia

$$11,13 \text{ mm } LB \text{ ni } 4 = 6,83$$

de aplicación de 0,80 es
decir 80 %

$$\text{mm} / 0,80 = 8,53$$

$$LB \text{ ni } 5 = 5,88 \text{ mm} / 0,80 =$$

$$7,35 \text{ mm}$$

Interpretación

- El punto crítico para planificar el riego del lote destinado a sembrar, es el punto 5, pues el suelo de ese punto de muestreo tiene menos capacidad de almacenamiento de agua que los demás puntos de muestreo, y solo puede perder un máximo de 5,86 litros de agua por metro cuadrado por 20 centímetros de profundidad. Al perder esta lámina de agua es necesario reponerla, para lo que hay que aplicar 7,35 mm de lámina, es decir 7,35 litros de agua por metro cuadrado.

Conclusión de planificación de riego

- Dos días antes del inicio de siembra es necesario aplicar una lámina de 17 mm, es decir un riego de 17 litros de agua por metro cuadrado.
- La lámina de riego a aplicar luego de la siembra en el lote destinado al proyecto de horticultura aplicada al paisajismo es de 7,35 mm, es decir que hay que aplicar 7,35 litros de agua por metro cuadrado, cada vez que el lote pierda 5,88 litros de agua por metro cuadrado.

2. SEGUNDA PARTE

MATERIAL VEGETAL- SELECCIÓN DE VARIEDADES

2.1 Criterios de selección

- Adaptación agroclimática • Rendimiento o producción • Exotismo y policromía.
- Resistencia a insectos y enfermedades que ocasionan daño económico
- Variedades comerciales y promisorias para cocina de alto gourmet, Proyectos de paisajismo, urbanismo y seguridad y soberanía alimentaria.

Tabla. No 17 Variedades –especies

Número	Especie	Variedad o híbrido	Nombre científico	Adaptación a.s.n.m	Clima	Período vegetativo (Días)	Cantidad de semilla/Ha (gramos)	Rendimiento Ton/Ha
1	Acelga	Pencas Blancas	<i>Beta vulgaris</i>	1400 -2700	Medio- frío	60-90	7000–10000	10-13
2	Acelga	Amarilla	<i>Beta vulgaris</i>	1400- 2700	Medio- frío	60- 90	7000–10000	10- 13
3	Acelga	Roja	<i>Beta vulgaris</i>	1400- 2700	Medio- frío	60- 90	7000–10000	10- 13
4	Apio	Tall Utah	<i>Apium graveolens</i>	1700- 2700	Medio- frío	120	250 - 300	50- 60
5	Brócoli	Waltham	<i>Brasica oleracea</i>	1700 -2600	Medio- frío	90-110	250-300	25- 30
6	Brócoli	Calabrés	<i>Brasica oleracea</i>	1700 -2600	Medio- frío	90-120	150-200	25- 30
7	Cebolla cabezona	Red Creole	<i>Allium cepa</i>	0 - 2700	Cálido - Frío	90-100	5000	6- 8
8	Cebolla cabezona	Roja Bermuda	<i>Allium cepa</i>	0 - 2700	Cálido - Frío	90 - 100	5000	6 - 8
9	Cebolla Puerro	Cebolla Puerro	<i>Allium fistulosum</i>	0-3000	Cálido - Frío	120	1000-2000	4-5
10	Cebolla de rama	Cebolla Rama	<i>Allium fistulosum</i>	0-3000	Cálido - Frío	120	1000-2000	4-5

Número	Especie	Varietal o híbrido	Nombre científico	Adaptación a.s.n.m	Clima	Período vegetativo (Días)	Cantidad de semilla/Ha (gramos)	Rendimiento Ton/Ha
11	Cilantro	Pati morado o nacional	<i>Coriandrum sativum</i>	1500-3000	Medio-frio	70-90	30000	7-10
12	Coliflor	Snowball	<i>Brassica oleraceae</i>	1700-2700	Medio-frio	80-120	500	20-25
13	Lechuga	Verde Crespa	<i>Lactuca sativa L.</i>	1500 - 2700	Medio- frio	50-60	200	12-14
14		Verde Crespa Levistro	<i>Lactuca sativa L.</i>	1500 - 2700	Medio- frio	50-60	200	12-14
15		Verde Lisa	<i>Lactuca sativa L.</i>	1500 - 2700	Medio- frio	50-60	200	12-14
16		Crespa Morada Antony	<i>Lactuca sativa L.</i>	1500 - 2700	Medio- frio	50-60	200	12-14
17		Crespa Morada CVS	<i>Lactuca sativa L.</i>	1500 - 2700	Medio- frio	50-60	200	12-14
18		Crespa Morada Falbala	<i>Lactuca sativa L.</i>	1500 - 2700	Medio- frio	50-60	200	12-14
19		Lisa Morada	<i>Lactuca sativa L.</i>	1500 - 2700	Medio- frio	50-60	200	12-14
20		Batavia	<i>Lactuca sativa L.</i>	1500 - 2700	Medio- frio	50-60	200	14-16
21		Romana Verde	<i>Lactuca sativa L. var. longifolia</i>	1500 - 2700	Medio- frio	50-60	200-250	12-14
22		Romana Roja	<i>Lactuca sativa L. var. longifolia</i>	1500 - 2700	Medio- frio	50-60	200-250	12-14
23	Achicorias	Hoja de Roble Verde	<i>Chicorium intybus</i>	1500 - 2700	Medio- frio	50-60	200	12-14
24		Hoja de Roble Roja	<i>Chicorium intybus</i>	1500 - 2700	Medio- frio	50-60	200	12-14
25	Lechuga	Cogollos de Tudela	<i>Lactuca sativa L.</i>	1500 - 2700	Medio- frio	50-60	200	10-12
25	Cichorium	Endivia	<i>Cichorium endivia</i>	1500 - 2700	Medio- frio	50-60	200	10-12
27		Escarola rizada	<i>Cichorium endivia. Var. crispum</i>	1500 - 2700	Medio- frio	50-60	200	10-12
28		Radichio		1500 - 2700	Medio-frio	60-90	300	15-25

Número	Especie	Varietad o híbrido	Nombre científico	Adaptación a.s.n.m	Clima	Período vegetativo (Días)	Cantidad de semilla/ Ha (gramos)	Rendimiento Ton/Ha
29	Asiaticas	Mizuna Verde	<i>Brassica rapa nipposinica</i>	1500 - 2700	Medio-frio	50-60	200-250	6-8
30	Asiaticas	Mizuna Roja	<i>Brassica rapa nipposinica</i>	1500 - 2700	Medio-frio	50-60	200-250	6-8
31	Asiaticas	Tat Soi	<i>Brassica rapa</i> . Var. <i>rosularis</i>	1500 -2700	Medio-frio	50- 60	200-2 50	6
32	Rucula	Rugula	<u><i>Eruca vesicaria</i></u>	1500 -2700	Medio-frio	50- 60	200-2 50	6
33	Kale	Kale Rizado	<i>Brassica oleracea</i> Var. <i>sabellica</i>	1500 -2700	Medio-frio	90-1 20	300	14-20
34	Repollo	Repollo Morado	<i>Brassic oleracea</i> a. a. Var. <i>capitata</i>	1600-2600	Medio-frio	70-90	3000	25-30
35		Repollo Verde	<i>Brassica oleracea</i> Var. <i>capitata</i>	1600-2600	Medio-frio	70- 90	300	25- 30
36	Perejil	Perejil Liso	<i>Petroselinum sativum</i>	1500-3000	Medio-frio	90	300	14-20
37		Perejil Crespo	<i>Petroselinum crispum</i>	1500-3000	Medio-frio	90	30000	14-20
38	Aromáticas, condimentarias y medicinales	Manzanilla	<i>Anthemis nobilis</i>	1800-3000	Frio	70- 90	10- 15	6- 8
39		Tomillo	<i>Thymus officinalis</i>	1500-3000	Medio -frio	90-110	100-1 20	4-6
40		Caléndula	<i>Calendula officinalis</i>	1800-3000	Frio	120-130	200-2 50	4- 6
41		Albahaca	<i>Ocimum basilicum</i>		Cálido - medio	45- 90	150-2 00	4- 6
42		Hinojo	<i>Foeniculum vulgare</i>	0-30 00	Cálido - frio	90-1 20		6- 8
43		Toronjil	<i>Melissa officinalis</i>	1800-3000	Frio	12 0	100-1 20	6- 8
44		Hierba Buena	<i>Menta sativa</i>	1500-3000	Medio - Frio	90-1 20		6- 8

2.1.2 Variedades

Lechuga (*Lactuca sativa*).

Var: crespa verde y crespa morada cvs



Foto 226. Lechuga crespa verde y crespa morada CVS en el centro

Generalidades

Planta herbácea, para consumo humano en fresco, hojas grandes verdes, moradas, dentadas, agrupadas en rosetas, con un diámetro de cabeza a madurez fisiológica de 30 a 32 cm y un peso superior a 300 gramos, periodo vegetativo 60 días. Estados fenológicos plántula, roseta y cabeza. Adaptación:

Var: crespa morada Anthony



Foto 227. Lechuga crespa morada anthony

La variedad Anthony presenta un color púrpura, hojas grandes dentadas agrupadas en rosetas, con un diámetro de cabeza a madurez fisiológica de 30 a 32 cm y un peso superior a 300 gramos, periodo vegetativo 60 días.

Var: crespa verde Levistro



Foto 228. Lechuga crespa verde levistro

La variedad crespa verde levistro, es más oscura que la crespa verde, presenta una tonalidad verde oscuro en la periferia y hacia el centro verde claro, sus hojas son más crespas o arriñonadas que la variedad verde crespa, con un diámetro de cabeza a madurez fisiológica de 30 a 32 cm y un peso superior a 300 gramos, periodo vegetativo 60 días.

Var: Lisa verde y lisa morada



Foto 229. Lechuga lisa verde y lisa morada

Las variedades lisa verde y lisa morada son de hojas grandes, precoces, con un diámetro de cabeza a madurez fisiológica de 30 a 32 cm y un peso superior a 300 gramos, periodo vegetativo 50 a 60 días. Contiene vitamina A y C

Var: crespa morada falbalá



Foto 230. Crespa morada falbalá

La variedad crespa morada falbalá, tiene hojas grandes, rizadas, tiernas, de color púrpura, con diámetro de cabeza a madurez fisiológica de 30 a 32 cm, y un peso superior a 300 gramos, periodo vegetativo de 50 a 60 días para las condiciones agro eco sistémicas del proyecto.

Var: Batavia



Foto 231. Lechuga Batavia

Esta variedad de lechuga forma cabeza, hojas verdes, sueltas, tiernas de color verde lustroso, en su exterior hojas grandes y en sus bordes rizadas o dentadas. Inicia cierre de cabeza en la tercera semana, periodo crítico para manejo de larvas, ácaros y afidios. A madurez fisiológica presenta un diámetro externo de 40 cm y peso superior a 350 gramos, Período vegetativo de 50 a 60 días después de la siembra.

Var: romana verde y romana roja



Foto 232. Romana verde y Romana roja

La lechuga romana verde y roja son variedades de hojas alargadas y grandes, crujientes de sabor ligeramente amargo, no forman cabeza, a madurez fisiológica presentan un peso superior a 350 gramos y un periodo vegetativo de 50 a 60 días después de la siembra.

Var: Acelga roja y acelga amarilla



Foto 233. Acelga amarilla y acelga roja

Variedades de hojas alargadas y grandes más de 40 cm, crujientes, no forman cabeza, su sabor es dulce agradable a diferencia de las acelgas pencas blancas o común de sabor amargo, la acelga amarilla es susceptible en sus primeros estados fenológicos a los daños de áfidos, ácaros y pulgones, periodo vegetativo de 60 a 70 días después de la siembra, se puede cosechar por hojas o la planta completa, si se cosecha por hojas la planta sigue produciendo nuevos rebrotes y un indicativo para no continuar con esta práctica es la decoloración paulatina de las venas de color rojo o amarillo según variedad y las fibrosas del tallo y hoja.

Acelga pencas blanca



Foto 234. Acelga común

Variedad de hojas grandes, tallos planos y anchos, sabor amargo, contenidos de vitamina A, sodio, hierro magnesio, fósforo y potasio. Periodo vegetativo de 60 a 70 días después de la siembra, se puede cosechar por hojas o la planta completa, si se cosecha por hojas la planta sigue produciendo nuevos rebrotes y un indicativo para no continuar con esta práctica es la consistencia fibrosa del tallo y hojas.

Radichio



Foto 235. Radichio

Variedad de achicoria, de hojas coriáceas de color morado con tonalidades rojas, violetas y verdes, forma cabeza similar a un repollo, de sabor amargo. Periodo vegetativo de 60 a 70 días después de la siembra, peso a madurez fisiológica mayor de 300 gramos. Tolerante a ataque de insectos y enfermedades.

Hoja de Roble Roja



Foto 236. Hoja de roble roja

Variedad de lechuga con hojas onduladas, compactas, crujientes y tiernas de sabor dulce, su color se compone de tonos rojos, violetas y verdes. Periodo vegetativo de 60 a 70 días después de la siembra, peso a madurez fisiológica mayor de 300 gramos. Tolerante a ataque de insectos, medianamente resistente a esclerotinia.

Hoja de Roble verde



Foto 237. Hoja de roble verde

Varietal de lechuga con hojas onduladas, compactas, crujientes y tiernas de sabor dulce, de color verde claro. Periodo vegetativo de 60 a 70 días después de la siembra, peso a madurez fisiológica mayor de 300 gramos. Tolerante a ataque de insectos, medianamente resistente a esclerotinia.

Mizuna morada y verde



Foto 238. Mizuna morada y verde

Varietales pertenecientes a la familia de las crucíferas, tienen propiedades antioxidantes, y antiinflamatorias, hojas dentadas de color verde y morado brillante, sabor entre picante y dulce. Periodo vegetativo de 60 a 70 días después de la siembra. Se cosecha las hojas más grandes cuando tienen un largo aproximado de 30 a 40 cm. Tolerante a ataque de insectos, susceptible a hernia de la col (*Plasmidofora brassicae*).

Mostaza



Foto 239. Mostaza

Planta de hojas grandes de color morado, sabor picante, de propiedades antioxidantes. Periodo vegetativo de 60 a 70 días después de la siembra. Se cosecha las hojas más grandes cuando tienen un largo aproximado de 30 a 40 cm, la planta se regenera a partir de rebrotes nuevos. Tolerante a ataque de insectos y enfermedades.

Kale Rizado



Foto 240. Kale Rizado

El kale rizado pertenece a la familia de las coles, de hojas grandes, verdes rizadas y carnosas, rico en calcio y potasio, sabor amargo.

Periodo vegetativo de 70 a 90 días después de la siembra. Se cosecha las hojas más grandes cuando tienen un largo aproximado de 40 cm. Resistente a enfermedades e insectos

Acelga China



Foto 241. Acelga china

Variedad de hortaliza de hojas alargadas, de apariencia rugosa y de textura muy suave, sabor ligeramente amargo, Periodo vegetativo de 60 a 70 días después de la siembra. Se cosecha las hojas más grandes cuando tienen un largo aproximado de 30 a 40 cm. Tolerante a ataque de insectos, y enfermedades.

Cebolla cabezona blanca y roja



Foto 242. Cebolla cabezona blanca y roja

Variedades de hortalizas del género *Allium* y especie cepa, de sistema radicular fasciculado poco profundo, el bulbo se forma a partir de vainas foliares engrosadas, y en la parte externa de textura apergaminada con una función protectora y dando el color característico de la variedad. Las hojas se diferencian en basales que forman el bulbo y terminales formadas por el filodio de color verde fotosintéticamente activas, tienen una apariencia hueca. Periodo vegetativo de 90 a 110 días seguidamente de la siembra. Se le atribuyen propiedades diuréticas, expectorante, reguladora de azúcar en la sangre entre otras. Susceptible a mildew veloso (*peronospora* sp)

Repollo morado y verde



Foto 243. Repollo morado

El repollo o col, variedad verde y morado presenta hojas lisas que forman una cabeza compacta a partir del traslape de hojas para iniciar el cierre de cabeza a partir de la cuarta semana luego del trasplante. Periodo vegetativo de 70 a 90 días después de la siembra.

Escarola



Foto 244. Escarola

Variedad de hortaliza rica en fibra, vitaminas C, B y agua, hojas dentadas, ligeramente amargas, con principios activos como la intibina que estimula el apetito y favorece la digestión, aumentado la actividad de la vesícula biliar. Periodo vegetativo de 50 a 60 días después de la siembra. Susceptible a *plasmiodiophora brassicae* o hernia de las coles.

Cogollos de Tudela



Foto 245. Cogollos de tudela

Variedad de lechuga de hojas alargadas, gruesas y fuertes con colores verde y tonos amarillos, en vista superior da la apariencia de una cabeza de planta de rosa, aporta una gran cantidad de vitaminas, minerales y fibra. Periodo vegetativo de 50 a 60 días después de la siembra

Apio



Foto 246. Apio

Variedad de hortaliza en la que se usa el tallo y la hoja, la característica del tallo es su textura gruesa, estriada y alargada y sus hojas de color verde estriadas en las márgenes externas. Es un vegetal que no pierde propiedades al cocinarlo. Se puede consumir en cocción o en fresco. Es gran fuente de vitamina K y se le atribuyen propiedades benéficas para el aparato digestivo. Periodo vegetativo de 120 días después de la siembra

Perejil Rizado



Foto 247. Perejil Rizado

Variedad de perejil con hojas rizadas y muy aromáticas, de textura crujiente sabor suave y ligeramente dulce, se usa para condimentar, decorar y en mezclas para ensaladas. Se le atribuyen propiedades de vasodilatador. Periodo vegetativo de 90 días después de la siembra.

Cebolla puerro



Foto 248. Cebolla Puerro

Variedad de cebolla con hojas verdes y tonos azules, aplanadas, con un tallo o puerro de color blanco, grueso de cerca de 50 cm de longitud, y un pequeño bulbo blanco y alargado del que se desprenden pequeñas raíces. Tiene un sabor más suave que la cebolla junca o cebolla larga. Periodo vegetativo de 120 días luego de la siembra

Coliflor



Foto 249. Coliflor

Varietal que pertenece a la familia de las crucíferas, las inflorescencias forman la cabeza blanca y compacta que constituye la parte comestible, rodeada de hojas grandes y gruesas las que se parten para cubrir la cabeza de la coliflor para evitar el golpe de sol. El diámetro de cabeza puede superar los 30 centímetros, y puede llegar a pesar más de 2 kilogramos. Se le atribuyen entre otras propiedades anticancerígenas. Período vegetativo de 80-120 días después de la siembra

Brócoli



Foto. 250. Brócoli

Varietal de la familia de las crucíferas, cabezas florales de color verde, comestibles, cabeza rodeada de hojas grandes, verdes y fuertes. Se le atribuyen propiedades anticancerígenas y altos contenidos de vitamina C. El diámetro de cabeza para consumo oscila entre 10 a 20 centímetros. Período vegetativo de 90 a 120 días después de la siembra.

Albahaca



Foto. 251. Albahaca

Aromática y condimentaria, de la familia de las lamiáceas, hojas opuestas de color verde lustroso. Crece cerca de un metro de altura, tiene un sabor parecido al clavo, se puede consumir en fresco. Se cosechan las hojas. Período vegetativo para cosecha de hojas de 45 a 90 días después de la siembra.

Hinojo



Foto 252. Hinojo

Especie aromática y condimentaria de la familia Apiaceae, porte erecto, puede alcanzar una altura de dos metros, sus hojas son de color verde, largas y delgadas en forma de agujas, los tallos y las hojas se utilizan como aromática, las semillas como especia y el bulbo como hortaliza, aporta un sabor y aroma anisado. Se le atribuyen propiedades digestivas. Se cosechan sus hojas. Periodo vegetativo para cosecha de hojas de 90 a 120 días después de la siembra.

Caléndula



Foto 253. Caléndula

La caléndula es una planta herbácea, aromática y medicinal de la familia asteraceae, hojas alternas, flores con tonalidades amarillo y naranjas, el olor de las flores es desagradable y su sabor es amargo. En gastronomía se pueden usar sus pétalos y la flor tiene atributos medicinales antiinflamatorios y desinfectantes. Cosecha de flores y hojas de 45 a 90 días después de la siembra.

Rugula



Foto 254. Rugula

La rúgula se consume en fresco en ensaladas y cocida. Tiene un sabor agradable, se le atribuyen propiedades anticancerígenas, desintoxicante y cardiovasculares por su alto contenido de vitamina K. Se cosechan hojas de 45 a 90 días después de la siembra.

Tat soi



Foto 255. Tat soi.

Planta que forma una roseta con sus hojas que son de color verde oscuro, de textura suave de sabor ligeramente picante, se cosechan hojas de 50 a 60 días después de la siembra. Se le atribuyen altos contenidos de vitamina C, Calcio Y Potasio.

3. TERCERA PARTE

PREPARACIÓN DE SUELO Y DISEÑO DE FIGURAS



Foto 256



Foto 257



Foto 258



Foto 259

Fotos 256,257,258,259. Trazos de planos cartesianos y diseños de figuras



Foto 260. incorporación de cascarilla de arroz al suelo Para mejorar aireación y problemas de compactación

3.1 Desinfección de suelo



Foto 261. Mezcla de compost y trichoderma sp para incorporar al suelo.



Foto 262. Saturación de suelo con agua y luego Con un yodo agrícola dosis de 3cc/litro



Foto 263. Recubrimiento de suelo con plástico trasparente para inicio de solarización. 15 días

4. CUARTA PARTE

SIEMBRA DE MATERIAL VEGETAL-TRASPLANTE

- Luego de 15 días de solarización, proceso en el que además de fluctuaciones de temperatura: en las horas de la mañana aumenta y en la noche disminuye, hay movimiento ascendente y descendente de yodo en forma de vapor cuya finalidad es disminuir poblaciones de patógenos del suelo que puedan causar umbrales de daño económico al sistema de cultivo, se procede a destapar el suelo y a mover por medio de azadones.
- Paso a seguir nivelar terreno, evaluar material vegetal a sembrar y sembrar con distancias de siembra recomendadas según variedad: 0,35 metros entre planta en triángulo y para Brócolis y coliflor 0,45 metros entre plantas en triángulo.

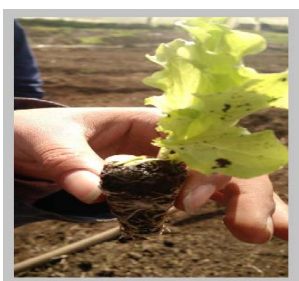


Foto 264: Plántula de hortaliza lista para siembra

4.1 Características del material vegetal

- Plántula libre de plagas, enfermedades y sin daños mecánicos
- Plántula con un mínimo de cuatro hojas verdaderas, turgentes, y vigorosas
- Sistema radicular adherido al sustrato, abundante y sin daños mecánicos



Foto 265. siembra de hortalizas. Luego de trasplante presionar suelo para reducir bolsas de aire y favorecer contacto de suelo y sistema radicular de las plántulas



Foto 266. Plántulas en campo cuatro días después de la siembra. Riego diario en horas de la tarde. Lámina aplicada según cálculo de lámina neta y bruta página

Primera escarda y aplicación de aminoácidos al ocho días después de la siembra.



Foto267. Primera escarda y aplicación de aminoácidos vía foliar 1cc/litro

- La práctica de escardado consiste en aflojar el suelo adyacente a la planta alrededor de la gotera o diámetro que proyecta la plántula sobre el suelo. Nunca se debe escardar dentro de la gotera de la planta porque se ocasionaría daños al sistema radicular
- La finalidad del escardado es favorecer procesos aerobios, facilitar el desarrollo radicular, la infiltración de agua en el suelo, y el manejo de enfermedades como la esclerotinia.
- La aplicación de aminoácidos vía foliar tiene como finalidad corregir estrés de las plántulas y dar vigor al follaje mientras el sistema radicular se adhiere al suelo para cumplir funciones de búsqueda de agua y nutrientes.



Foto 268. Práctica de escardado

5. QUINTA PARTE

MANEJO FITOSANITARIO Y DE PRÁCTICAS CULTURALES- MÉTODO

5.1 Componentes de un plan de manejo Fitosanitario

- Plan de fertilidad y nutrición vegetal
- Plan preventivo y curativo de artrópodos, moluscos que ocasionan umbral de daño económico
- Plan preventivo y curativo de enfermedades fungosas, bacteriales y virales que ocasionan umbral de daño económico
- Plan de prácticas culturales
- Modelos de elaboración del rendimiento(indicadores puntuales a partir de toma de datos de campo que determinan el estado óptimo de cada fase del cultivo. Ejemplo: porcentaje de germinación, porcentaje de pérdidas de plantas en campo, crecimiento semanal del diámetro de cabeza y altura (cm) en hortalizas, número de hojas por planta, número de racimos florales, frutos cuajados por racimo, crecimiento en diámetro y altura de frutos por día, número de frutos por vaina, peso promedio de fruto, ocasionados por patógenos etc.)
- Matriz de desarrollo fenológico de las variedades en campo (germinación, crecimiento vegetativo, máximo crecimiento vegetativo, prefloración, floración, fructificación, llenado de fruto, madurez fisiológica de cosecha, y/ o Estado de plántula, roseta, cabeza, etc.)

- Registros de campo.

Método para implementar el plan de manejo fitosanitario

- Realizar matriz gráfica de fenología según variedad precisando rango de días de cada fase y altura sobre el nivel del mar

Matriz de fenología *Lactuca sativum*. Var: crespa verde a.s.n.m. 2580



DDS: Días después de la siembra a.s.n.m: Altura sobre el nivel del mar

- Realizar un listado de atropados y moluscos que ocasionan daño económico según variedad y asignar un color a cada organismo listado: semáforo.
- Asociar a la matriz gráfica de fenología el color que corresponda de artrópodos y moluscos que ocasionan umbral de daño económico a la variedad según fase en que ataque.
- Realizar un listado de enfermedades fungosas, bacterianas y virales que ocasionan daño económico según variedad y asignar un color a cada organismo listado: semáforo.
- Asociar a la matriz gráfica de fenología el color que corresponda de patógeno que ocasionan umbral de daño económico a la variedad según fase en que ataque.
- Realizar un cuadro de ingredientes activos para manejo fitosanitario de hortalizas según patógenos, artrópodos y moluscos listados según semáforo de colores.

Semáforo de artrópodos y moluscos que ocasiona daño económico en hortalizas

Tabla. No 18

Nombre científico	Nombre vulgar	Código de color
<i>Agrotis ipsilon</i> (Lepidoptera:Noctuidae)	Trozador o tierrero	●
<i>Ancognata scarabaelodes</i> Burmeister, (Coleoptera:Scarabaeidae) <i>Ancognata ustulata</i> Burmeister., (Coleoptera:Scarabaeidae) <i>Clavipalpus ursinus</i> (Coleoptera:Scarabaeidae)	Chisa, gallina ciega	●
<i>Agrotis lineatus</i> (Coleoptera :Elateridae)	Gusano de alambre	●
<i>Delia</i> sp. (Diptera: Anrthomyiidae)	Barrenador del cuello de la raíz	●
<i>Copitarsia consueta</i> (Walker),, <i>Peridroma saucia</i> (Hübner), (Lepidoptera : Noctuidae)	Muques	●
<i>Liriomyza huidobrensis</i> Blanchard, (Diptera: Agromyzidae)	Minador de la hoja	●
<i>Plutella xylostella</i> L. (Lepidoptera: plutellidae).	Polilla dorso de diamante	●
<i>Spodoptera</i> sp. (Lepidoptera: Noctuidae).	Cogollero	●
<i>Brevicoryne brassicae</i> (Homoptera: Aphididae) <i>Myzus persicae</i> ((Homoptera: Aphididae)	Afidos o pulgones	●

Semáforo de enfermedades: hongos, bacterias y nemátodos que ocasiona daño económico en hortalizas

Tabla. No 19

Nombre científico	Nombre vulgar	Código de color
<i>Bremia lactucae</i>	Mildeo vellosa	●
<i>Septoria lactucae</i>	Septoriosis	●
<i>Cercospora longissima</i>	Cercosporiosis	●
<i>Sclerotinia sclerotiorum</i> (Libert)., <i>Sclerotinia minor</i> Jagger	Pudrición blanda.,moho blanco.,	●
<i>Botrytis cinerea</i>	Botrytis, moho gris	●
<i>Fusarium oxysporum</i>	Marchitez vascular, fusarium	●
<i>Michodochium panattonianum</i>	Antracnosis	●
<i>Erwinia carotovora</i>	Pudrición suave	●
<i>Pseudomonas cichorii</i>	Mancha foliar brillante, hoja apercaminada	●
<i>Meloidogyne hapla</i> ., <i>Meloidogyne incognita</i>	Nemátodos	●

- Realizar un calendario de aspersiones fitosanitarias según relación de matriz de fenología y semáforo de enfermedades, artrópodos y moluscos que ocasionan umbral de daño económico. El calendario puede cambiar según lo programado según sea detectado problemas puntuales en los diagnósticos de campo que se realizan con una frecuencia semanal.
- Realizar una lista de labores culturales según requerimientos de cada fase fenológica de la variedad. Asignar a cada labor un código o número
- Asociar labores culturales desde la siembra, manejo de cultivo, cosecha y poscosecha, según código o número a la matriz de fenología.
- Construir un modelo de elaboración del rendimiento según fase fenológica y variedad a partir de toma de datos de campo, tabulación de datos y gráficos con interpretación técnica.

Modelos de elaboración del Rendimiento

- Los modelos de elaboración del rendimiento son indicadores puntuales de variables medibles, cuantificables en cada fase fenológica del cultivo asociadas al rendimiento o producción, por ejemplo altura de planta, crecimiento en diámetro de cabeza y altura promedio en centímetros por semana, peso asociado con diámetro de cabeza y altura, etc.

6. SEXTA PARTE

ARREGLOS PAISAJÍSTICOS



Foto 269. Autor.



Foto 270. Autor.



Foto 271. Autor.



Foto 272



Foto 273. Autor.



Foto 274. Autor.



Foto 275. Autor.



Foto 276. Autor.



Foto 277. Autor.



Foto 278. Autor.



Foto 279. Autor.



Foto 280. Autor.



Foto 281. Autor.



Foto 282. Autor.



Foto 283. Autor.

BIBLIOGRAFÍA

Eco Umberto.(1983). Cómo se hace una tesis. Técnicas y procedimientos de estudio, investigación y escritura. Barcelona: Gedisa.

FAO. (2009) Guía para la descripción de suelos. Roma: Organización de las naciones unidas para la agricultura y la alimentación, cuarta ed,111p.



Centro de Biotecnología Agropecuaria - Mosquera

Regional Cundinamarca

Dirección: Km 7 Vía Bogotá - Mosquera

Teléfono: 57 (1) 546 23 23 Ext. 17863

Página web: <http://www.sena.edu.co>

<http://senabiotecnología.blogspot.com.co/>

Email: revistacasiembra@sena.edu.co