

**UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR
FACULTAD DE CIENCIAS AGRONÓMICAS**



Título de pasantía profesional:

Análisis físico-químico de fertilidad de suelos en el Laboratorio de Suelos del Centro Nacional de Tecnología Agropecuaria y Forestal “Enrique Álvarez Córdova”

Para optar al grado de:

Ingeniero agrónomo

Presentado por:

Br. Florence María Moz Clímaco

Docente asesor:

Inga. Ángela Pabon Flores de Lara

Docente asesor externo:

Inga. Claudia María Lino Rodríguez

Ciudad universitaria San Salvador, diciembre 2021

Índice de contenido

1. Resumen	vi
2. Introducción	1
3. Información de la unidad productiva	2
3.1. Datos generales	2
3.1.1. Localización	2
3.1.2. Antecedentes	2
3.1.3. Recursos	5
3.1.3.1. Equipo de trabajo	5
3.1.3.2. Instalaciones y equipo	5
3.1.3.3. Humanos	5
3.2. Actividades actuales	6
3.2.1. Producción principal	6
3.2.2. Situación técnica	7
3.2.3. Situación administrativa	8
4. Análisis de la problemática en sector	9
5. Metodología	10
6. Resultados y discusión	21
7. Conclusiones	28
8. Recomendaciones	29
9. Bibliografía	30
10. Anexos	32
11. Bitácora de actividades realizadas	44

Índice de figuras

Figura 1. Ubicación geográfica del Laboratorio de Suelos del Centro Nacional de Tecnología Agropecuaria y Forestal “Enrique Álvarez Córdova”.....	2
Figura 2. Metodología para la determinación de pH en agua.....	10
Figura 3. Metodología para la determinación de pH en KCl.....	11
Figura 4. Metodología para la determinación de textura al tacto.....	12
Figura 5. Metodología para la determinación de textura de suelos por el método del Hidrómetro de Bouyoucos.....	13
Figura 6. Metodología para la determinación de materia orgánica.....	14
Figura 7. Metodología para la extracción de Ca, Mg y Na	15
Figura 8. Metodología para la extracción de elemento menores (Cu, Fe, Zn y Mn)	16
Figura 9. Metodología para la determinación de fósforo	17
Figura 10. Metodología para la determinación de potasio.....	18
Figura 11. Metodología de análisis granulométrico de suelos.....	19
Figura 12. Metodología para la determinación de densidad aparente.....	20

Índice de cuadros

Cuadro 1. Análisis ofertados por el Laboratorio de Suelos.	6
Cuadro 2. Estructura organizativa de la Institución	8
Cuadro 3. Paquetes de análisis de suelo del Laboratorio de suelos del CENTA ..	21
Cuadro 4. Número de muestras de pH en agua y KCl analizadas	22
Cuadro 5. Número de muestras analizadas para determinar textura por bouyoucos y textura al tacto.....	23
Cuadro 6. Número de muestras de suelo pesadas para determinar materia orgánica y textura por bouyoucos	24
Cuadro 7. Número de análisis físico-químicos de suelo determinados	25
Cuadro 8. Recomendaciones de fertilización que se aprendieron a realizar durante la pasantía de práctica profesional.....	27

Índice de graficas

Gráfica 1. Número de muestras de pH en agua y KCl analizadas	22
Gráfica 2. Número de muestras analizadas para determinar textura por bouyoucos y textura al tacto	23
Gráfica 3. Número de muestras de suelo pesadas para determinar materia orgánica y textura por bouyoucos	24
Gráfica 4. Número de análisis físico-químicos de suelo determinados	25

Índice de anexos

Anexo 1. Muestreo de suelos	32
Anexo 2. Capacitación de muestreo de suelos a alumnos de la Facultad de Ciencias Naturales y Matemáticas de la Universidad de El Salvador	32
Anexo 3. Recepción de muestras de suelo	33
Anexo 4. Preparación de muestras de suelo	33
Anexo 5. Secadora de suelo	34
Anexo 6. Secado de las muestras de suelo	34
Anexo 7. Toma de muestras para la determinación de pH.	35
Anexo 8. Muestras de suelo para determinar pH	35
Anexo 9. Toma de lecturas de pH en suelo	36
Anexo 10. Determinación de textura al tacto	36
Anexo 11. Determinación de color de suelo	37
Anexo 12. Batidora para determinar textura por Bouyoucos	37
Anexo 13. Determinación de textura por Bouyoucos	38
Anexo 14. Pesaje para determinar materia orgánica	38
Anexo 15. Titulación con Sulfato ferroso	39
Anexo 16. Equipo de absorción atómica Shimadzu	39
Anexo 17. Realización de lecturas de calcio, magnesio y sodio en el equipo absorción atómica	40

Anexo 18. Realización de lecturas de potasio en el equipo absorción atómica Perkin Elmer.....	40
Anexo 19. Equipo colorímetro Genesys	41
Anexo 20. Realización de lecturas de fosforo en el equipo colorimétrico.....	41
Anexo 21. Pesaje del cilindro con la muestra de suelo	42
Anexo 22. Toma de muestra de suelo con cilindro para determinar densidad aparente	42
Anexo 23. Kit de análisis de suelos.....	43
Anexo 24. Determinación de pH con el kit de análisis de suelos	43

1. Resumen

En este informe final se presenta el desarrollo de la pasantía de práctica profesional denominada: “Análisis físico-químico de fertilidad de suelos en el Laboratorio de Suelos del Centro Nacional de Tecnología Agropecuaria y Forestal “Enrique Álvarez Córdova”, que se ha ejecutado como requisito de graduación para optar al grado de Ingeniero agrónomo y se ha realizado una reseña histórica de la institución en referencia, con el propósito de conocer la evolución que ha tenido en el fortalecimiento del sector agropecuario y los avances y mejoras para la atención al cliente. Así también se refleja el trabajo efectuado por un período de seis meses en el Laboratorio de suelos, realizando recomendaciones técnicas de fertilidad de suelos y análisis físico químicos como: determinación de micro y macro elementos, pH del suelo, porcentaje de materia orgánica, rutina de fósforo y potasio, análisis granulométrico de suelos, densidad aparente, textura por bouyoucos y textura al tacto. Además, se mencionan las competencias adquiridas y la problemática del sector por lo que se proponen las recomendaciones correspondientes para fortalecer las debilidades del laboratorio de suelos.

2. Introducción

El Laboratorio de Suelos del Centro Nacional de Tecnología Agropecuaria y Forestal cuenta con profesionales capacitados que recomiendan y asisten técnicamente a productores, extensionistas e investigadores del sector público y privado para que puedan tomar decisiones apropiadas en el manejo y fertilidad de suelos (CENTA 2015).

La fertilidad del suelo es la capacidad de mantener el suministro de nutrientes, la vida microbiana del suelo y la complejidad física, química y estructural del suelo en el largo plazo; cada tipo de cultivo tiene requerimientos nutricionales y el suelo contiene esos elementos en cantidades variables que pueden o no satisfacer la demanda nutricional, aquí radica la importancia de conocer los resultados de análisis químico de un suelo para implementar una adecuada fertilización (FAO 2013).

El análisis de suelos es una herramienta que se utiliza como referencia para el manejo de la fertilidad de los suelos, ya sea para determinar deficiencias y necesidades de fertilización, así como también para monitorear la evolución de la disponibilidad de nutrientes en el suelo, permitiendo un uso correcto, tanto de fertilizantes químicos y orgánicos, como de enmiendas o correctivo (Molina Sf).

La práctica de pasantía profesional en análisis físico-químico de fertilidad de suelos fue desarrollada en el Laboratorio de Suelos del Centro Nacional de Tecnología Agropecuaria y Forestal “Enrique Álvarez Córdova” y se ejecutó para adquirir y fortalecer conocimientos en las prácticas de laboratorio en la determinación de análisis físico químicos de suelo; además se aprendió a interpretar resultados de muestras de suelo para elaborar recomendaciones de fertilización para diversos cultivos de importancia económica y así poder mejorar la nutrición vegetal y producción agrícola mediante el uso racional de fertilizantes para lograr una agricultura sostenible que contribuya a mejorar las condiciones socioeconómicas de la familia y fortalezca la seguridad alimentaria.

3. Información de la unidad productiva

3.1. Datos generales

3.1.1. Localización

El Laboratorio de Suelos del Centro Nacional de Tecnología Agropecuaria y Forestal “Enrique Álvarez Córdova” está ubicado en el Km 33½ carretera a Santa Ana, San Andrés, La Libertad con coordenadas geográficas N 13°08' y W 089°40', a 473 metros sobre el nivel del mar (msnm).



Figura 1. Ubicación geográfica del Laboratorio de Suelos del Centro Nacional de Tecnología Agropecuaria y Forestal “Enrique Álvarez Córdova”

Fuente: Google Earth 2021

3.1.2. Antecedentes

- Desde su creación en 1942, esta institución, que a partir 2009 se conoce con el nombre de Centro Nacional de Tecnología Agropecuaria y Forestal “Enrique Álvarez Córdova”, ha sufrido cambios en su nombre, pero siempre con el objetivo de contribuir al incremento de la producción y productividad

agropecuaria, y, por ende, la mejora de la calidad de vida de los usuarios. Este objetivo se logra al proveer a los productores, materiales con alto potencial de producción y con resistencia a las plagas, así como al cambio climático (CENTA 2015).

- El 21 de octubre de 1942 la Secretaría de Agricultura del Gobierno de El Salvador y el Departamento de Agricultura de los Estados Unidos, firmaron un memorándum de entendimiento para establecer una Estación Experimental que recibió el nombre “Centro Nacional de Agronomía” (CENTA 2015).
- Para 1948 el CNA contaba con los departamentos de Agronomía, Fitopatología, Horticultura, Ingeniería Agrícola, Química, Divulgación Agrícola y Química Agrícola (CENTA 2015).
- El día 21 de marzo de 1955 un nuevo convenio por 5 años, firmado entre los gobiernos de El Salvador y los Estados Unidos, permitió establecer el Servicio Cooperativo Agrícola Salvadoreño Americano (SCASA) el cual asumió las funciones del anterior CNA (CENTA 2015).
- Con el propósito de absorber los proyectos y funciones que dejara pendientes el SCASA, el Ministerio de Agricultura y Ganadería estableció la Dirección General de Investigaciones Agronómicas (DGIA) (CENTA 2015).
- A partir del año 1968 se llevó a cabo un nuevo proceso de reestructuración institucional, cuando la Dirección de Investigaciones Agronómicas y la Dirección de Extensión Agrícola fueron unificadas para formar parte de una sola dependencia, que recibió el nombre de Dirección General de Investigación y Extensión Agrícola (DGIEA) (CENTA 2015).

- En 1970, la incorporación del Departamento de Investigación Zootécnica a la Dirección obligó a modificar su nombre oficial, convirtiéndose en la “Dirección General de Investigación y Extensión Agropecuaria” (CENTA 2015).
- En 1970, la institución contaba con 64 agencias de extensión a nivel nacional y se crea el Departamento de Laboratorios (CENTA 2015).
- En 1972 la Dirección General de Investigación y Extensión Agropecuaria y la Escuela Nacional de Agricultura “Roberto Quiñónez” (ENA) fueron unificadas para formar el Centro Nacional de Tecnología Agropecuaria (CENTA 2015).
- En 1993 un proceso de reestructuración institucional, que culminó con la creación del Centro Nacional de Tecnología Agropecuaria y Forestal (CENTA 2015).
- En el año 2009, y como reconocimiento a la influencia y labor llevada a cabo por Enrique Álvarez Córdova en su período como Ministro de Agricultura entre los años 1969 y 1973, el entonces presidente Mauricio Funes dedicó la Institución a su memoria y la nominó “Centro Nacional de Tecnología Agropecuaria y Forestal – Enrique Álvarez Córdova” (CENTA 2015).
- El CENTA posee en la actualidad una red de 40 Agencias de Extensión distribuidas a nivel nacional y 4 estaciones experimentales: Izalco, Santa Cruz Porrillo, San Andrés 1 y San Andrés 2 (más conocida como Las Doscientas) (CENTA 2015).

3.1.3. Recursos

3.1.3.1. Equipo de trabajo

- **Docente asesor interno:** Ing. Agr. Ángela Pabón Flores de Lara, encargada de impartir las asignaturas de Edafología y Fertilidad de Suelos en la Facultad de Ciencias Agronómicas de la Universidad de El Salvador.
- **Docente asesor externo:** Ing. Agr. Claudia María Lino Rodríguez, coordinadora del Laboratorio de Suelos del Centro Nacional de Tecnología Agropecuaria y Forestal “Enrique Álvarez Córdova”.
- **Equipo de trabajo de laboratorio:** Técnicos analistas fisicoquímicos encargados en el área de análisis, procesamiento de datos y resultados.

3.1.3.2. Instalaciones y equipo

El Centro Nacional de Tecnología Agropecuaria Y Forestal (CENTA) en su rama de investigación, tiene en funcionamiento laboratorios que brindan su servicio en diferentes tipos de análisis; de los cuales uno de ellos es el Laboratorio de Suelos el cual cuenta con instalaciones propias, equipos instrumentales, materiales y reactivos para realizar los análisis correspondientes.

3.1.3.3. Humanos

El Laboratorio de Suelos cuenta con profesionales de las carreras de Licenciatura en Ciencias Químicas, Licenciatura en Química y Farmacia e Ingeniería Agronómica para realizar análisis físicos y químicos que se ofertan a productores y población en general.

3.2. Actividades actuales

3.2.1. Producción principal

El laboratorio de suelos se concentra en análisis físico-químico de suelos, con el fin de proporcionar recomendaciones técnicas de fertilidad, para ello; oferta diferentes análisis a los productores y población en general enlistados en el cuadro 1.

Cuadro 1. Análisis ofertados por el Laboratorio de Suelos.

Análisis Químicos	Análisis Físicos e hidrofísicos
<ul style="list-style-type: none">• pH en agua• pH en KCl• Materia Orgánica• Fosforo• Potasio• Calcio• Magnesio• Hierro• Cobre• Manganeso• Zinc• Sodio• Azufre• Acidez Intercambiable• Acidez Total• Capacidad de Intercambio Catiónico Efectiva• Conductividad eléctrica	<ul style="list-style-type: none">• Densidad real y aparente• Textura por Bouyoucos• Humedad• Análisis granulométrico de suelos

Fuente: Guía Técnica de Muestreo y Análisis de Suelos, CENTA 2018

3.2.2. Situación técnica

Según CENTA (2015) el Laboratorio de suelos tiene las siguientes funciones técnicas:

1. Brindar servicios de análisis físico-químico de suelos a productores atendidos por Técnicos del CENTA, productores particulares, empresa privada, organizaciones no gubernamentales y estudiantes.
2. Realizar análisis físico-químico de fertilidad de suelos.
3. Interpretación de resultados de análisis de suelos y elaboración de recomendaciones técnicas de fertilización para diversos cultivos.
4. Impartir capacitaciones a técnicos, productores y estudiantes en temas relacionados a la fertilidad del suelo.
5. Atender a estudiantes de diferentes carreras y universidades que visitan con fines didácticos el Laboratorio de Suelos.
6. Ejecutar proyectos de investigación en fertilidad para diversos cultivos.
7. Facilitar el desarrollo de prácticas profesionales de estudiantes universitarios en carreras afines al área.
8. Participar en eventos que se llevan a cabo por la Institución y gobierno central a nivel nacional.
9. Elaborar documentación técnica.
10. Formular y ejecutar protocolos de investigación en suelos.

3.2.3. Situación administrativa

Cuadro 2. Estructura organizativa de la Institución

Nivel deliberativo decisorio.	Junta Directiva.
	Unidad de Auditoría Interna.
Nivel decisorio.	Dirección Ejecutiva.
	Comité Consultivo.
Nivel Asesor.	Unidad de Asesoría Jurídica.
	Unidad de Comunicaciones.
	División de Planificación.
	Oficina de Información y Respuesta.
	Unidad Ambiental.
Nivel de Apoyo Técnico Administrativo.	Gerencia de Investigación y Desarrollo Tecnológico.
	Gerencia De Transferencia Tecnológica Y Extensión.
	Gerencia Administrativa.
	Gerencia Financiera.
Nivel de ejecución operaria.	Laboratorios.
	Tecnología De Semillas.
	Recursos Genéticos.
	Programas De Investigación.
	Desarrollo Tecnológico.
	Recursos Naturales.

Fuente: Página web CENTA 2015.

El laboratorio de suelos se encuentra en el nivel de ejecución operaria, un área que tiene a su cargo los servicios de análisis de suelo para los programas de investigación, extensión agropecuaria y productores del país, su organización interna se compone así:

- Jefatura del Laboratorio de suelos.
- Técnicos analistas físico químicos.
- Auxiliares técnicos de laboratorio.

4. Análisis de la problemática en sector

El análisis químico de suelos debe ser un procedimiento práctico, y confiable para evaluar apropiadamente la fertilidad de un suelo; ya que, es una herramienta fundamental para el desarrollo correcto de un programa de fertilización. Una prueba de análisis debe ser rápida y con un costo accesible, también proveer la información de interés, en otras palabras, el propósito del análisis de suelos es determinar el estado de fertilidad e identificar los nutrimentos que podrían limitar el rendimiento de las plantas, bien sea por encontrarse en exceso o en deficiencia.

El Laboratorio de suelos debe de contar con el personal técnico y administrativo necesario para lograr la calidad y eficiencia de los resultados de análisis físico-químicos de fertilidad de suelos; por lo que para lograr la calidad que se requiere es necesario que los analistas conozcan la química del suelo, la relación de sus nutrimentos, el comportamiento y necesidades particulares de los cultivos, pero por otro lado deben conocer las técnicas apropiadas para desarrollar correctamente los análisis, manipular correctamente las muestras y darles un tratamiento apegado a las marchas analíticas validadas y utilizadas dentro del laboratorio de suelos; aunado a ello, debe tener un buen manejo del equipo instrumental que se ocupa para dar lectura e interpretación de los análisis para garantizar la calidad de los resultados; porque el objetivo principal de los análisis de suelo es implementar recomendaciones técnicas en los cultivos de los productores, para reducir los costos de producción, manteniendo el rendimiento por área y mejorando la productividad; contribuyendo a una agricultura sostenible que mejore las condiciones socioeconómicas y medioambientales, fortaleciendo así la seguridad alimentaria y nutricional de la población.

5. Metodología

Durante el desarrollo de la pasantía como auxiliar de laboratorio se aprendieron y se desarrollaron diferentes metodologías para determinar las marchas analíticas de los siguientes análisis físico-químicos de fertilidad de suelos:

Metodología para determinar pH en Agua

1. Pesar 10 gramos de suelo seco de forma volumétrica en una gradilla
2. Agregar 25 ml de agua destilada
3. Remover con un agitador eléctrico por 5 minutos
4. Agitar por 1 minuto más de forma manual
5. Calibrar pH-metro y realizar la medición de pH correspondiente

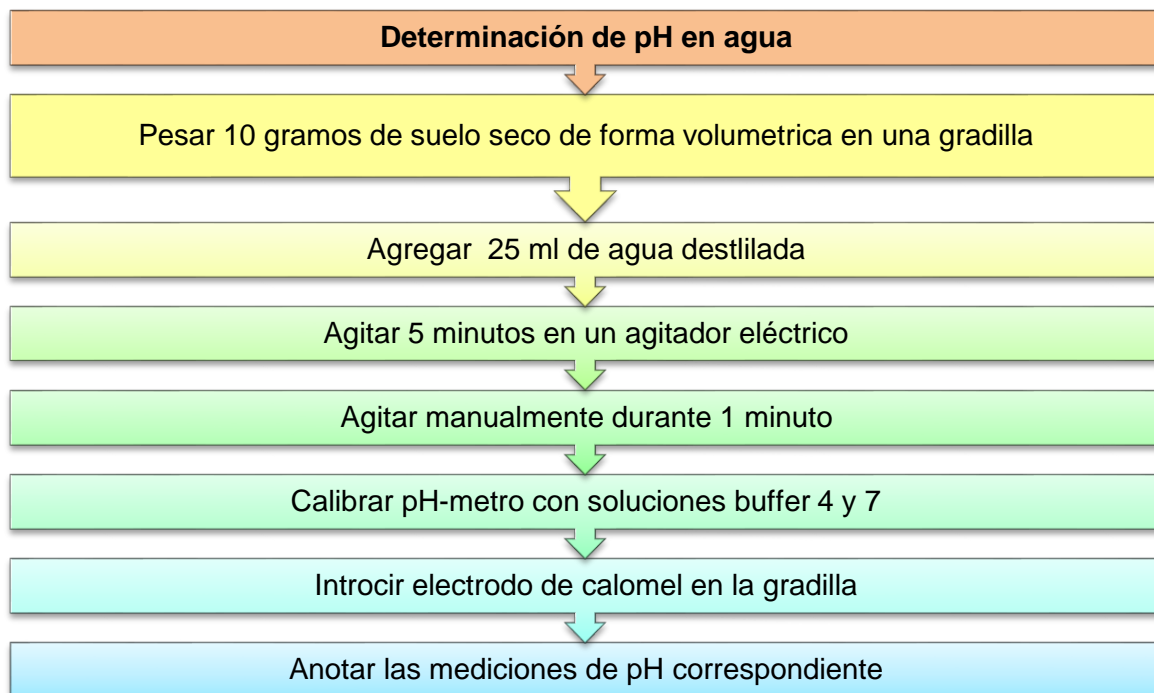


Figura 2. Metodología para la determinación de pH en agua

Fuente: Elaboración propia

Metodología para determinar pH en KCl

1. Pesar 10 gramos de suelo seco de forma volumétrica en una gradilla
2. Agregar 25 ml de cloruro de potasio KCl
3. Remover con un agitador eléctrico por 5 minutos
4. Agitar por 1 minuto más de forma manual
5. Calibrar pH-metro y realizar la medición de pH correspondiente

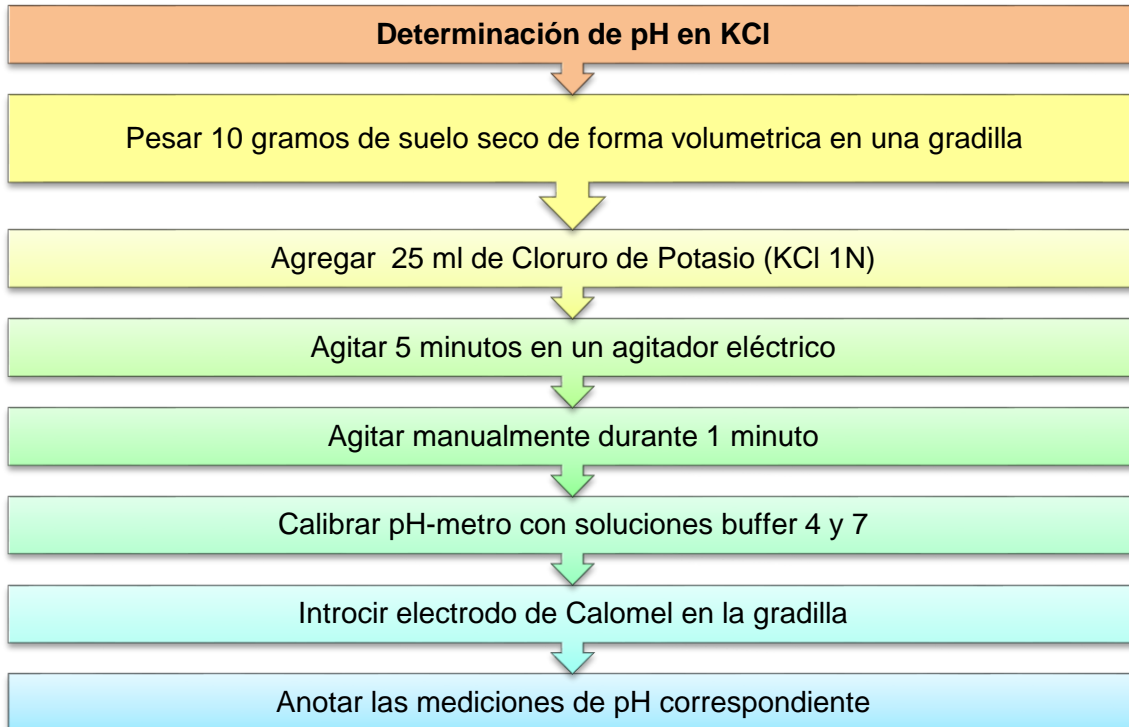


Figura 3. Metodología para la determinación de pH en KCl

Fuente: Elaboración propia

Metodología para determinar textura al tacto

1. Tomar muestra de suelo y colocarla en la mano
2. Humedecer la muestra de suelo agregando agua con una pizeta
3. Realizar la prueba de manipulación al tacto para determinar si la textura del suelo es arenosa, franco, arcillosa o limosa

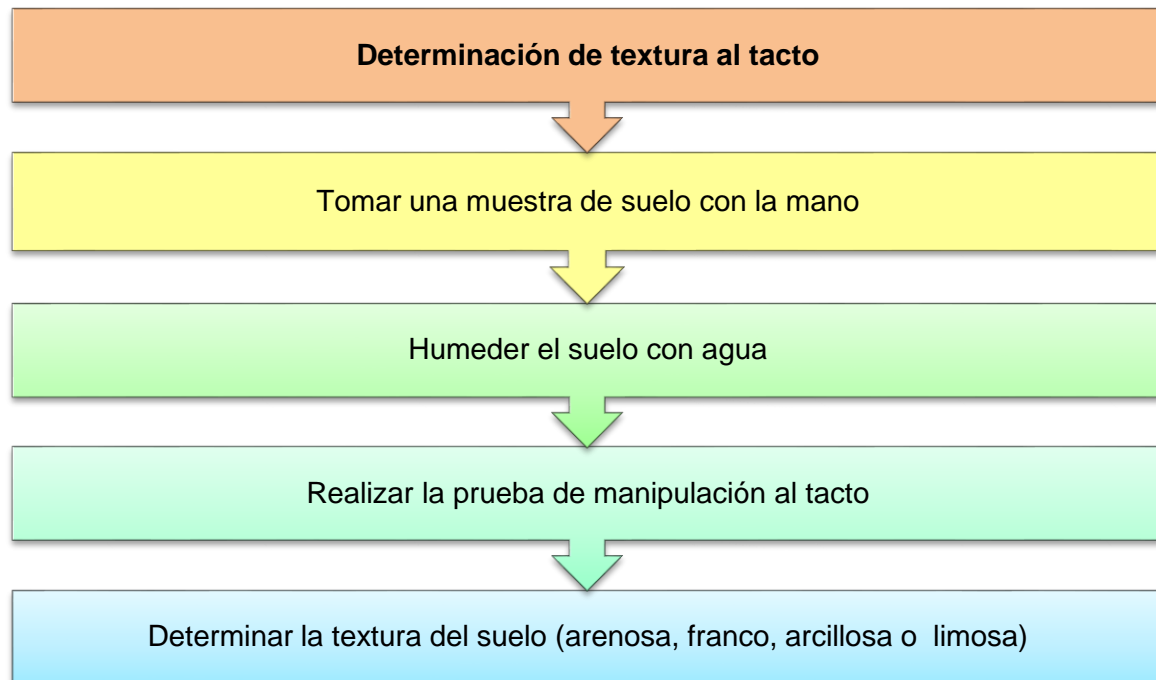


Figura 4. Metodología para la determinación de textura al tacto

Fuente: Elaboración propia

Metodología para determinar textura por el método del hidrómetro de bouyoucos

1. Pesar 50 gramos de suelo seco en balanza semi-analítica
2. Colocar los 50 gramos de suelo en el vaso de agitador eléctrico y agregar agua destilada hasta llegar a los 2/3 del volumen del vaso de dispersión y agregar 10 ml de solución dispersante hexametáfosfato de sodio
3. Conectar el vaso en el agitador eléctrico y se agitar durante 15 minutos
4. Agitar y agregar la muestra en un cilindro de bouyoucos y se aforar con el hidrómetro adentro hasta la marca de 1130 ml con agua destilada
5. Agitar durante 20 segundos con un agitador manual
6. Introducir el hidrómetro y el termómetro en el cilindro de bouyoucos
7. Realizar la primera lectura del hidrómetro y temperatura 40 segundos después de haber agitado la muestra en el cilindro
8. Sacar el hidrómetro y termómetro del cilindro y dejar la muestra en reposo durante 1 hora

9. Tomar la segunda lectura del hidrómetro y de temperatura
10. Realizar los cálculos correspondientes para estimar los porcentajes de cada material en suspensión

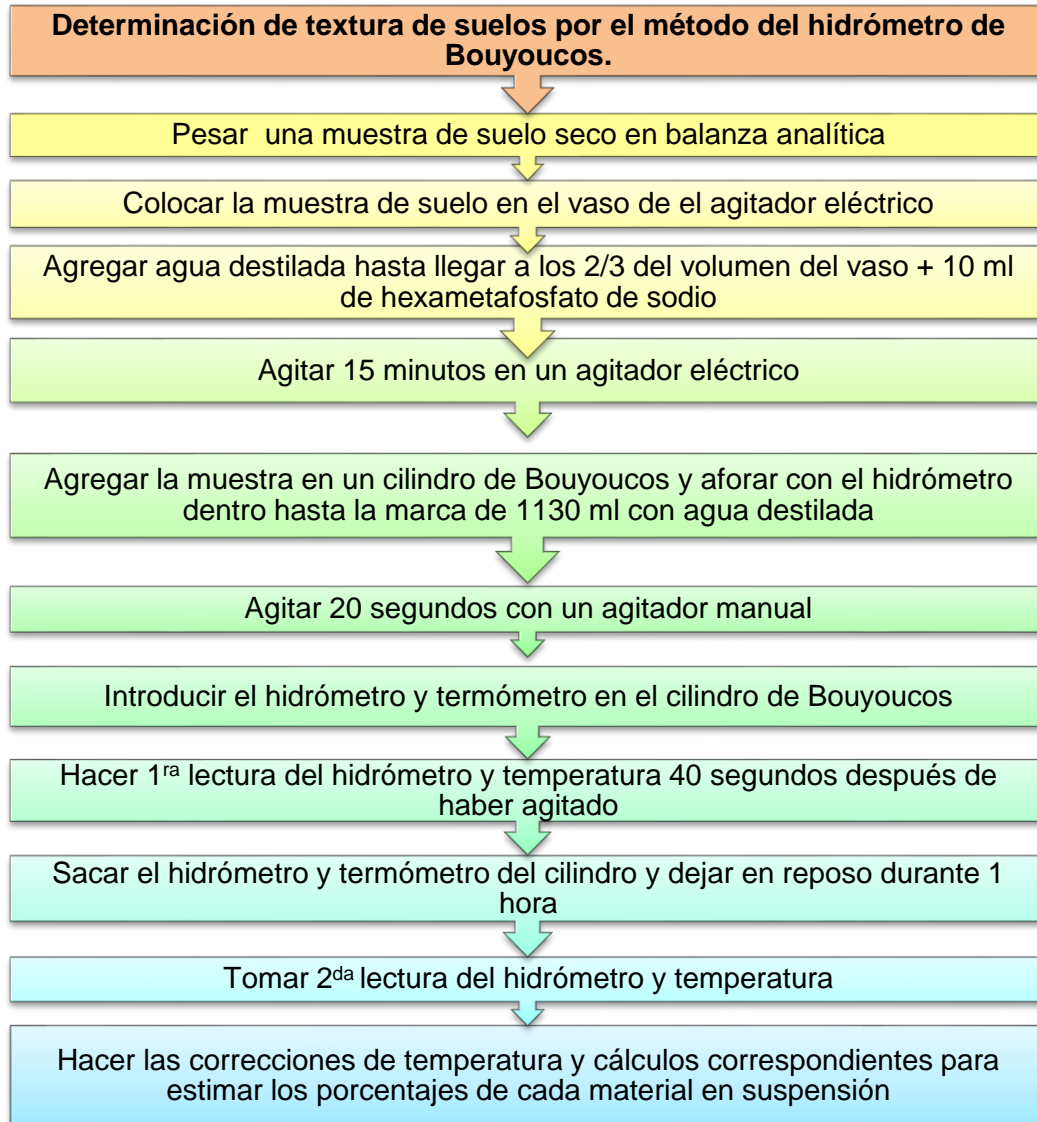


Figura 5. Metodología para la determinación de textura de suelos por el método del Hidrómetro de Bouyoucos

Fuente: Elaboración propia

Metodología para determinar materia orgánica

1. Tamizar la muestra de suelo seco en un tamiz de 0.5 mm
2. Pesar 0.25 gr de suelo en balanza analítica
3. Colocar la muestra en un erlenmeyer de 500 ml y agregar 10 ml de dicromato de potasio
4. Agregar 20 ml de ácido sulfúrico concentrado y dejar en reposo durante 30 minutos
5. Agregar 300 ml de agua destilada, 10 ml de ácido fosfórico y 3 gotas de indicador difenilamina
6. Titular con sulfato ferroso y se observar el viraje de color naranja a color verde esmeralda

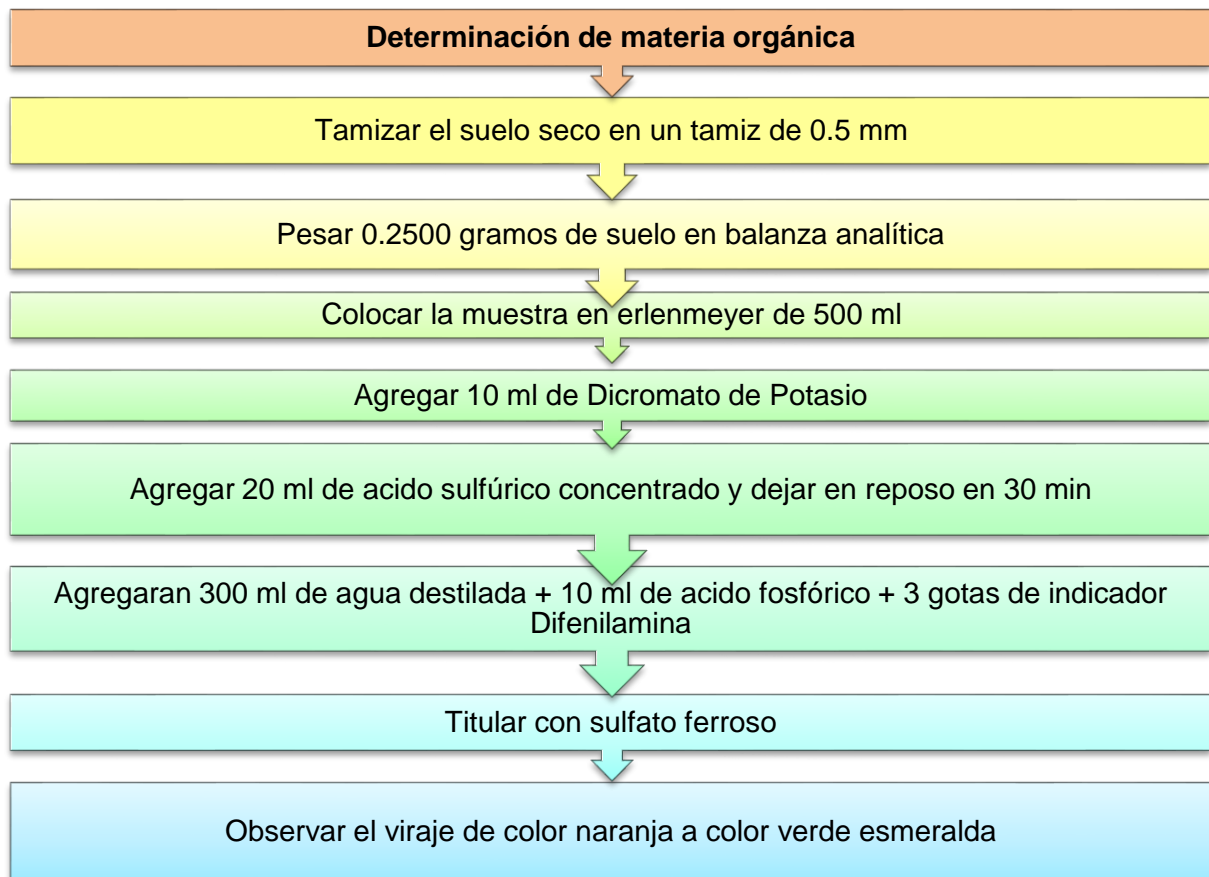


Figura 6. Metodología para la determinación de materia orgánica

Fuente: Elaboración propia

Metodología para la extracción de Ca, Mg y Na

1. Pesar en un tubo de centrifuga 2 gramos de una muestra de suelo
2. Agregar 20 ml de cloruro de potasio 1 N
3. Agitar durante 10 minutos en un agitador horizontal y se centrifugar durante 10 minutos a 25 rpm.
4. Después de centrifugar, filtrar el precipitado con embudos y papel filtro hasta obtener el extracto original de la muestra de suelo
5. Para extraer Ca y Mg pipetear 0.5 ml del extracto y se diluir en un tubo de centrifuga añadiendo 20 ml de Cloruro de Lantano (LaCl_3)
6. Para extraer Na pipetear 0.5 ml del extracto y se diluir en un tubo de centrifuga añadiendo 10 ml de Cloruro de Lantano (LaCl_3)
7. Leer las concentraciones de cada elemento con el equipo de espectrofotometría de absorción atómica

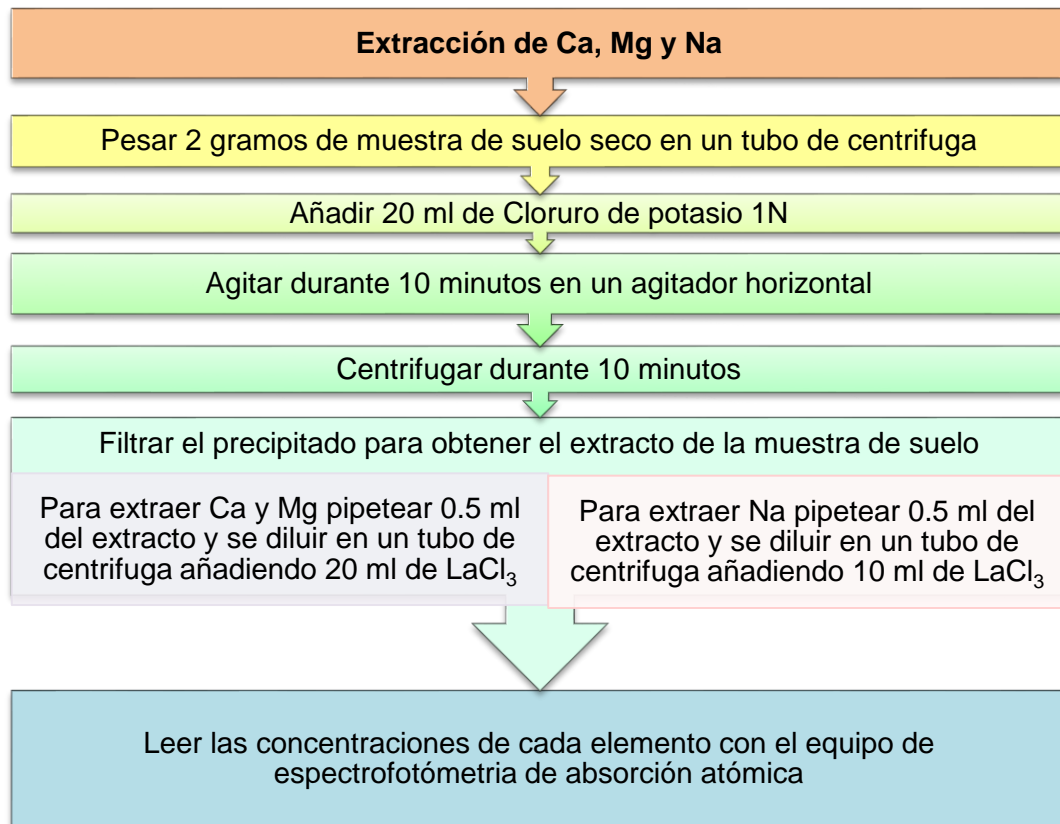


Figura 7. Metodología para la extracción de Ca, Mg y Na

Fuente: Elaboración propia

Metodología para la extracción de elementos menores

1. Pesar en un tubo de centrifuga 5 gramos de muestra de suelo
2. Agregar 25 ml del reactivo Carolina del Norte
3. Agitar durante 10 minutos en un agitador horizontal y centrifugar durante 10 minutos a 25 rpm.
4. Filtrar el precipitado con embudos y papel filtro y se obtener el extracto original de Cu, Fe y Zn de la muestra de suelo
5. Para extraer Mn pipetear 0.5 ml del extracto original y diluir en otro tubo de centrifuga agregando 25 ml del reactivo Carolina de Norte
6. Leer las concentraciones de cada elemento con el equipo de espectrofotometría de absorción atómica

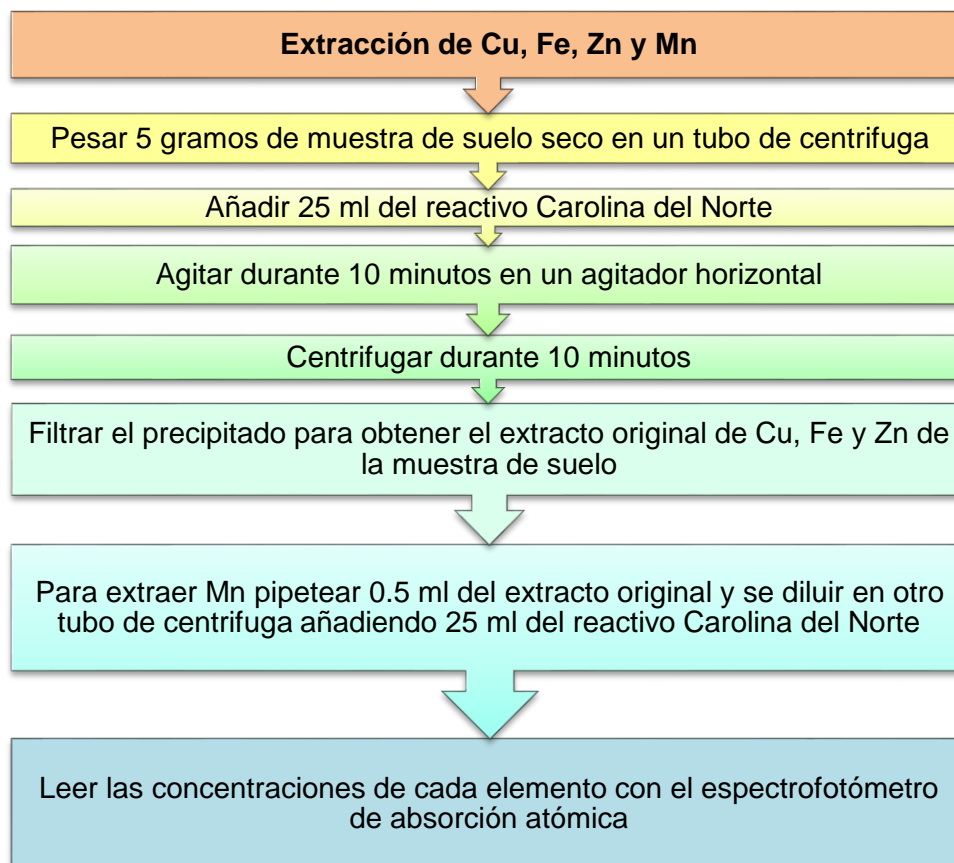


Figura 8. Metodología para la extracción de elemento menores (Cu, Fe, Zn y Mn)

Fuente: Elaboración propia

Metodología para determinar fósforo

1. Pesar 5 gramos de suelo de forma volumétrica
2. Agregar 200 mg de carbón activado
3. Añadir 25 ml del reactivo Carolina del Norte
4. Agitar durante 5 minutos en un agitador de vaivén
5. Filtrar y se obtener el extracto original
6. Pipetear una alícuota de 5 ml y se colocarla en un tubo de ensayo de cuarzo
7. Mezclar 1 ml de vanadato de amonio y 1 ml de molibdato de amonio y se agregar al tubo de ensayo con la alícuota
8. Leer las absorbancias del fósforo en el colorímetro UV Génesis a 420 nm

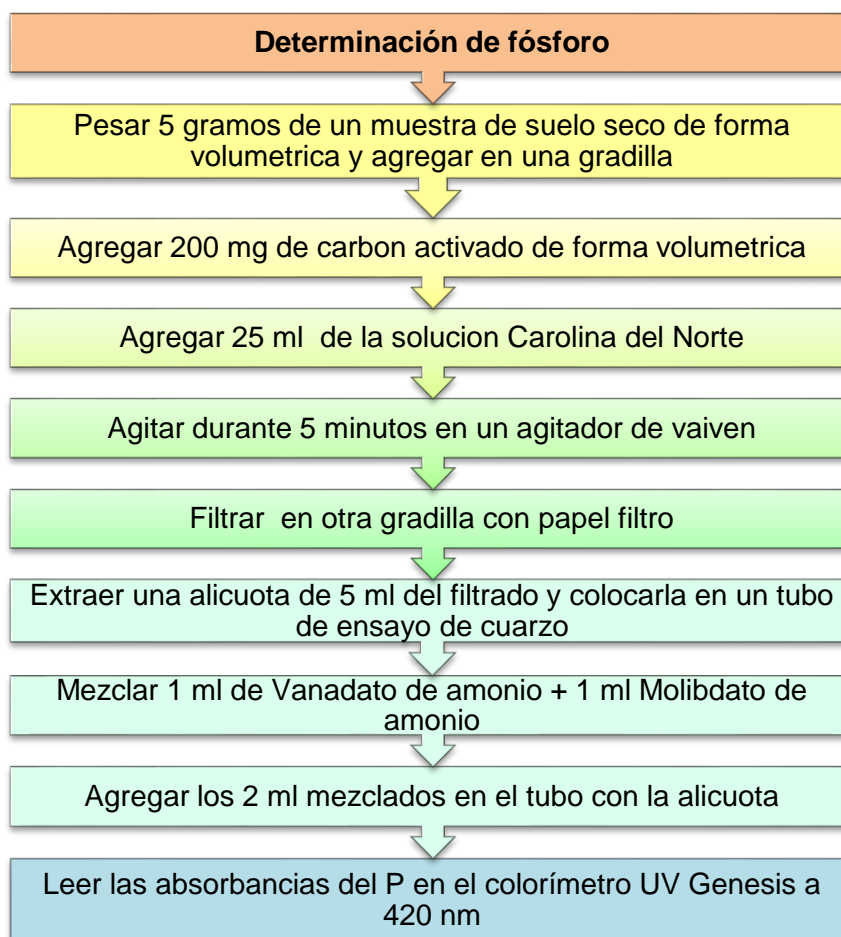


Figura 9. Metodología para la determinación de fósforo

Fuente: Elaboración propia

Metodología para determinar potasio

1. Pesar 5 gramos de suelo de forma volumétrica
2. Agregar 200 mg de carbón activado
3. Añadir 25 ml del reactivo Carolina del Norte
4. Agitar durante 5 minutos en un agitador de vaivén
5. Filtrar y se obtener el extracto original
6. Pipetear una alícuota de 5 ml y se agregar 25 ml del reactivo Carolina del Norte
7. Leer concentraciones de potasio en el equipo de espectrofotometría de absorción atómica

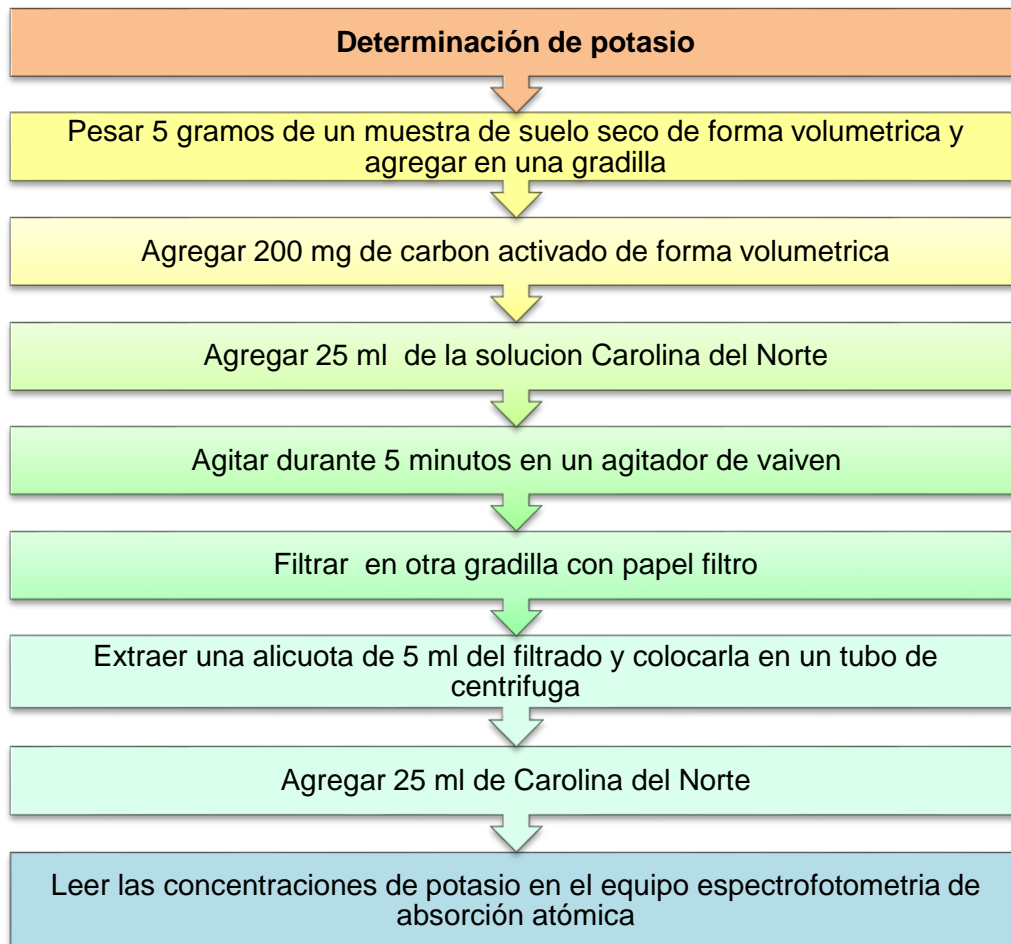


Figura 10. Metodología para la determinación de potasio

Fuente: Elaboración propia

Metodología para determinar análisis granulométrico de suelos

1. Secar la muestra de suelo y luego colocar los tamices verticalmente en el agitador vertical eléctrico en orden ascendente: Tamiz N° 5, Tamiz N° 10, Tamiz N° 18, Tamiz N° 20, Tamiz N° 35, Tamiz N° 60 y Tamiz N° 100 y Tamiz N° 200
2. Agregar la muestra de suelo en el agitador con todos los tamices y agitar durante 5 minutos
3. Pesar la cantidad de suelo que queda en cada uno de los tamices y calcular el porcentaje de granulometría que queda en cada tamiz

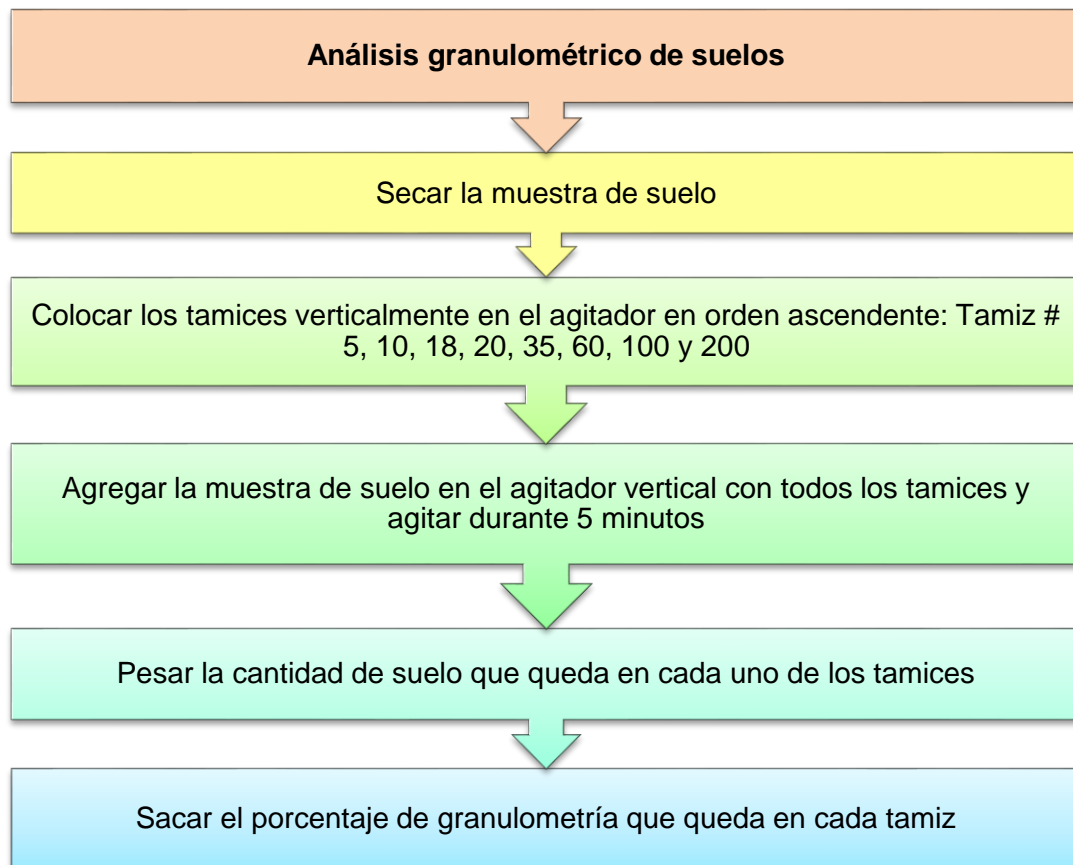


Figura 11. Metodología de análisis granulométrico de suelos

Fuente: Elaboración propia

Metodología para determinar densidad aparente por el método del cilindro

1. Tomar muestra de suelo con un cilindro de 100 centímetros cúbicos
2. Pesar el cilindro sin muestra
3. Enterrar el cilindro metálico en el suelo y se sacarlo sin dañar la muestra obtenida.
4. Pesar el cilindro con la muestra y la humedad del suelo
5. Rotular la muestra y secar durante 24 horas
6. Pesar la muestra seca con el cilindro
7. Desarrollar los cálculos correspondientes para determinar la densidad aparente

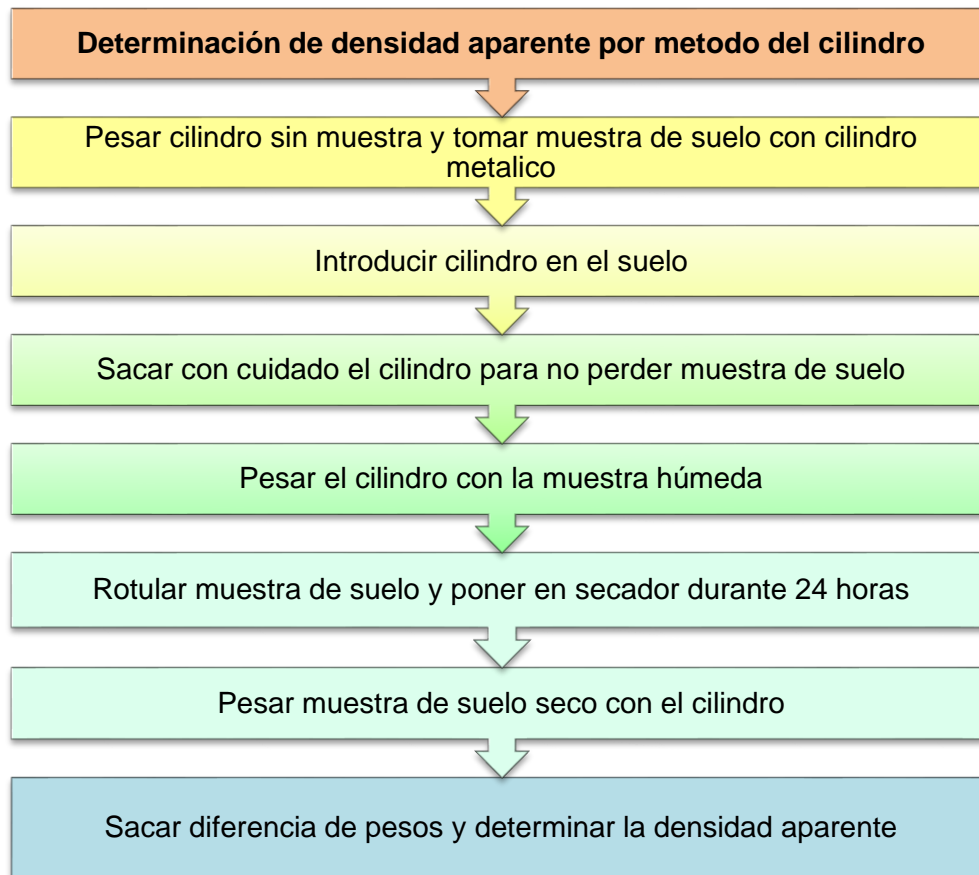


Figura 12. Metodología para la determinación de densidad aparente

Fuente: Elaboración propia

6. Resultados y discusión

En el cuadro 3 se presentan los diferentes paquetes de análisis de suelos que ofrece el laboratorio, los cuales son de mucha importancia conocer para determinar e interpretar la fertilidad de los suelos y así mejorar la producción de los cultivos.

Cuadro 3. Paquetes de análisis de suelo del Laboratorio de suelos del CENTA

Análisis completo de suelos	Textura al tacto, pH en agua, P, K, Ca, Mg, Na, Cu, Fe, Mn, Zn, Acidez intercambiable, % Materia orgánica, CICE, Suma de bases y relaciones entre las bases
Análisis de rutina de café	Textura al tacto, pH en agua, pH en KCl, P, K, Ca, Mg, Zn, Acidez intercambiable, Acidez total, % Materia orgánica, CICE y CICT
Análisis de rutina	Textura al tacto, pH en agua, P y K

Fuente: Elaboración propia

Pasos para obtener una buena recomendación de análisis de suelo

1. Realizar un buen muestreo de suelos
2. Identificar la muestra de suelo
3. Recibir la muestra de suelo
4. Tamizar la muestra
5. Poner a secar la muestra
6. Desarrollar marchas analíticas
7. Procesar los datos de cada marcha analítica
8. Interpretación de análisis de suelo

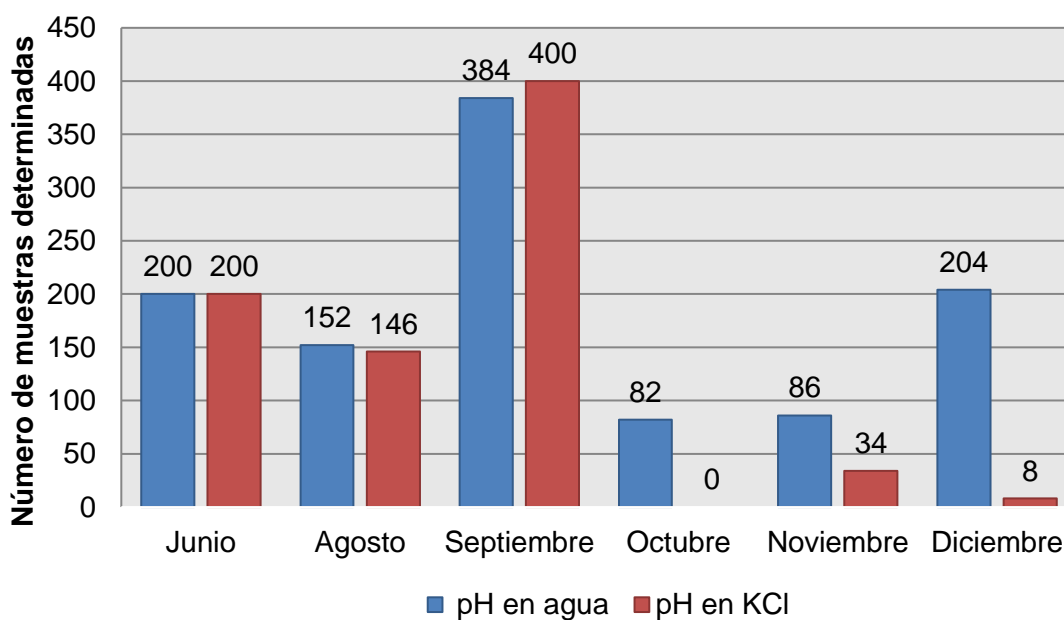
Logro de metas

Durante el desarrollo de la pasantía se planteó aprender a determinar diferentes metodologías de análisis de laboratorio por lo que como auxiliar de laboratorio se determinaron las siguientes actividades:

Cuadro 4. Número de muestras de pH en agua y KCl analizadas

Mes	Número de muestras determinadas para pH en agua	Número de muestras determinadas para pH en KCl
Junio	200	200
Agosto	152	146
Septiembre	384	400
Octubre	82	0
Noviembre	86	34
Diciembre	204	8
Total	1108	788

Gráfica 1. Número de muestras de pH en agua y KCl analizadas

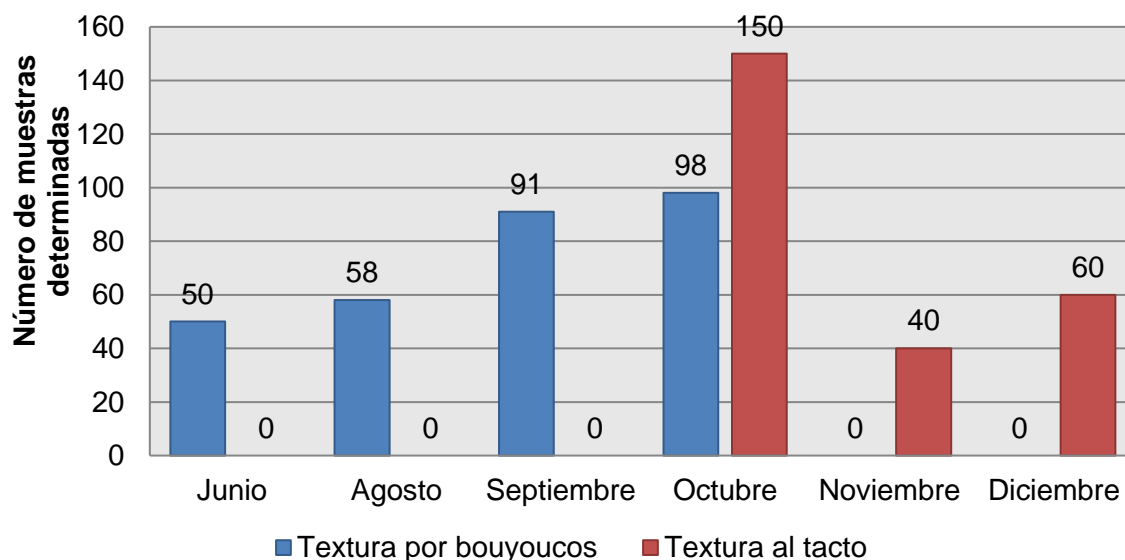


En la gráfica 1 se presenta el número de muestras que fueron analizadas mensualmente como auxiliar de laboratorio para determinar pH en agua y pH en KCl; al finalizar la pasantía se analizaron 1108 muestras de pH en agua y 788 muestras de pH en KCl.

Cuadro 5. Número de muestras analizadas para determinar textura por bouyoucos y textura al tacto

Mes	Número de muestras determinadas para textura por bouyoucos	Número de muestras determinadas para textura al tacto
Junio	50	0
Agosto	58	0
Septiembre	91	0
Octubre	98	150
Noviembre	0	40
Diciembre	0	60
Total	297	250

Gráfica 2. Número de muestras analizadas para determinar textura por bouyoucos y textura al tacto

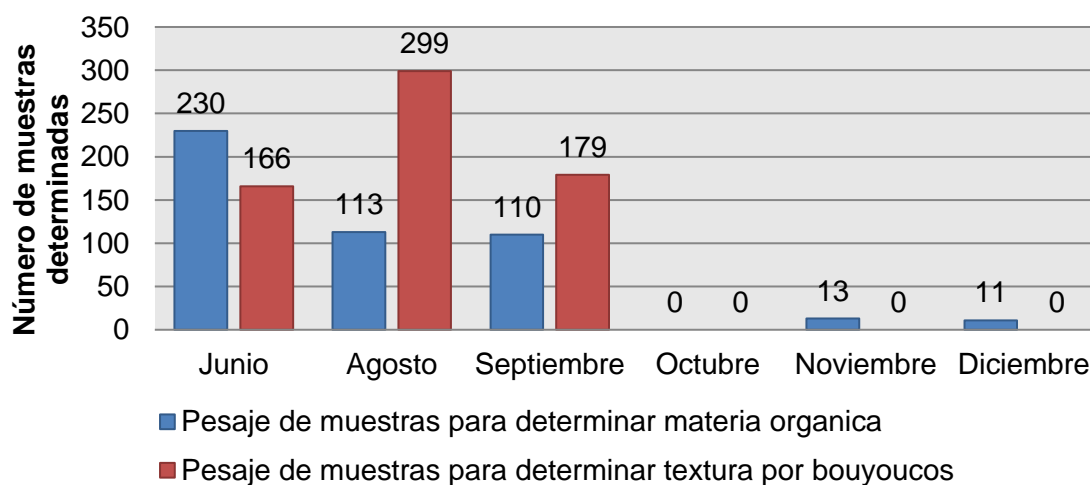


En la gráfica 2 se presentan el número de muestras que fueron analizadas mensualmente como auxiliar de laboratorio para determinar textura por el método del hidrómetro por bouyoucos y textura al tacto; al finalizar la pasantía se analizaron 297 muestras de textura por bouyoucos y 250 muestras de textura al tacto.

Cuadro 6. Número de muestras de suelo pesadas para determinar materia orgánica y textura por bouyoucos

Mes	Pesaje de muestras para determinar textura por bouyoucos	Pesaje de muestras para determinar materia orgánica
Junio	166	230
Agosto	299	113
Septiembre	179	110
Octubre	0	0
Noviembre	0	13
Diciembre	0	11
Total	644	477

Gráfica 3. Número de muestras de suelo pesadas para determinar materia orgánica y textura por bouyoucos

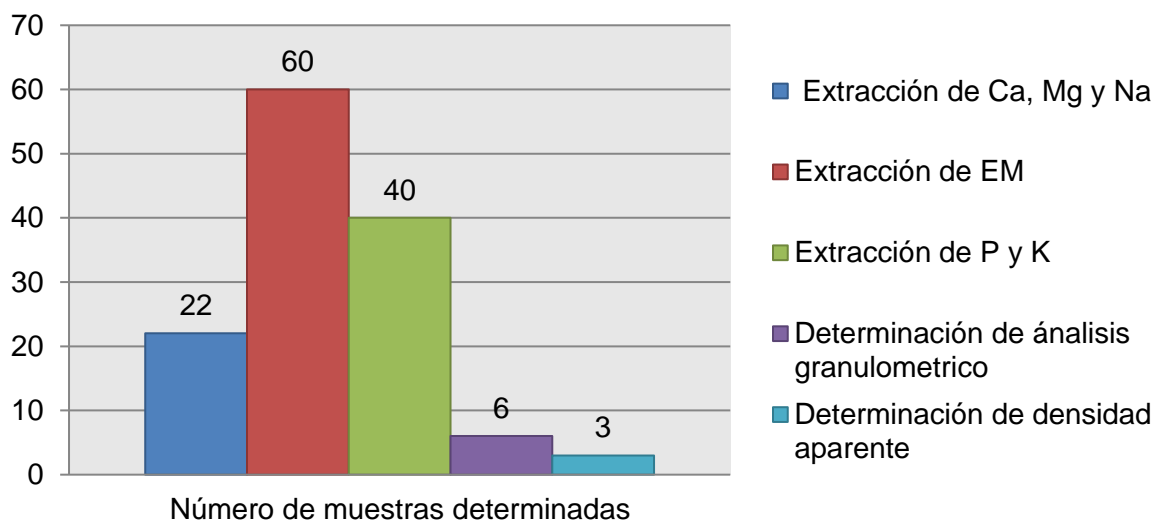


En la gráfica 3 se presentan el número de muestras que fueron pesadas mensualmente como auxiliar de laboratorio para determinar textura por el método del hidrómetro por bouyoucos y porcentaje de materia orgánica; al finalizar la pasantía se pesaron 644 muestras de suelo para determinar textura por bouyoucos y 477 muestras de suelo para determinar porcentaje de materia orgánica.

Cuadro 7. Número de análisis físico-químicos de suelo determinados

Análisis físico-químicos de suelo	Número de muestras determinadas
Extracción de Ca, Mg y Na	22
Extracción de EM	60
Extracción de P y K	40
Determinación de análisis granulométrico	6
Determinación de densidad aparente	3

Gráfica 4. Número de análisis físico-químicos de suelo determinados



En la gráfica 4 se presentan el número de muestras que fueron analizadas como auxiliar de laboratorio para aprender la metodología de cada marcha analítica; al finalizar la pasantía se hizo la extracción de Ca, Mg y Na para 22 muestras de suelo, la extracción de elementos menores para 60 muestras de suelo, la extracción de P y K para 40 muestras de suelo, se determinó la granulometría de 6 muestras de suelo y se determinó densidad aparente para 3 muestras de suelo.

Otra meta que se cumplió dentro de la pasantía profesional en el laboratorio de suelos es el aprendizaje e interpretación de recomendaciones técnicas de fertilidad de suelos

Procedimiento para realizar recomendaciones técnicas de fertilidad de suelos

1. Interpretación de análisis de fertilidad de suelos
2. Identificar los requerimientos nutricionales del cultivo
3. Identificación de los problemas o deficiencias del suelo
4. Llevar el suelo a los niveles críticos
5. Calcular las necesidades de fertilizante
6. Transformar los elementos puros a fuentes comerciales
7. Calcular la dosis de fertilizante comercial a aplicar al cultivo

Técnicas de encalado aprendidas

1. **Curva de encalado:** permite identificar la dosis de $\text{CaMg}(\text{CO}_3)_2$ según acidez del suelo.
2. **Niveles Críticos:** permite calcular la necesidad de enmiendas utilizando los niveles críticos de Ca y Mg.
3. **Porcentaje de Saturación de bases:** permite corregir la acidez del suelo llevándolo al porcentaje ideal de Ca, Mg, K (bases).

Cuadro 8. Recomendaciones técnicas de fertilización que se aprendieron a realizar durante la pasantía de práctica profesional

Granos básicos	Maíz, frijol, sorgo y arroz
Hortalizas	Tomate, chile, pepino, pipián, berenjena, sandia, yuca
Frutales	Mango, aguacate, limón, plátano
Otros cultivos	Pasto de corte y café

Durante la pasantía de práctica profesional se logró la destreza de interpretar y desarrollar recomendaciones técnicas de fertilidad para diversos cultivos como granos básicos, hortalizas, frutales y otros de importancia económica.

7. Conclusiones

- La pasantía profesional en análisis físico-químico de fertilidad de suelos me permitió conocer el estado de fertilidad natural de los suelos, a través del análisis de muestras representativas.
- La pasantía de práctica profesional es de beneficio ya que por medio de esta, se adquieren las competencias necesarias en la determinación de diferentes marchas analíticas por lo que se facilita comprender la química de los suelos y elaborar recomendaciones de fertilizantes y enmiendas en función al estado de fertilidad del suelo.
- Durante la práctica profesional se fortalecieron conocimientos, destrezas y capacidades en el muestreo de suelos, en interpretación de análisis de suelos y en la elaboración de recomendaciones de fertilidad; por lo que estar de auxiliar en diversos análisis físico-químicos me ha hecho comprender cuales son los procesos que conlleva cada muestra de suelo que es analizada dentro del laboratorio.
- Realizar un buen muestreo de suelos garantiza obtener un buen resultado de análisis físico-químico de fertilidad de suelo y una buena recomendación de fertilidad para lograr buenos rendimientos en las producciones de los cultivos haciendo un uso racional de los fertilizantes químicos.

8. Recomendaciones

- Modernizar las instalaciones y equipo Instrumental de laboratorio para obtener una mayor eficiencia en los resultados de análisis físico-químicos de fertilidad de suelos.
- Contratar profesionales para cumplir con la alta demanda de trabajo, ya que el laboratorio de suelos cuenta con poco personal para la realización del análisis de muestras y recomendaciones técnicas de fertilización, debido a que a nivel nacional instituciones privadas, productores y extensionistas solicitan de los servicios.
- Contratar profesionales capacitados para desarrollar trabajo de investigación científica a nivel de campo y validar nuevas metodologías analíticas dentro del laboratorio de suelos, puesto que hay algunos análisis que no se realizan y deberían ser implementados.
- Desarrollar un programa de permanente capacitación para el personal, a fin de estar preparados para el crecimiento productivo y estar actualizados en los cambios en la química de la fertilidad de suelos.

9. Bibliografía

Carrasco, A. 2017. Método de Bouyoucos (en línea). Consultado 05 nov. 2021. Disponible en <https://www.slideshare.net/AntonyCarrasco/metodo-de-bouyoucos>

CENTA (Centro Nacional de Tecnología Agropecuaria y Forestal, El Salvador). 2015. Historia: Evolución histórica y aportes al desarrollo agropecuario (en línea, sitio web). Consultado 28 nov. 2021. Disponible <https://www.centa.gob.sv/2015/historia/>

CENTA (Centro Nacional de Tecnología Agropecuaria y Forestal, El Salvador). 2015. Institución: Estructura organizativa (en línea, sitio web). Consultado 28 nov. 2021. Disponible <https://www.centa.gob.sv/2015/estructura-organizativa/>

CENTA (Centro Nacional de Tecnología Agropecuaria y Forestal, El Salvador). 2015. Suelos: Laboratorio de Suelos (en línea, sitio web). Consultado 03 nov. 2021. Disponible en <http://www.centa.gob.sv/2015/laboratorio-de-suelos/>

CENTA (Centro Nacional de Tecnología Agropecuaria y Forestal, El Salvador). 2018. Guía técnica muestreo y análisis de suelos. San Andrés, La Libertad. El Salvador. 28 p.

FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura). Sf. Textura del suelo (en línea, sitio web). Consultado 04 nov. 2021. Disponible en http://www.fao.org/fishery/docs/CDrom/FAO_Training/FAO_Training/General/x6706s/x6706s06.htm#:~:text=La%20textura%20indica%20el%20contenido,la%20arcilla%20en%20el%20suelo.&text=Para%20conocer%20la%20textura%20de,la%20grava%20y%20las%20piedras.

FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura, Paraguay). 2013. El manejo del suelo en la producción de hortalizas con buenas prácticas agrícolas (en línea). Paraguay. Consultado 01 nov. 2021. Disponible en <http://www.fao.org/3/i3361s/i3361s.pdf>

Google Earth. 2021. Proyecto CENTA (en línea, sitio web). Consultado 30 nov. 2021. Disponible en <https://earth.google.com/web/search/centa>

INACAP (Instituto Profesional Centro de Formación Técnica, Chile). Sf. El Hormigón y sus Materiales Componentes (en línea). Chile. Consultado 04 nov. 2021. Disponible en <http://www.inacap.cl/web/material-apoyo-cedem/alumno/Construccion/G03Granulometria.pdf>

Molina, E. Sf. Análisis de suelos y su interpretación (en línea). San José, Costa Rica. Consultado 01 nov. 2021. Disponible en <http://www.infoagro.go.cr/Inforegiones/RegionCentralOriental/Documents/Suelos/SUELOS-AMINOGROWanalisisinterpretacion.pdf>

10. Anexos



Anexo 1. Muestreo de suelos



Anexo 2. Capacitación de muestreo de suelos a alumnos de la Facultad de Ciencias Naturales y Matemáticas de la Universidad de El Salvador



Anexo 3. Recepción de muestras de suelo



Anexo 4. Preparación de muestras de suelo



Anexo 5. Secadora de suelo



Anexo 6. Secado de las muestras de suelo



Anexo 7. Toma de muestras para la determinación de pH.



Anexo 8. Muestras de suelo para determinar pH



Anexo 9. Toma de lecturas de pH en suelo



Anexo 10. Determinación de textura al tacto



Anexo 11. Determinación de color de suelo



Anexo 12. Batidora para determinar textura por Bouyoucos



Anexo 13. Determinación de textura por Bouyocous



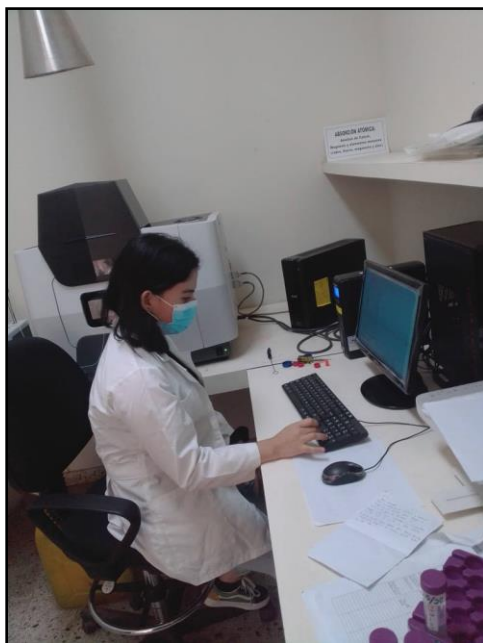
Anexo 14. Pesaje para determinar materia orgánica



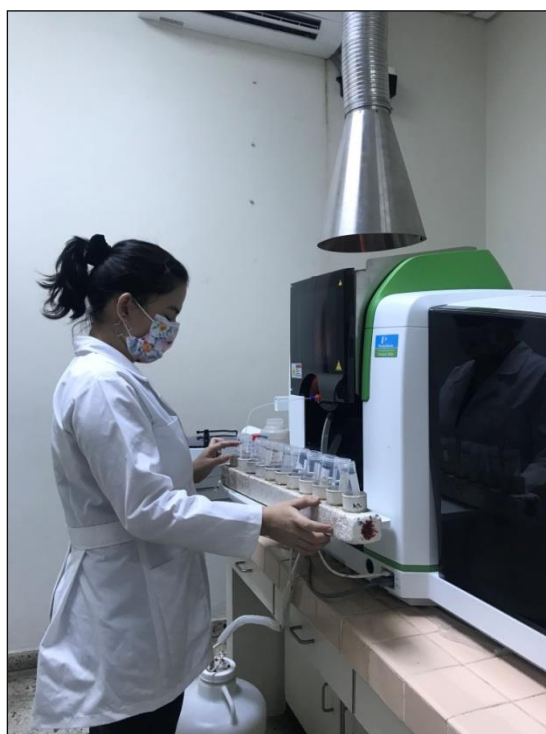
Anexo 15. Titulación con Sulfato ferroso



Anexo 16. Equipo de absorción atómica Shimadzu



Anexo 17. Realización de lecturas de calcio, magnesio y sodio en el equipo absorción atómica



Anexo 18. Realización de lecturas de potasio en el equipo absorción atómica Perkin Elmer



Anexo 19. Equipo colorímetro Genesys



Anexo 20. Realización de lecturas de fosforo en el equipo colorimétrico



Anexo 21. Pesaje del cilindro con la muestra de suelo



Anexo 22. Toma de muestra de suelo con cilindro para determinar densidad aparente



Anexo 23. Kit de análisis de suelos



Anexo 24. Determinación de pH con el kit de análisis de suelos



11. Bitácora de actividades realizadas

PASANTIA PRÁCTICA PROFESIONAL

Fecha	Hora de llegada	Hora de salida	Actividades realizadas	Firma
02-junio-2021	7:30 AM	3:30 PM	1. Auxiliar para realizar análisis granulométrico de 6 muestras de suelo	
03-junio-2021	7:30 AM	3:30 PM	1. Indicaciones para preparar el reactivo KCl 1N 2. Auxiliar para determinar textura de 10 muestras de suelo por el método del hidrómetro por Bouyoucos 3. Auxiliar para determinar pH en agua para 42 muestras de suelo	
04-junio-2021	7:30 AM	3:30 PM	1. Auxiliar para determinar pH en KCl 1N para 42 muestras de suelo 2. Pesaje de 66 muestras de 50 gramos de suelo cada una para determinar textura por el método del hidrómetro por Bouyoucos	
07-junio-2021	-----	-----	Permiso personal	-----

08-junio-2021	7:30 AM	3:30 PM	<p>1. Pesaje de 40 muestras de suelo de 0.25 gramos cada una para determinar materia orgánica</p> <p>2. Pesaje de 33 muestras de 50 gramos de suelo cada una para determinar textura por el método del hidrómetro por Bouyoucos</p>	
09-junio-2021	7:30 AM	3:30 PM	<p>1. Auxiliar para determinar textura de 40 muestras de suelo por el método del hidrómetro por Bouyoucos</p> <p>2. Elaboración de 1 litro de la solución hexametáfosfato de sodio</p>	
10-junio-2021	7:30 AM	3:30 PM	<p>1. Pesaje de 40 muestras de suelo de 0.25 gramos cada una para determinar materia orgánica</p> <p>2. Auxiliar para determinar pH en agua para 31 muestras de suelo</p> <p>3. Pesaje de 10 gramos de suelo de forma volumétrica para determinar pH en KCl 1N en 42 muestras de suelo</p>	

11-junio-2021	7:30 AM	3:30 PM	<ol style="list-style-type: none"> 1. Indicaciones para calibrar potenciómetro Orion STAR A215 2. Auxiliar para determinar pH en KCl 1N para 42 muestras de suelo 3. Pesaje de 67 muestras de 50 gramos de suelo cada una para determinar textura por el método del hidrómetro por Bouyoucos 	
14-junio-2021	7:30 AM	3:30 PM	<ol style="list-style-type: none"> 1. Auxiliar para la extracción de Ca, Mg y Na para 22 muestras de suelo 2. Envío de resultados y recomendaciones de suelo mediante el correo de la institución 	
15-junio-2021	7:30 AM	3:30 PM	<ol style="list-style-type: none"> 1. Entrada de 73 muestras de suelo de Caritas Santa Ana en recepción 2. Envío de resultados y recomendaciones de suelo mediante el correo de la institución 	
16-junio-2021	7:30 AM	3:30 PM	<ol style="list-style-type: none"> 1. Pesaje de 40 muestras de suelo de 0.25 gramos cada una para determinar materia orgánica 2. Doblaje de 250 cajitas de cartón para tamizar muestras 	

23-junio-2021	7:30 AM	3:30 PM	<p>1. Auxiliar para determinar pH en agua para 42 muestras de suelo</p> <p>2. Llenar cuaderno de entrada con la información general de las muestras de suelo</p>	
24-junio-2021	7:30 AM	3:30 PM	<p>1. Pesaje de 40 muestras de suelo de 0.25 gramos cada una para determinar materia orgánica</p> <p>2. Auxiliar para determinar pH en KCl 1N para 42 muestras de suelo</p>	
25-junio-2021	7:30 AM	3:30 PM	<p>1. Auxiliar para determinar pH en agua para 21 muestras de suelo</p> <p>2. Auxiliar para determinar pH en KCl 1N para 42 muestras de suelo</p> <p>3. Pesaje de 7 muestras de suelo de 0.25 gramos cada una para determinar materia orgánica</p>	
28-junio-2021	7:30 AM	3:30 PM	<p>1. Determinación de pH en agua para 11 muestras de suelo</p> <p>1. Determinación de pH en KCl 1N para 53 muestras de suelo</p>	

29-junio-2021	7:30 AM	3:30 PM	<ol style="list-style-type: none"> 1. Pesaje de 21 muestras de suelo de 0.25 gramos cada una para determinar materia orgánica 2. Determinación de pH en agua para 32 muestras de suelo 	
30-junio-2021	7:30 AM	3:30 PM	<ol style="list-style-type: none"> 1. Determinación de pH en agua para 21 muestras de suelo 2. Determinación de pH en KCl 1N para 21 muestras de suelo 3. Arreglo de muestras para tamizar 	
02-julio-2021	7:30 AM	3:30 PM	<ol style="list-style-type: none"> 1. Recepción de muestras de suelo 2. Pesaje de 42 muestras de suelo de 0.25 gramos cada una para determinar materia orgánica 	
05-julio-2021	7:30 AM	3:30 PM	<ol style="list-style-type: none"> 1. Determinación de pH en agua para 75 muestras de suelo 2. Determinación de pH en KCl 1N para 47 muestras de suelo 	

06-julio-2021	7:30 AM	3:30 PM	<p>1. Determinación de pH en agua para 42 muestras de suelo</p> <p>2. Determinación de pH en KCl 1N para 42 muestras de suelo</p> <p>3. Pesaje de 40 muestras de 50 gramos de suelo cada una para determinar textura por el método del hidrómetro por Bouyoucos</p>	
07-julio-2021	7:30 AM	3:30 PM	<p>1. Determinación de pH en agua para 42 muestras de suelo</p> <p>2. Determinación de pH en KCl 1N para 42 muestras de suelo</p>	
08-julio-2021	7:30 AM	3:30 PM	<p>1. Determinación de pH en agua para 42 muestras de suelo</p> <p>2. Determinación de pH en KCl 1N para 11 muestras de suelo</p> <p>3. Pesaje de 80 muestras de 50 gramos de suelo cada una para determinar textura por el método del hidrómetro por Bouyoucos</p>	

09-julio-2021	7:30 AM	3:30 PM	<ol style="list-style-type: none"> 1. Identificación de muestras y procesamiento de datos 2. Envío de resultados a agencia San Martín y Chalatenango 3. Pesaje de 40 muestras de suelo de 0.25 gramos cada una para determinar materia orgánica
12-julio-2021	7:30 AM	3:30 PM	<ol style="list-style-type: none"> 1. Determinación de pH en agua para 32 muestras de suelo 2. Pesaje de 40 muestras de 50 gramos de suelo cada una para determinar textura por el método del hidrómetro por Bouyoucos
13-julio-2021	7:30 AM	3:30 PM	<ol style="list-style-type: none"> 1. Determinación de pH en agua para 21 muestras de suelo 2. Toma de segundas lecturas para 10 muestras de suelo para determinar textura por Bouyoucos 3. Pesaje de 18 muestras de 50 gramos de suelo cada una para determinar textura por el método del hidrómetro por Bouyoucos 4. Indicaciones para imprimir resultados de suelo

			5. Pesaje de 13 muestras de suelo de 0.25 gramos cada una para determinar materia orgánica	
14-julio-2021	7:30 AM	3:30 PM	1. Pesaje de 20 muestras de suelo de 0.25 gramos cada una para determinar materia orgánica 2. Auxiliar para determinar 40 muestras de materia orgánica	
15-julio-2021	7:30 AM	3:30 PM	1. Determinación de pH en agua para 55 muestras de suelo 2. Determinación de pH en KCl 1N para 10 muestras de suelo	
16-julio-2021	7:30 AM	3:30 PM	1. Determinación de pH en agua para 64 muestras de suelo	
19-julio-2021	7:30 AM	3:30 PM	1. Determinación de pH en agua para 74 muestras de suelo	
20-julio -2021	7:30 AM	3:30 PM	1. Determinación de pH en agua para 58 muestras de suelo	
21-julio-2021	7:30 AM	3:30 PM	1. Procesamiento de información a la base de datos 2. Ingresar muestras al cuaderno de registros	

22-julio -2021	7:30 AM	3:30 PM	<p>1. Procesamiento de información a la base de datos</p> <p>2. Ingresar muestras de CRS al cuaderno de registros</p>	
23-julio-2021	7:30 AM	3:30 PM	<p>1. Determinación de textura para 15 muestras de suelo por el método del hidrómetro por Bouyoucos</p> <p>2. Preparación de 1 litro de la solución hexametafosfato de sodio</p>	
26- julio-2021	7:30 AM	3:30 PM	<p>1. Determinación de textura para 24 muestras de suelo por el método del hidrómetro por Bouyoucos</p> <p>2. Determinación de pH en agua para 15 muestras de suelo</p>	
27- julio-2021	7:30 AM	3:30 PM	<p>1. Determinación de textura para 19 muestras de suelo por el método del hidrómetro por Bouyoucos</p> <p>2. Determinación de pH en agua para 42 muestras de suelo</p>	
28- julio-2021	7:30 AM	3:30 PM	<p>1. Determinación de pH en agua para 42 muestras de suelo</p>	

29- julio-2021	7:30 AM	3:30 PM	<ol style="list-style-type: none"> 1. Exposición de pasantía profesional 2. Determinación de pH en KCl 1N para 42 muestras de suelo 3. Pesaje de 37 muestras de 50 gramos de suelo cada una para determinar textura por el método del hidrómetro por Bouyoucos
30-julio-2021	7:30 AM	3:30 PM	<ol style="list-style-type: none"> 1. Determinación de pH en agua para 42 muestras de suelo 2. Determinación de pH en KCl 1N para 42 muestras de suelo 3. Pesaje de 40 muestras de 50 gramos de suelo cada una para determinar textura por el método del hidrómetro por Bouyoucos
09-agosto-2021	7:30 AM	3:30 PM	<ol style="list-style-type: none"> 1. Determinación de pH en agua para 42 muestras de suelo 2. Determinación de pH en KCl 1N para 42 muestras de suelo 3. Pesaje de 37 muestras de 50 gramos de suelo cada una para determinar textura por el método del hidrómetro por

			Bouyoucos	
10-agosto-2021	7:30 AM	3:30 PM	1. Determinación de pH en agua para 42 muestras de suelo 2. Determinación de pH en KCl 1N para 42 muestras de suelo 3. Pesaje de 40 muestras de 50 gramos de suelo cada una para determinar textura por el método del hidrómetro por Bouyoucos	
11-agosto-2021	7:30 AM	3:30 PM	1. Determinación de pH en agua para 64 muestras de suelo 2. Pesaje de 30 muestras de 50 gramos de suelo cada una para determinar textura por el método del hidrómetro por Bouyoucos	
12-agosto-2021	7:30 AM	3:30 PM	1. Determinación de pH en agua para 22 muestras de suelo 2. Determinación de pH en KCl 1N para 48 muestras de suelo	
13-agosto-2021	7:30 AM	3:30 PM	1. Determinación de pH en KCl 1N para 42 muestras de suelo 2. Pesaje de 30 muestras de	

			suelo de 0.25 gramos cada una para determinar materia orgánica	
16-agosto-2021	7:30 AM	3:30 PM	1. Determinación de pH en agua para 32 muestras de suelo 2. Pesaje de 40 muestras de suelo de 0.25 gramos cada una para determinar materia orgánica	
17-agosto-2021	7:30 AM	3:30 PM	1. Determinación de pH en agua para 32 muestras de suelo 2. Pesaje de 40 muestras de suelo de 0.25 gramos cada una para determinar materia orgánica	
18-agosto-2021	7:30 AM	3:30 PM	1. Determinación de pH en agua para 32 muestras de suelo 2. Determinación de pH en KCl 1N para 42 muestras de suelo	
19-agosto-2021	7:30 AM	3:30 PM	1. Determinación de pH en agua para 84 muestras de suelo	
20-agosto-2021	7:30 AM	3:30 PM	1. Determinación de pH en agua para 95 muestras de suelo	

23-agosto-2021	7:30 AM	3:30 PM	<ol style="list-style-type: none"> 1. Determinación de pH en agua para 22 muestras de suelo 2. Determinación de pH en KCl 1N para 8 muestras de suelo 3. Determinación de textura para 40 muestras de suelo por el método del hidrómetro por Bouyoucos 	
24-agosto-2021	7:30 AM	3:30 PM	<ol style="list-style-type: none"> 1. Determinación de pH en agua para 62 muestras de suelo 2. Preparación de 1 litro de la solución hexametáfosfato de sodio 3. Pesaje de 51 muestras de 50 gramos de suelo cada una para determinar textura por el método del hidrómetro por Bouyoucos 	
25-agosto-2021	7:30 AM	3:30 PM	<ol style="list-style-type: none"> 1. Determinación de pH en KCl 1N para 74 muestras de suelo 	
26-agosto-2021	7:30 AM	3:30 PM	<ol style="list-style-type: none"> 1. Determinación de pH en agua para 64 muestras de suelo 2. Determinación de pH en KCl 1N para 11 muestras de suelo 	

27-agosto-2021	7:30 AM	3:30 PM	1. Determinación de pH en agua para 42 muestras de suelo	
30-agosto-2021	7:30 AM	3:30 PM	2. Determinación de pH en KCl 1N para 75 muestras de suelo 2. Preparación de 1 litro de la solución hexametáfosfato de sodio 3. Pesaje de 21 muestras de 50 gramos de suelo cada una para determinar textura por el método del hidrómetro por Bouyoucos	
31-agosto-2021	7:30 AM	3:30 PM	1. Determinación de textura para 30 muestras de suelo por el método del hidrómetro por Bouyoucos	
01-septiembre-2021	7:30 AM	3:30 PM	1. Determinación de textura para 21 muestras de suelo por el método del hidrómetro por Bouyoucos	
02-septiembre-2021	7:30 AM	3:30 PM	1. Ordenar resultados de extensión 2. Revisar coordenadas geográficas de los resultados de extensión	
03-septiembre-2021	7:30 AM	3:30 PM	1. Determinación de pH en agua para 18 muestras de suelo 2. Determinación de textura	

			para 30 muestras de suelo por el método del hidrómetro por Bouyoucos	
06-septiembre-2021	7:30 AM	3:30 PM	1. Determinación de textura para 32 muestras de suelo por el método del hidrómetro por Bouyoucos	
07-septiembre-2021	7:30 AM	3:30 PM	1. Determinación de textura al tacto para 90 muestras de suelo	
08-septiembre-2021	7:30 AM	3:30 PM	1. Aprendizaje del procedimiento para realizar recomendaciones técnicas de fertilidad de suelos	
09-septiembre-2021	7:30 AM	3:30 PM	1. Elaboración recomendaciones de fertilización para los cultivos de arroz, maíz y frijol	
10-septiembre-2021	7:30 AM	3:30 PM	1. Determinación de pH en agua para 54 muestras de suelo 2. Determinación de pH en KCl 1N para 34 muestras de suelo	
13-septiembre-2021	7:30 AM	3:30 PM	1. Determinación de textura para 36 muestras de suelo por el método del hidrómetro por Bouyoucos	

14-septiembre-2021	7:30 AM	3:30 PM	1. Determinación de pH en agua para 10 muestras de suelo 2. Determinación de textura al tacto para 30 muestras de suelo 3. Envío de resultados de análisis de suelo por correo	
15-septiembre-2021	----	-----	Asueto (Día de la independencia)	----
16-septiembre-2021	7:30 AM	3:30 PM	1. Elaboración recomendaciones de fertilización para los cultivos de tomate, chile y pepino	
17-septiembre-2021	7:30 AM	3:30 PM	1. Preparacion de materiales para video de mapeo digital de suelos	
20-septiembre-2021	7:30 AM	3:30 PM	1. Pasar información a la base de datos	
21-septiembre-2021	7:30 AM	3:30 PM	1. Extracción de 25 muestras de suelo para elementos menores 2. Practica para pipetear con agua destilada	
22-septiembre-2021	7:30 AM	3:30 PM	1. Determinación acidez intercambiable para 5 muestras de suelo	
23-septiembre-2021	7:30 AM	3:30 PM	1. Aprendizaje del procedimiento para determinar 25 lecturas de Ca, Mg y Na en el equipo de	

			absorción atómica	
24-septiembre-2021	7:30 AM	3:30 PM	1. Aprendizaje del procedimiento para determinar 25 lecturas de Ca, Mg, Na y Mn en el equipo de absorción atómica	
27-septiembre-2021	7:30 AM	3:30 PM	1. Aprendizaje del procedimiento para determinar Rutina de 40 muestras de suelo	
28-septiembre-2021	7:30 AM	3:30 PM	1. Aprendizaje del procedimiento para impresión de resultados de fertilidad de suelos	
29-septiembre-2021	7:30 AM	3:30 PM	1. Extracción de 15 muestras de suelo para elementos menores	
30-septiembre-2021	7:30 AM	3:30 PM	1. Aprendizaje de metodología para determinar azufre en 2 muestras de suelo 2. Determinación de textura al tacto para 30 muestras de suelo 3. Pasar información a la base de datos	
01-octubre-2021	7:30 AM	3:30 PM	1. Pasar identificaciones a la base de datos 2. Elaboración de recomendaciones de fertilidad	

			para el cultivo de mango	
04-octubre-2021	7:30 AM	3:30 PM	1. Elaboración recomendaciones de fertilización para los cultivos de café, limón y aguacate	
05-octubre-2021	7:30 AM	3:30 PM	1. Elaboración recomendaciones de fertilización de las agencias de extensión para los cultivos de maíz, jocote sandia, café, pipián, pasto de corte y aguacate	
06-octubre-2021	7:30 AM	3:30 PM	1. Pasar información a la base de datos 2. Impresión de resultados de análisis de suelo	
07-octubre-2021	7:30 AM	3:30 PM	1. Elaboración recomendaciones de fertilización de las agencias de extensión para los cultivos de maíz y frijol	
08-octubre-2021	7:30 AM	3:30 PM	1. Elaboración recomendaciones de fertilización para los cultivos de mango, plátano y aguacate	
11-octubre-2021	7:30 AM	3:30 PM	1. Aprendizaje de las metodologías para realizar recomendaciones de	

			encalado en café	
12-octubre-2021	7:30 AM	3:30 PM	1. Determinación de pH en agua para 20 muestras de suelo 2. Aprendizaje para la determinación de conductividad eléctrica para 7 muestras de suelo	
13-octubre-2021	7:30 AM	3:30 PM	1. Colaboración en la limpieza del laboratorio 2. Rotulación de materiales y cristalería	
14-octubre-2021	7:30 AM	3:30 PM	1. Aprendizaje para la determinación de conductividad eléctrica para 7 muestras de suelo 2. Rotulación de materiales y cristalería	
15-octubre-2021	7:30 AM	3:30 PM	1. Pasar información a la base de datos 2. Rotulación de materiales y cristalería	
18-octubre-2021	7:30 AM	3:30 PM	1. Colaboración en la limpieza del laboratorio 2. Rotulación de materiales y cristalería	
19-octubre-2021	7:30 AM	3:30 PM	1. Pasar información a la base de datos	

20-octubre-2021	7:30 AM	3:30 PM	<ol style="list-style-type: none"> 1. Rotulación de materiales y cristalería 2. Determinación de textura al tacto para 20 muestras de suelo 	
21-octubre-2021	7:30 AM	3:30 PM	<ol style="list-style-type: none"> 1. Determinación de pH en agua para 5 muestras de suelo 2. Pesaje de 0.25 gr de suelo para determinar materia orgánica a 5 muestras de suelo 3. Aprendizaje para realizar recomendación de rutina de café 	
22-octubre-2021	7:30 AM	3:30 PM	<ol style="list-style-type: none"> 1. Elaboración recomendaciones de fertilización para los cultivos de maíz, sorgo, frijol, berenjena y café 2. Determinación de textura al tacto para 20 muestras de suelo 3. Dar ingreso a muestras de suelo en recepción 	
25-octubre-2021	7:30 AM	3:30 PM	<ol style="list-style-type: none"> 1. Elaboración recomendaciones de fertilización para los cultivos de maíz, sorgo y frijol . 2. Pasar información de recomendaciones a la base 	

			de datos 3. Envío de resultados por correo institucional	
26-octubre-2021	7:30 AM	3:30 PM	1. Determinación de pH en agua para 52 muestras de suelo	
27-octubre-2021	7:30 AM	3:30 PM	1. Se hicieron 10 titulaciones con sulfato ferroso para determinar materia orgánica	
28-octubre-2021	7:30 AM	3:30 PM	1. Colaboración en la limpieza del laboratorio 2. Pesaje de 0.25 gr de suelo para determinar materia orgánica a 8 muestras de suelo	
29-octubre-2021	7:30 AM	3:30 PM	1. Determinación de pH en agua para 9 muestras de suelo	
01-noviembre-2021	7:30 AM	3:30 PM	1. Impresión de resultados 2. Ordenar resultados impresos en sus folders correspondientes	
03-noviembre-2021	7:30 AM	3:30 PM	1. Determinación de textura al tacto para 40 muestras de suelo 2. Pasar información a la base de datos	
04-noviembre-2021	7:30 AM	3:30 PM	1. Elaboración recomendaciones de fertilización de las agencias de extensión para los cultivos	

			de chile, tomate y pepino	
05-noviembre-2021	7:30 AM	3:30 PM	1. Pasar información a la base de datos de extensión 2. Impresión de resultados de análisis de suelo	
08-noviembre-2021	7:30 AM	3:30 PM	1. Elaboración recomendaciones de fertilización para los cultivos de chile, tomate, maíz y limón p ^é sico 2. Atención de llamadas telefónicas	
09-noviembre-2021	7:30 AM	3:30 PM	1. Determinación de pH en agua para 20 muestras de suelo 2. Determinación de pH en KCl para 6 muestras de suelo	
10-noviembre-2021	7:30 AM	3:30 PM	1. Elaboración recomendaciones de fertilización para los cultivos de maíz y frijol	
11-noviembre-2021	7:30 AM	3:30 PM	1. Elaboración recomendaciones de fertilización para el cultivo de café	
12-noviembre-2021	7:30 AM	3:30 PM	1. Elaboración recomendaciones de fertilización para los cultivos de maíz, sorgo, chile y tomate	

15-noviembre-2021	7:30 AM	3:30 PM	<ol style="list-style-type: none"> 1. Ordenamiento de portafolio para elaborar recomendaciones técnicas de fertilización de suelo 2. Determinación de pH en agua para 40 muestras de suelo 	
16-noviembre-2021	7:30 AM	3:30 PM	<ol style="list-style-type: none"> 1. Determinación de pH en agua para 52 muestras de suelo 2. Pasar datos de muestras de extensión 	
17-noviembre-2021	7:30 AM	3:30 PM	<ol style="list-style-type: none"> 1. Elaboración recomendaciones de fertilización para los cultivos de tomate, yuca, pipián, sandía 2. Elaboración de recomendaciones para rutina de café 2. Pasar información a la base de datos 	
18-noviembre-2021	7:30 AM	3:30 PM	<ol style="list-style-type: none"> 1. Elaboración recomendaciones de fertilización para los cultivos de mango, limón y plátano 2. Pasar información a la base de datos 	

19-noviembre-2021	7:30 AM	3:30 PM	<ol style="list-style-type: none"> 1. Elaboración recomendaciones de fertilización para los cultivos de mango, limón y plátano 2. Determinación de textura al tacto para 20 muestras de suelo 	
22-noviembre-2021	7:30 AM	3:30 PM	<ol style="list-style-type: none"> 1. Elaboración recomendaciones de fertilización para los cultivos de mango, limón y plátano 2. Pasar lecturas de los suelos control a las bitácoras 3. Aprendizaje de la metodología para la determinación de densidad aparente por el método del cilindro 	
23-noviembre-2021	7:30 AM	3:30 PM	<ol style="list-style-type: none"> 1. Determinación de pH en agua para 12 muestras de suelo 2. Determinación de pH en KCl para 2 muestras de suelo 3. Pasar lecturas de los suelos control a las bitácoras 	
24-noviembre-2021	7:30 AM	3:30 PM	<ol style="list-style-type: none"> 1. Pasar lecturas de los suelos control a las bitácoras 2. Dar ingreso a muestras de suelo 	

25-noviembre-2021	7:30 AM	3:30 PM	1. Pesaje de 0.25 gr de suelo para determinar materia orgánica a 11 muestras de suelo	
26-noviembre-2021	7:30 AM	3:30 PM	1. Pruebas para utilizar el kit de análisis de suelos (pH y P)	
29-noviembre-2021	7:30 AM	3:30 PM	1. Pruebas con el kit de análisis de suelos (pH, Extracción de Ca, Mg, P, K y Fe)	
30-noviembre-2021	7:30 AM	3:30 PM	1. Determinación de pH en agua para 30 muestras de suelo 2. Pasar información a la base de datos	
01-diciembre-2021	7:30 AM	3:30 PM	1. Participación en la capacitación sobre muestreo de suelos con alumnos de la Facultad de Ciencias Naturales y Matemáticas	
02-diciembre-2021	7:30 AM	3:30 PM	1. Determinación de pH en agua para 50 muestras de suelo	

Nombre y Firma Aval _____ **Sello Tutor**

Empresa.

Inga. Agr. Claudia María Lino Rodríguez

Nombre y Firma Aval _____ **Sello Docente**

Director

Inga. Agr. Ángela Pabón Flores de Lara