



UES

Universidad Estatal de Sonora
La Fuerza del Saber Estimulará mi Espíritu

MANUAL DE PRÁCTICAS DE LABORATORIO

Edafología Laboratorio

Programa Académico
Plan de Estudios
Fecha de elaboración
Versión del Documento

Ing. en Horticultura
2021
03/07/2025
1ra



Dra. Martha Patricia Patiño Fierro
Rectora

Mtra. Ana Lisette Valenzuela Molina
**Encargada del Despacho de la Secretaría
General Académica**

Mtro. José Antonio Romero Montaña
Secretario General Administrativo

Lic. Jorge Omar Herrera Gutiérrez
**Encargado de Despacho de Secretario
General de Planeación**

Tabla de contenido

INTRODUCCIÓN.....	4
IDENTIFICACIÓN	5
<i>Carga Horaria del alumno</i>	<i>5</i>
<i>Consignación del Documento</i>	<i>5</i>
MATRIZ DE CORRESPONDENCIA	6
NORMAS DE SEGURIDAD Y BUENAS PRÁCTICAS	8
<i>Reglamento general del laboratorio</i>	<i>8</i>
<i>Reglamento de uniforme.....</i>	<i>8</i>
<i>Uso adecuado del equipo y materiales.....</i>	<i>8</i>
<i>Manejo y disposición de residuos peligrosos.....</i>	<i>9</i>
<i>Procedimientos en caso de emergencia</i>	<i>10</i>
RELACIÓN DE PRÁCTICAS DE LABORATORIO POR ELEMENTO DE COMPETENCIA..	12
PRÁCTICAS.....	3
FUENTES DE INFORMACIÓN	30
NORMAS TÉCNICAS APLICABLES.....	52
ANEXOS	3

INTRODUCCIÓN

Como parte de las herramientas esenciales para la formación académica de los estudiantes de la Universidad Estatal de Sonora, se definen manuales de práctica de laboratorio como elemento en el cual se define la estructura normativa de cada práctica y/o laboratorio, además de representar una guía para la aplicación práctica del conocimiento y el desarrollo de las competencias clave en su área de estudio. Su diseño se encuentra alineado con el modelo educativo institucional, el cual privilegia el aprendizaje basado en competencias, el aprendizaje activo y la conexión con escenarios reales.

Con el propósito de fortalecer la autonomía de los estudiantes, su pensamiento crítico y sus habilidades para la resolución de problemas, las prácticas de laboratorio integran estrategias didácticas como el aprendizaje basado en proyectos, el trabajo colaborativo, la experimentación guiada y el uso de tecnologías educativas. De esta manera, se promueve un proceso de enseñanza-aprendizaje dinámico, en el que los estudiantes no solo adquieren conocimientos teóricos, sino que también desarrollan habilidades prácticas y reflexivas para su desempeño profesional.

El manual tiene como propósito servir de guía para las prácticas de la asignatura de Edafología, específicamente describe los procedimientos, metodologías, materiales y equipo requeridos para realizar los análisis y estudios de suelos que permitan conocer las propiedades físicas, químicas y biológicas del suelo.

La carrera de Ingeniería en Horticultura requiere contar con este manual, dado que la gran mayoría de cultivos de hortalizas, frutales, cereales básicos, leguminosas y oleaginosas, utilizan el suelo para su desarrollo y producción, por lo que es de suma importancia que los estudiantes cuenten con una herramienta que les apoye para conocer y entender los componentes del suelo, los horizontes, el perfil del suelo, las propiedades físicas como la textura, estructura, densidad aparente, densidad real, espacio poroso, consistencia, color; o las propiedades químicas estrechamente relacionadas con la disponibilidad de nutrientes en el suelo, como el pH, Capacidad de Intercambio Catiónico, la conductividad eléctrica, salinidad o sodicidad y las prácticas requeridas para la conservación, manejo y recuperación de los suelos.

Con el trabajo a realizar a lo largo del semestre, se busca propiciar que el alumno adquiera conocimientos básicos para su formación profesional futura, dado que la actividad agrícola se realiza sobre el suelo y es necesario que los alumnos se apropien de información que será relevante para el resto de las materias de la carrera. Se trata de que sumen fundamentos teóricos y habilidades técnicas para el manejo de los suelos y para la toma de decisiones en las prácticas en el campo. Que sean capaces de aplicar los conocimientos adquiridos en escenarios reales directamente con los cultivos y de incidir, de forma muy directa, en el desarrollo de habilidades blandas como responsabilidad, capacidad de desarrollo de relaciones interpersonales sanas y eficaces a través del trabajo en equipo y que mejoren su capacidad de análisis de problemas para aplicarlo en sus actividades futuras.

IDENTIFICACIÓN

Nombre de la Asignatura		Edafología	
Clave	081CP034	Créditos	5
Asignaturas Antecedentes		Plan de Estudios	2021

Área de Competencia	Competencia del curso
Implementar sistemas de producción hortícola sustentable de acuerdo con estándares y normas de calidad establecidas y esquemas de producción extensiva e intensiva, para el manejo óptimo de los cultivos hortícolas destinados a mercados nacionales e internacionales, mediante el análisis de problemas, innovación y organización.	Analizar las características físico-químicas de los suelos, el manejo de cartas edafológicas y los resultados de análisis de laboratorio, bajo las NOM-021-SEMARNAT-2000 y actualizaciones, para conocer la vocación de los diferentes tipos de suelo que permita el entendimiento del comportamiento de los cultivos y los problemas inherentes al suelo, así como su uso, manejo y conservación en la producción hortofrutícola, mediante el análisis de problemas y la toma de decisiones.

Carga Horaria de la asignatura

Horas Supervisadas			Horas Independientes	Total de Horas
Aula	Laboratorio	Plataforma		
2	2	1	1	6

Consignación del Documento

Unidad Académica	Unidad Académica Hermosillo
Fecha de elaboración	27/06/2025
Responsables del diseño	Rogelio Méndez Ibarra
Validación	
Recepción	Coordinación de Procesos Educativos

MATRIZ DE CORRESPONDENCIA

Señalar la relación de cada práctica con las competencias del perfil de egreso

Práctica de Edafología	C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7	C8	C9	C10
Observación de componentes del suelo y preparación de muestra	X					X		X		
Determinación del esqueleto mineral, pedregosidad, prueba HCl	X					X		X		
Pozo agrológico (perfil del suelo)	X		X			X		X		
Interpretación de cartas edafológicas (INEGI)					X	X		X		
Recolección de muestras representativas	X	X	X							
Estimación de textura (método UEK)	X		X			X				
Determinación de textura (Bouyoucos)	X		X			X				
Determinación de estructura del suelo	X		X			X				
Densidad aparente (método probeta)	X		X			X				
Densidad real (picnómetro)	X					X				
Densidad aparente (método del pozo)	X					X				
Determinación del color del suelo	X		X							
Determinación del pH del suelo	X	X				X		X		
Porcentaje de materia orgánica (incineración)	X		X			X				
Capacidad de Intercambio Catiónico (CIC)	X					X		X		
Conductividad eléctrica del suelo	X	X				X		X		

Legenda:

- C1 a C10: Corresponden a las competencias del perfil de egreso (ver lista abajo).

Una "X" indica correspondencia directa entre la práctica y la competencia

Competencias de egreso

1. Implementar sistemas de producción sustentable, de cultivos hortícolas, tradicionales y alternativos, para obtener productos con alta calidad de acuerdo con estándares y normas establecidas, en campo abierto y bajo ambiente semi-controlado y controlado con organización y liderazgo.
2. Obtener productos hortícolas inocuos de acuerdo a los requerimientos de los organismos certificadores, cumpliendo con responsabilidad las normas establecidas y aplicando los principios de ética y seguridad agroalimentaria.
3. Mantener los cultivos en condiciones óptimas de desarrollo, innovando los paquetes tecnológicos establecidos para cada cultivo, dentro de los umbrales de infestación permitidos aplicando los principios de fitosanidad mediante el análisis de problemas.
4. Desarrollar proyectos hortícolas con capacidad de liderazgo, para proporcionar valor agregado a los productos hortícolas, basados en los requerimientos de los mercados nacionales e internacionales, los cuales sean financierables y factibles de formar empleabilidad en las cadenas alimenticias
5. Formular proyectos productivos mediante la planeación e innovación que permitan elevar la rentabilidad de empresas agrícolas autofinanciados o con apoyo de los programas gubernamentales y de organizaciones nacionales e internacionales.

6. Generar productos de calidad, acordes a estándares y normas establecidas para producción en campo abierto, en ambientes semi-controlados y controlados aplicando técnicas innovadoras de producción agrícola en las áreas de Biotecnología, Agricultura Orgánica y Bioprotección.
7. Diseñar espacios verdes sustentables en entornos urbanos, como jardines y huertos familiares, mediante la planeación y organización de programas para su mantenimiento y conservación.
8. Adaptar las tecnologías actuales y futuras a través de ideas innovadoras para la solución de problemas, con el fin de aumentar la calidad y rendimiento de los productos hortícolas, de acuerdo con los principios éticos, disposiciones ambientales, de responsabilidad social y de salud, desde nivel local hasta el internacional.
9. Dirigir equipos de trabajo eficientemente, ejerciendo liderazgo y profesionalismo para mejorar la productividad, fomentando las correctas relaciones interpersonales y el trabajo en equipos multidisciplinarios.
10. Desarrollar habilidades de empatía, asertividad, liderazgo y organización, en el área laboral, permitiendo el manejo exitoso de personal, favoreciendo así un ambiente laboral óptimo.

NORMAS DE SEGURIDAD Y BUENAS PRÁCTICAS

Reglamento general del laboratorio

- 1.- Uso de la bata obligatoria en todo momento.
- 2.- Por seguridad y orden:
 - No correr, fumar, vapear, ingerir bebidas ni alimentos
 - Está prohibido el ingreso de personas ajenas a la institución
 - Está prohibido presentarse en estado inconveniente
- 3.- Uso de vestimenta adecuada:
 - Pantalón de algodón o mezclilla
 - Zapato cerrado
 - Uso de uniforme de acuerdo con el PE
 - No traer el cabello largo y suelto ni accesorios.
- 4.- Es obligación de los usuarios limpiar su mesa de trabajo antes y después de la práctica.
- 5.- No dejar en los botes de basura ni en las tarjas de lavado los desechos al finalizar la experimentación.
- 6.- Los objetos punzo cortantes deberán ser desechados en el contenedor correspondiente.
- 7.- Se deberá cumplir y respetar la calendarización de prácticas fijada.
- 8.- Los útiles escolares y pertenencias personales deberán ser colocadas en los estantes para mochilas.
- 9.- El docente deberá asegurarse que los estudiantes utilicen adecuadamente el equipo de protección personal durante el desarrollo de la práctica.
- 10.- En ausencia del docente, la práctica no podrá ser realizada.
- 11.- En caso de requerirse sesión extraordinaria, el docente solicitará al encargado del laboratorio el permiso de acuerdo con la disponibilidad en las instalaciones.
- 12.- El estudiante deberá resarcir los daños que, por negligencia o intencionalmente, ocasione a los bienes de la Universidad.
- 13.- Al término de la práctica, el docente deberá cerciorarse que las llaves de gas y agua están debidamente cerradas.
- 14.- El docente deberá disponer correctamente los residuos peligrosos generados.
- 15.- Los estudiantes harán la solicitud de materiales y equipos mediante la Libreta, dentro de los primeros 20 minutos de iniciar la práctica.
- 16.- Los usuarios deberán registrarse en las bitácoras correspondientes.

Reglamento de uniforme

1. Portar bata blanca en todo momento al interior del laboratorio. Esta debe ser de manga larga, sin llegar a cubrir el puño, larga hasta aproximadamente la rodilla, de botones o velcro y de algodón. La bata debe usarse cerrada y estar limpia.
2. El usuario debe de utilizar zapato cerrado y pantalón de algodón o mezclilla. No usar accesorios.
3. El uso de un uniforme propio del Programa Educativo no exime el uso de la bata.

Uso adecuado del equipo y materiales

1. Todos los materiales, reactivos, equipos e insumos suministrados por el almacén, pertenecen a la Universidad Estadal de Sonora, salvo que se indique lo contrario.

2. Ningún material, equipo, reactivo o insumo deberá ser sustraído del laboratorio o de su almacén sin previo consentimiento del auxiliar de laboratorio o encargado del mismo.
3. Los materiales, equipos, reactivos e insumos deberán ser solicitados por el docente con el formato correspondiente al auxiliar de laboratorio con al menos tres días hábiles de anticipación de la práctica (Anexo 1).
4. El estudiante deberá solicitar el material dentro de los primeros veinte minutos de empezar la práctica.
5. Los docentes deberán instruir a los alumnos sobre el uso correcto de los materiales, equipos y reactivos que manejarán durante la práctica, así como de los posibles riesgos por su uso.
6. Por su naturaleza, todas las sustancias químicas deben ser tratadas como peligrosas y, por lo tanto, deben ser manipuladas con estrictas medidas de seguridad y bajo la supervisión del docente, auxiliar de laboratorio o encargado del mismo.
7. Durante las prácticas, los docentes son los responsables de las sustancias químicas y velar por su correcto uso.
8. Los materiales y equipos pueden ser prestados a los estudiantes durante sus prácticas de laboratorio, bajo el entendido de que, en caso de dañarlos, deben de reponerlos.
9. Cualquier daño, incidente o accidente sobre los materiales y equipos del laboratorio, deberá ser reportado inmediatamente al docente, auxiliar de laboratorio o encargado del mismo.
10. Los usuarios son responsables de regresar los materiales y equipos de laboratorio utilizados limpios y secos.

Manejo y disposición de residuos peligrosos

1. Desde la planeación de la práctica, el docente deberá tener en cuenta la generación de residuos peligrosos, colocando en el Formato de "Solicitud de materiales, equipos y reactivos" (Anexo 1) la cantidad de residuos que se esperan generar.
2. El docente explicará a los estudiantes el manejo correcto de los residuos peligrosos generados, así como de su correcta disposición en el contenedor correspondiente.
3. Los desechos punzocortantes deberán depositarse en el contenedor rojo debidamente identificado. Solo debe depositarse el extremo cortante, no las piezas plásticas, tapones o empaques.
4. Una vez finalizada la práctica, el docente deberá entregar los recipientes con residuos peligrosos debidamente etiquetados al encargado o auxiliar de laboratorio.
5. El encargado o auxiliar de laboratorio deberá anotar en la bitácora correspondiente a residuos peligrosos y llevarlos al Almacén temporal de la Universidad Estadal de Sonora para su debida disposición final; con el visto bueno del encargado de residuos peligrosos de la universidad.
6. Para más información, formatos de etiquetas, ejemplos de llenado de bitácora, revisar el Manual de Manejo de residuos peligrosos, que puede encontrar con el siguiente Código QR.



Procedimientos en caso de emergencia

1. Conocer la ubicación y uso de:
 - a. Extintores
 - b. Ducha de seguridad y lavaojos
 - c. Botiquín de primeros auxilios
 - d. Salidas de emergencia
2. Identificar la emergencia. De acuerdo con Protección Civil del Estado de Sonora, se le considera Emergencia a una situación de peligro o desastre que requiere atención inmediata y acciones urgentes para salvar vidas, proteger bienes, y evitar o reducir el sufrimiento y las pérdidas derivadas de un evento inesperado o un riesgo colectivo.
3. Mantener la calma en todo momento.
4. Dar aviso al docente y al encargado o auxiliar de laboratorio.
5. Evaluar la situación para tomar las medidas pertinentes.
6. Dar aviso a las autoridades universitarias.
7. En todo momento, salvaguardar la seguridad propia y las vidas humanas es primordial. Nunca actuar solo.

En Caso de Derrame Químico

Derrame pequeño (no corrosivo ni tóxico):

1. Usar guantes y material absorbente (papel, toallas especiales).
2. Limpiar el área con agua y jabón.
3. Desechar los residuos en contenedores adecuados.

Derrame grande o peligroso (ácidos, solventes, reactivos tóxicos):

1. Evacuar el área inmediatamente.
2. Informar al responsable.
3. Limpiar utilizando el equipo de protección personal adecuado.
4. Aislar el área para evitar exposición de otros.

En Caso de Fuga de Gas

1. No encender ni apagar interruptores eléctricos.
2. Cerrar la válvula de gas si es seguro hacerlo.
3. Abrir puertas y ventanas para ventilar.
4. Evacuar el laboratorio y notificar al responsable.

5. Llamar a mantenimiento o protección civil.

En Caso de Incendio

1. Activar la alarma contra incendios (en caso de que exista).
2. Utilizar el extintor solo si:
 - i. El fuego es pequeño
 - ii. Se conoce su uso.
 - iii. Hay una salida libre cercana.
- b. Si el fuego es grande:
 - i. Evacuar de inmediato.
3. Cerrar puertas al salir sin bloquear salidas.
4. No usar elevadores.
5. Llamar al 911 y reportar el incendio.
6. Reunirse en el punto de encuentro designado.

En Caso de Explosión

1. Protegerse detrás de una mesa o estructura firme.
2. Alejarse de vidrios y materiales sueltos.
3. Evacuar el laboratorio con precaución tras la explosión.
4. Reportar a autoridades universitarias de inmediato.

En Caso de Contacto o Exposición a Sustancias Químicas

1. En piel o ropa:
 - a. Usar la ducha de emergencia durante al menos 15 minutos.
2. En ojos:
 - a. Enjuagar en el lavaojos durante al menos 15 minutos.
3. Inhalación de vapores:
 - a. Salir al aire libre de inmediato y respirar con normalidad.
4. Notificar siempre al responsable y acudir a revisión médica.

Primeros Auxilios

1. En caso de quemaduras, cortes o accidentes:
 - a. Informar inmediatamente al docente, auxiliar o responsable de laboratorio.
 - b. Aplicar primeros auxilios básicos.
 - c. Llamar a emergencias si es necesario.
2. Nunca administrar medicamentos sin autorización médica.

Evacuación General

1. Seguir las rutas de evacuación señaladas.
2. No correr ni empujar.
3. No regresar por objetos personales.
4. Reunirse en el punto de encuentro y esperar instrucciones.

Reporte de Emergencias

Todo incidente o accidente debe registrarse en el Formato de Reporte de Incidentes del Laboratorio, detallando lo ocurrido y las acciones tomadas.

RELACIÓN DE PRÁCTICAS DE LABORATORIO POR ELEMENTO DE COMPETENCIA

Elemento de Competencia al que pertenece la práctica	Elemento de Competencia I
	Relacionar las características del perfil del suelo, sus fases físicas y químicas y las técnicas de muestreo que permitan explicar sus propiedades y su relación con la vocación del suelo, así como efecto sobre el desarrollo de los cultivos agrícolas y la flora natural de la región, siguiendo la clasificación de suelos de La Base Referencial Mundial del Recurso Suelo, considerando el trabajo en equipo para el análisis de problemas y la toma de decisiones.

PRÁCTICA	NOMBRE	COMPETENCIA
1	Observación de los componentes del suelo y factores que participan en su formación.	Identificar los componentes principales del suelo bajo condiciones de campo, siguiendo el método de la observación directa, para analizar los factores que participan en su formación, fomentando la capacidad de análisis de problemas.
2	Muestreo de Suelos con fines de fertilidad	Ejecutar el muestreo de suelos con fines de diagnóstico nutrimental, bajo los principios de representatividad y variabilidad espacial, siguiendo un método sistemático en campo agrícola, para contribuir al diseño de programas de nutrición vegetal sustentables, desarrollando pensamiento crítico y trabajo colaborativo.
3	Determinación del porcentaje de pedregosidad (esqueleto mineral) y prueba del HCl al 10%	Determinar el porcentaje de pedregosidad del suelo y detectar la presencia de carbonatos mediante la prueba del HCl al 10%, con la finalidad de identificar las limitantes físicas y químicas del suelo para la producción hortícola, bajo condiciones de laboratorio con muestras secas, aplicando el análisis de problemas para interpretar los resultados en el manejo agronómico.
4	Descripción del Perfil del Suelo (Pozo Agrológico)	Describir el perfil del suelo mediante la apertura, observación e identificación de horizontes edáficos, con base en sus características morfológicas, físicas y químicas, bajo condiciones de campo en

		un pozo agrológico, para apoyar procesos de diagnóstico edafológico con pensamiento crítico y atención al detalle.
5	Determinación del Porcentaje de Saturación del Suelo	Determinar el porcentaje de saturación del suelo para estimar la textura y la capacidad hídrica, bajo condiciones de laboratorio utilizando balanza analítica, estufa y desecador, con el fin de aplicar los resultados en la planificación de prácticas hortícolas sostenibles, desarrollando la competencia blanda de análisis de problemas.
6	Taller de Interpretación de Cartas Edafológicas de INEGI	Interpretar información edafológica contenida en cartas del INEGI con la finalidad de diagnosticar características físicas, químicas y limitantes del suelo, bajo la condición de consulta digital o física, en el contexto del análisis territorial para uso agrícola, desarrollando pensamiento crítico y alfabetización digital.

Elemento de Competencia al que pertenece la práctica	Elemento de Competencia II
	Explicar las propiedades físicas del suelo: textura, estructura, densidad y porosidad, color y su influencia y correlación con el desarrollo de cultivos y la flora natural, para decidir el tipo de cultivo por establecer y diagnosticar los problemas inherentes a la física del suelo, en un contexto de producción agrícola, siguiendo las metodologías y parámetros de interpretación de la NOM-021-SEMARNAT 2000 y actualizaciones, fortaleciendo el trabajo en equipo en el análisis de problemas.

PRÁCTICA	NOMBRE	COMPETENCIA
7	Estimación de la Textura del Suelo por el Método de la Universidad Estatal de Kansas (al tacto)	Estimar la textura del suelo mediante el análisis al tacto con la finalidad de clasificarlo texturalmente para su adecuada gestión agrícola, bajo condiciones de laboratorio y de campo, aplicando la comunicación efectiva y el trabajo colaborativo.
8	Determinación de la Textura del Suelo por el Método de Bouyoucos	Determinar la textura del suelo para estimar la proporción de arena, limo y arcilla con fines de clasificación edafológica, bajo condiciones controladas

		de laboratorio, aplicando el análisis de problemas para interpretar los resultados y su impacto en la producción hortícola.
9	Determinación de la Estructura del Suelo	Evaluar la estructura del suelo mediante la clasificación del tipo, clase y grado de agregación, con la finalidad de conocer su influencia en el desarrollo radicular y la retención hídrica, bajo condiciones de laboratorio utilizando criterios del Soil Survey Staff, promoviendo el trabajo en equipo para lograr una caracterización precisa y colaborativa.
10	Determinación de la Densidad Aparente del Suelo por el Método de la Probeta	Determinar la densidad aparente del suelo con el fin de evaluar su grado de compactación y su relación con la capacidad de retención de agua y aireación, mediante el método de la probeta, bajo condiciones de laboratorio, desarrollando habilidades de análisis de problemas.
11	Determinación de la Densidad Real del Suelo por el Método del Picnómetro	Determinar la densidad real del suelo con la finalidad de identificar la proporción de sólidos presentes en una muestra, utilizando el método del picnómetro, bajo condiciones controladas de laboratorio, desarrollando habilidades de análisis de problemas en el contexto del diagnóstico físico del suelo.
12	Cálculo del Espacio Sólido y Espacio Poroso del Suelo	Calcular el porcentaje de espacio sólido y espacio poroso del suelo con la finalidad de diagnosticar su capacidad de aireación y retención de agua, a partir de los valores obtenidos de densidad aparente y real, en condiciones de laboratorio, aplicando habilidades de análisis de problemas en el contexto del manejo físico del suelo hortícola.
13	Determinación de la Densidad Aparente del Suelo por el Método del Pozo	Determinar la densidad aparente del suelo con la finalidad de estimar el grado de compactación y porosidad, mediante el método del pozo, en condiciones de campo, desarrollando habilidades de trabajo en equipo en el contexto del diagnóstico físico del suelo hortícola.
14	Determinación del Color del Suelo	Identificar el color del suelo con la finalidad de reconocer propiedades relacionadas con el material parental, contenido de materia orgánica y grado de oxidación,

		utilizando la carta de colores Munsell bajo condiciones de iluminación natural en el laboratorio, aplicando habilidades de observación precisa y análisis de problemas.
--	--	---

Elemento de Competencia al que pertenece la práctica	Elemento de Competencia III	
	Explicar las propiedades químicas del suelo como reacción, capacidad de intercambio catiónico, salinidad y su influencia y correlación con el desarrollo de cultivos y la flora natural, para decidir el tipo de cultivo por establecer y diagnosticar los problemas inherentes a la química del suelo, que permita establecer esquemas de buen uso y manejo del suelo, en un contexto de producción agrícola, siguiendo las metodologías y parámetros de interpretación de la NOM-021-SEMARNAT-2000 y actualizaciones, fortaleciendo el trabajo en equipo en el análisis de problemas.	

PRÁCTICA	NOMBRE	COMPETENCIA
14	Determinación del pH del Suelo Medido en Agua (Método AS-02)	Determinar el pH del suelo para evaluar la acidez o alcalinidad y su implicación en la fertilidad, utilizando el método electrométrico AS-02, en condiciones de laboratorio, con responsabilidad técnica y rigurosidad científica.
15	Determinación de Materia Orgánica Total del Suelo por combustión seca	Determinar el contenido de materia orgánica total con la finalidad de evaluar el potencial productivo y biológico del suelo, mediante combustión seca en mufla a temperatura controlada, en el laboratorio de edafología, aplicando el pensamiento analítico en la interpretación de resultados.
16	Estimación de la Capacidad de Intercambio Catiónico (CIC) del Suelo	Estimar la capacidad de intercambio catiónico del suelo con la finalidad de evaluar su potencial de fertilidad, a partir del análisis de datos previos de textura y materia orgánica, en un contexto de diagnóstico edafológico, desarrollando pensamiento analítico y toma de decisiones técnicas.
17	Medición de la Conductividad Eléctrica en el Extracto de Saturación del Suelo (Método AS-18)	Aplicar el método AS-18 para medir la conductividad eléctrica del extracto de saturación del suelo, con el uso de un conductímetro calibrado, bajo condiciones de laboratorio estandarizadas, en el

		contexto de análisis de salinidad agrícola, desarrollando precisión técnica y pensamiento analítico.
--	--	--



UES

Universidad Estatal de Sonora
La Fuerza del Saber Estimulará mi Espíritu

PRÁCTICAS

NOMBRE DE LA PRÁCTICA	Observación de los componentes del suelo y factores que influyen en su formación
COMPETENCIA DE LA PRÁCTICA	

FUNDAMENTO TEÓRICO
Inducir al alumno, desde la primera clase, a observar, tocar, analizar y reflexionar sobre las partes que componen el suelo en condiciones naturales. Explicar, de manera muy general, sobre factores que influyen en la formación del suelo.

MATERIALES, EQUIPAMIENTO Y/O REACTIVOS
Pala Cubeta

PROCEDIMIENTO O METODOLOGÍA
<ul style="list-style-type: none"> • Sacar al grupo a un campo agrícola o a un área donde pueda observar el suelo en condiciones lo más naturales posible; si las condiciones y recursos lo permiten, llevarlos donde se haya sembrado algún cultivo anteriormente. • Usando la pala, realizar un hoyo de 0-30 cm, depositando a un costado la tierra. • Solicitar a todos los alumnos que tomen entre sus manos una muestra de suelo, que lo observen y que tomen nota de las distintas partes que observan. • Analizar los factores de material parental, clima, relieve, tiempo y organismos biológicos que inciden en la formación de ese suelo. • Depositar el suelo extraído en una cubeta de plástico marcada con la profundidad de muestreo, (cuando se muestrea más de un estrato) • Poner a secar la muestra a temperatura ambiente y en un lugar sombreado por un espacio de 24 a 72 horas, dependiendo del grado de humedad. Tener cuidado de mantener la etiqueta con la muestra respectiva y no confundirla ni extraviarla. • Transcurrido el tiempo de secado, moler la muestra y pasarla completamente a través del tamiz de 2.0 mm de diámetro. Si hay fragmentos de roca, separar la fracción fina de la fracción gruesa y guardar en bolsa de plástico con la etiqueta correspondiente. • Esta muestra se utilizará para realizar la práctica de determinación del esqueleto mineral del suelo

RESULTADOS ESPERADOS
Que el estudiante identifique la parte mineral, orgánica, líquida y gaseosa del suelo. Que observe si hay señales de actividad biológica. Posteriormente que aprenda a tomar una muestra de suelo a una profundidad de 0-30 cm y a prepararla para su uso en el laboratorio

ANÁLISIS DE RESULTADOS
Observando el terreno, contestar las preguntas ¿Qué es el suelo? ¿Qué componentes son visibles? ¿Qué partículas minerales se observan? ¿Hay parte orgánica visible? ¿Hay actividad biológica? ¿Cómo llegó el suelo ahí? ¿Qué factores influyen para su formación?

¿Qué aspectos se deben cuidar a la hora de tomar una muestra de suelos? ¿Datos importantes?
¿Cómo se prepara la muestra de suelos para trabajar posteriormente con ella en el laboratorio?

CONCLUSIONES Y REFLEXIONES

Que el estudiante reflexione y concluya sobre las partes que identificó del suelo directamente en el campo; que informe cuáles fueron difíciles de identificar por no ser claramente visibles. Que mencione la importancia o papel que juega la actividad biológica observada. Que demuestre en su conclusión sobre qué factores intervienen en la formación del suelo y los cuidados que se debe tener al tomar una muestra, cuáles al prepararla para su uso posterior en el laboratorio y qué datos mínimos debe tomar para la identificación de dicha muestra de suelos.

ACTIVIDADES COMPLEMENTARIAS

Problemas o ejercicios adicionales

Solicitar al alumno que dé respuesta en su cuaderno a las preguntas o guías de la sección de análisis de resultados.

EVALUACIÓN Y EVIDENCIAS DE APRENDIZAJE

Criterios de evaluación	Identificación correcta de los componentes sólidos(25%) Identificación correcta de la parte líquida y gaseosa (25%) Identificación de los factores que forman el suelo (25%) Preparación de la muestra para uso en laboratorio (25%)
Rúbricas o listas de cotejo para valorar desempeño	Rúbrica de Reporte de práctica
Formatos de reporte de prácticas	Gráfico con los componentes del suelo Relación de factores que inciden sobre el suelo Uso correcto del equipo para tamizar el suelo

NOMBRE DE LA PRÁCTICA	Muestreo de Suelos con fines de fertilidad
COMPETENCIA DE LA PRÁCTICA	Ejecutar el muestreo de suelos con fines de diagnóstico nutrimental, bajo los principios de representatividad y variabilidad espacial, siguiendo un método sistemático en campo agrícola, para contribuir al diseño de programas de nutrición vegetal sustentables, desarrollando pensamiento crítico y trabajo colaborativo.

FUNDAMENTO TEÓRICO
El muestreo de suelos es el proceso mediante el cual se recolecta una porción representativa de una unidad agrícola, para su análisis físico, químico o biológico. Debido a la variabilidad espacial del suelo , es necesario dividir el terreno en unidades de muestreo más o menos homogéneas y, de cada una, extraer una muestra compuesta. Esta debe representar adecuadamente las condiciones del suelo, para generar diagnósticos confiables en torno a fertilidad, salinidad, textura, y otros parámetros que influyen directamente en el desarrollo de los cultivos y la toma de decisiones agronómicas.

MATERIALES, EQUIPAMIENTO Y/O REACTIVOS
<p>Herramientas y materiales de campo:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Pala recta o pico • Barrenas de diferentes tipos • Cubetas plásticas • Bolsas de plástico (doble bolsa) • Cinta métrica • Etiquetas y marcadores permanentes • Croquis del terreno • Teléfono celular (cámara y GPS) • Cuaderno y pluma • Machete (opcional para vegetación densa)

PROCEDIMIENTO O METODOLOGÍA
<ul style="list-style-type: none"> • Delimitación del área de estudio: <ul style="list-style-type: none"> ○ Recorrer el terreno y observar diferencias en color, textura, vegetación, pendiente, manejo anterior, etc. ○ Dividir en unidades de muestreo homogéneas (hasta 15 ha por unidad). • Número y distribución de submuestras: <ul style="list-style-type: none"> ○ Obtener de 15 a 25 submuestras por unidad. ○ Distribuir las en zig-zag, diagonal o cuadrícula, evitando bordes del terreno, árboles, canales, etc. • Profundidad de muestreo: <ul style="list-style-type: none"> ○ Praderas: 10 cm ○ Cultivos anuales: 20 cm ○ Frutales: 20 cm y 40 cm • Extracción de muestras: <ul style="list-style-type: none"> ○ Usar pala o barrena para recolectar una tajada de suelo. ○ Depositar cada submuestra en una cubeta o superficie limpia. • Formación de la muestra compuesta:

- Mezclar las submuestras, dividir el montón en 4 partes, eliminar dos en cruz y volver a mezclar.
- Repetir hasta obtener de 1 a 1.5 kg de suelo.
- Eliminar piedras y residuos orgánicos.
- **Envasado e identificación:**
 - Usar doble bolsa, colocar la etiqueta con datos dentro y fuera.
 - Registrar profundidad, coordenadas GPS, fecha, nombre del predio, cultivo.

RESULTADOS ESPERADOS

- Obtención de una muestra representativa y bien etiquetada por cada unidad de muestreo.
- Registro técnico del proceso de muestreo (croquis, profundidades, cantidad de submuestras, condiciones del terreno).

ANÁLISIS DE RESULTADOS

- Evaluar la calidad del muestreo con base en la correcta delimitación de áreas homogéneas y número adecuado de submuestras.
- Validar si la muestra representa fielmente la unidad de muestreo a partir de los registros y observaciones.
- Vincular con el análisis de laboratorio y el diseño de planes de nutrición y manejo agronómico.

CONCLUSIONES Y REFLEXIONES

- El muestreo adecuado es la base de un análisis confiable.
- La precisión y sistematicidad en campo evitan decisiones erróneas de fertilización.
- Integrar tecnologías como GPS mejora la trazabilidad de las muestras.
- Involucrar al productor ayuda a identificar mejor las unidades de muestreo y su historial de manejo.

ACTIVIDADES COMPLEMENTARIAS

- Elaborar un croquis de un terreno real con división de unidades de muestreo.
- Calcular la variabilidad de un parámetro (pH, K, MO) a partir de muestras reales o simuladas.

EVALUACIÓN Y EVIDENCIAS DE APRENDIZAJE

Criterios de evaluación

Delimitación adecuada de unidades de muestreo (20%)

	<p>Extracción correcta y homogénea de submuestras (20%) Integración de la muestra compuesta representativa (20%) Registro técnico completo y preciso (20%) Presentación y análisis del informe final (20%)</p>
<p>Rúbricas o listas de cotejo para valorar desempeño</p>	<p>Rúbrica de Reporte de práctica</p>
<p>Formatos de reporte de prácticas</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Registro detallado del muestreo (fotografías, coordenadas, profundidades) • Mapa o croquis de unidades de muestreo • Muestra física correctamente identificada

NOMBRE DE LA PRÁCTICA	Determinación del porcentaje de pedregosidad (esqueleto mineral) y prueba del HCl al 10%
COMPETENCIA DE LA PRÁCTICA	<i>Determinar el porcentaje de pedregosidad del suelo y detectar la presencia de carbonatos mediante la prueba del HCl al 10%, con la finalidad de identificar las limitantes físicas y químicas del suelo para la producción hortícola, bajo condiciones de laboratorio con muestras secas, aplicando el análisis de problemas para interpretar los resultados en el manejo agronómico.</i>

FUNDAMENTO TEÓRICO

El **esqueleto mineral** o pedregosidad del suelo hace referencia a la proporción de fragmentos gruesos (grava, piedras, etc.) que no participan en la dinámica físico-química del suelo fino, pero que afectan su manejo, retención de humedad y desarrollo radicular.

Su clasificación depende del **volumen ocupado por la fracción gruesa**, y puede variar desde "libre" hasta "muy pedregoso", con implicaciones directas en el diseño de sistemas de riego, laboreo y elección de cultivos.

La **prueba del ácido clorhídrico (HCl al 10%)** permite identificar la presencia de **carbonatos** (CaCO_3 o MgCO_3), que influyen en la **reacción del suelo (pH)**, **disponibilidad de nutrientes y estructura**.

La efervescencia que se observa es indicativa del contenido de carbonatos, con una clasificación semicuantitativa basada en la intensidad de la reacción.

MATERIALES, EQUIPAMIENTO Y/O REACTIVOS

- Tamiz de 2.0 mm de diámetro
- (Opcional) Tamices de 4.0 mm, 7.5 cm, 25 cm
- Balanza electrónica de precisión
- Vaso de precipitados
- Muestras secas de suelo
- Ácido clorhídrico (HCl) al 10%
- Gotero o pipeta
- Guantes y gafas de protección

PROCEDIMIENTO O METODOLOGÍA

A) Determinación del porcentaje de pedregosidad

1. Tomar una muestra de suelo seca y molida.
2. Pasar completamente por el **tamiz de 2.0 mm**.
3. Separar cuidadosamente los agregados finos para evitar confusión con la gravilla.
4. **Pesar la muestra total** (fracción fina + gruesa).
5. **Pesar la fracción gruesa** (retención en el tamiz de 2.0 mm).
6. Calcular el porcentaje de pedregosidad:

$$\% \text{ de Pedregosidad} = \left(\frac{\text{Peso de la fracción gruesa}}{\text{Peso total}} \right) \times 100$$

7. Clasificar según la siguiente escala:
- **Libre:** <5%
 - **Común:** 5–20%
 - **Gravoso/Pedregoso:** 20–50%
 - **Muy gravoso/pedregoso:** >50%

B) Prueba del ácido clorhídrico (HCl al 10%)

1. Tomar una pequeña porción de suelo **bien seco**.
2. Colocar en un recipiente o sobre una lámina de vidrio.
3. Aplicar **unas gotas de HCl al 10%** con pipeta o gotero.
4. Observar y registrar la **reacción efervescente**:
 - *Débil o moderada:* X
 - *Mediana:* XX
 - *Fuerte:* XXX
5. Registrar el resultado en el formato de observaciones.

RESULTADOS ESPERADOS

Porcentaje de pedregosidad (% esqueleto mineral)
 Clasificación del tipo de pedregosidad
 Observación de reacción visible con HCl (clasificada como X, XX o XXX)
 Comprensión del impacto físico y químico de estos factores en el suelo hortícola

ANÁLISIS DE RESULTADOS

- Evaluar si la **cantidad de esqueleto mineral** representa una limitante para el cultivo, el laboreo o el almacenamiento de agua.
- Interpretar si la **presencia de carbonatos** puede alterar la disponibilidad de nutrientes esenciales.
- Establecer medidas correctivas o prácticas de manejo adaptadas a estas condiciones.

CONCLUSIONES Y REFLEXIONES

- Reflexionar sobre cómo las condiciones edáficas afectan el desarrollo de cultivos hortícolas.
- Determinar la relevancia de estas pruebas en la planificación de proyectos productivos.
- Valorar el trabajo en equipo y la correcta ejecución del protocolo como elementos clave para la obtención de datos fiables.

ACTIVIDADES COMPLEMENTARIAS

- Comparar suelos con diferentes porcentajes de pedregosidad y evaluar su aptitud hortícola.
- Realizar prácticas similares en campo para validar resultados de laboratorio.
- Investigar el efecto de los carbonatos sobre la absorción de fósforo y micronutrientes.

EVALUACIÓN Y EVIDENCIAS DE APRENDIZAJE

Criterios de evaluación	<p>Precisión en el manejo de muestras y tamices (20%) Exactitud en cálculos de pedregosidad y clasificación (20%) Observación y análisis adecuado de la prueba HCl (20%) Participación activa, orden y trabajo colaborativo (20%) Coherencia en conclusiones y reflexión crítica (20%)</p>
Rúbricas o listas de cotejo para valorar desempeño	<p>Rúbrica de Práctica de laboratorio</p>
Formatos de reporte de prácticas	<p>Reporte completo de laboratorio Hoja de cálculos con peso y porcentaje de pedregosidad Registro de la intensidad de la reacción al HCl Fotografías o video del procedimiento</p>

NOMBRE DE LA PRÁCTICA	Descripción del Perfil del Suelo (Pozo Agrológico)
COMPETENCIA DE LA PRÁCTICA	Describir el perfil del suelo mediante la apertura, observación e identificación de horizontes edáficos, con base en sus características morfológicas, físicas y químicas, bajo condiciones de campo en un pozo agrológico, para apoyar procesos de diagnóstico edafológico con pensamiento crítico y atención al detalle.

FUNDAMENTO TEÓRICO

El perfil del suelo es la sección vertical de la corteza terrestre que muestra los horizontes edáficos resultantes de los procesos de formación del suelo. La descripción de estos horizontes es fundamental para el estudio de la edafogénesis, la clasificación de suelos, el diagnóstico de su fertilidad y el manejo agrícola. Un pozo agrológico permite observar estos horizontes, diferenciándolos por criterios como color, textura, estructura, pedregosidad, contenido de raíces, entre otros. Además, se pueden obtener muestras para análisis de pH, materia orgánica y carbonatos, lo cual complementa la caracterización.

MATERIALES, EQUIPAMIENTO Y/O REACTIVOS

- **Materiales y herramientas de campo:**
- Cuaderno de campo
- Pico, pala recta y curva
- Cinta métrica
- Machete (para limpiar la zona)
- Cápsula de porcelana múltiple
- Lupa
- Martillo de pedólogo
- Plumón permanente
- Tabla de colores Munsell
- Croquis del terreno
- **Equipo:**
- GPS (Geoposicionador)
- Cámara fotográfica o celular
- **Reactivos:**
- Agua destilada (en piceta)
- Ácido clorhídrico al 10%
- Peróxido de hidrógeno al 3%
- Papel indicador de pH con escala de colores
-

PROCEDIMIENTO O METODOLOGÍA

1. **Reconocimiento de la zona:**
 - Identificar topografía, litología, tipo de vegetación, uso actual y condiciones climáticas del sitio.
2. **Apertura del pozo agrológico:**
 - Limpiar el área de vegetación y restos orgánicos.
 - Excavar un pozo de 1.5–2.0 m de profundidad o hasta alcanzar roca madre X 2 de largo y 1 de ancho

- El pozo debe tener una rampa para acceso y tres paredes verticales; se describe la pared opuesta a la rampa.
- 3. **Diferenciación de horizontes:**
 - Identificar cambios en color (uso de Munsell), textura al tacto, pedregosidad, raíces y estructura.
 - Delimitar claramente cada horizonte con marcadores visibles.
- 4. **Descripción morfológica del perfil:**
 - Registrar: profundidad de cada horizonte, color, estructura, pedregosidad, presencia de raíces y textura.
- 5. **Determinaciones de campo:**
 - **pH:** Agregar agua destilada al suelo, introducir papel indicador, comparar con escala.
 - **Materia orgánica:** Agregar peróxido; evaluar efervescencia.
 - **Carbonatos:** Agregar HCl al 10%; observar efervescencia.
- 6. **Registro del relieve:**
 - Determinar tipo de relieve (valle, lomerío, montaña) y pendiente (%).
- 7. **Relación con uso del suelo:**
 - Analizar cómo las características del perfil afectan los cultivos o vegetación natural.

RESULTADOS ESPERADOS

- Perfil del suelo descrito correctamente con identificación de horizontes.
- Determinaciones de pH, materia orgánica y carbonatos realizadas.
- Registro visual (fotografías) del perfil y cada horizonte.
- Relación clara entre tipo de suelo y su potencial agrícola o ecológico.

ANÁLISIS DE RESULTADOS

- Comparar propiedades entre horizontes (profundidad, color, textura).
- Interpretar los resultados de pH, materia orgánica y carbonatos para inferir características de fertilidad.
- Evaluar cómo el tipo de estructura o pedregosidad influye en retención de agua y desarrollo radicular.
- Determinar la aptitud del suelo según el relieve y profundidad efectiva.
-

CONCLUSIONES Y REFLEXIONES

- La descripción precisa de horizontes permite conocer la historia de formación del suelo y su estado actual.
- Las propiedades físicas y químicas del perfil inciden directamente en la producción agrícola.
- Un diagnóstico edafológico comienza desde una observación detallada del perfil.
- La interpretación del perfil requiere tanto observación técnica como experiencia práctica.
-

ACTIVIDADES COMPLEMENTARIAS

- Comparar dos perfiles distintos y establecer diferencias en horizontes y propiedades.

- Elaborar una tabla comparativa de perfiles encontrados en distintos ecosistemas.
- Diseñar un mapa edafológico básico de la zona muestreada.

EVALUACIÓN Y EVIDENCIAS DE APRENDIZAJE	
Criterios de evaluación	Excavación y delimitación adecuada del pozo (10%) Identificación y diferenciación correcta de horizontes (25%) Precisión en las descripciones morfológicas (20%) Realización adecuada de pruebas de pH, MO y carbonatos (15%) Análisis del perfil y relación con uso del suelo (15%) Presentación clara y ordenada de evidencias (15%)
Rúbricas o listas de cotejo para valorar desempeño	Rúbrica de Práctica de laboratorio
Formatos de reporte de prácticas	Croquis del terreno y ubicación del pozo agrológico Fotografías de cada horizonte Formato de descripción del perfil del suelo (físico-química) Análisis del perfil y relación con uso agrícola actual o potencial

NOMBRE DE LA PRÁCTICA	Determinación del Porcentaje de Saturación del Suelo
COMPETENCIA DE LA PRÁCTICA	Determinar el porcentaje de saturación del suelo para estimar la textura y la capacidad hídrica, bajo condiciones de laboratorio utilizando balanza analítica, estufa y desecador, con el fin de aplicar los resultados en la planificación de prácticas hortícolas sostenibles, desarrollando la competencia blanda de análisis de problemas.

FUNDAMENTO TEÓRICO
<p>El porcentaje de saturación del suelo representa la cantidad de agua que puede retener un suelo seco hasta alcanzar su punto de saturación. Es un indicador importante tanto para estimar su textura (relación entre arena, limo y arcilla) como para inferir su capacidad de retención de humedad. Por ejemplo, suelos con texturas más finas (arcillosos) tienden a presentar altos porcentajes de saturación, mientras que los suelos arenosos muestran valores bajos.</p> <p>Además, este porcentaje es útil para calcular de forma aproximada la humedad a capacidad de campo (C.C.) y al punto de marchitamiento permanente (P.M.P.), dos parámetros clave en el manejo del riego agrícola.</p>

MATERIALES, EQUIPAMIENTO Y/O REACTIVOS
<ul style="list-style-type: none"> • Recipiente de aluminio o vidrio (50 ml aprox.) • Espátula • Balanza analítica • Estufa (70–80 °C) • Desecador • Muestra de suelo con pasta saturada • Libreta de laboratorio

PROCEDIMIENTO O METODOLOGÍA
<ol style="list-style-type: none"> 1. Pesar el recipiente limpio y seco. Registrar su peso. 2. Tomar con la espátula de 25 a 50 g de pasta saturada de suelo y colocarlos en el recipiente. 3. Pesar el recipiente con la muestra saturada y registrar. 4. Restar para obtener el peso del suelo saturado. 5. Introducir el recipiente en la estufa a 70–80 °C durante 24 horas. 6. Retirar, dejar enfriar en el desecador y volver a pesar. 7. Realizar los cálculos: <p>Cálculos:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Agua total = (P recipiente + suelo saturado) – (P recipiente + suelo seco) • Peso suelo seco (Pss) = (P recipiente + suelo seco) – (P recipiente) • % Humedad a saturación = (Agua total / Pss) × 100 • % Humedad a Capacidad de Campo = (% Humedad a saturación) ÷ 2 • % Humedad a Punto de Marchitamiento Permanente = (% Humedad a saturación) ÷ 4

RESULTADOS ESPERADOS
<ul style="list-style-type: none"> • Porcentaje de saturación del suelo • Cálculo aproximado de humedad a capacidad de campo y al punto de marchitamiento permanente

- Clasificación textural aproximada con base en el porcentaje de saturación

ANÁLISIS DE RESULTADOS

- Comparar el valor obtenido con la tabla de textura y clasificar el suelo.

Relación entre el porcentaje de saturación y la textura:

PORCIENTO DE SATURACIÓN	CLASE TEXTURAL
18-25	arena fina
20-28	franco-arenoso fino
25-38	franco arenoso
35-50	franco-limoso; franco
45-55	franco-arcilloso-limoso;
	franco arcilloso
55-75	arcilloso-limoso
70-90	arcilloso

- Evaluar si el suelo es adecuado para cultivos hortícolas en función de su capacidad de retención de agua.
- Reflexionar sobre las decisiones agronómicas que pueden derivarse de estos valores, como frecuencia y volumen de riego.

CONCLUSIONES Y REFLEXIONES

- Valorar la importancia del porcentaje de saturación como herramienta práctica en la horticultura.
- Reflexionar sobre cómo este dato permite estimar otros parámetros fundamentales para el diseño de sistemas de riego.
- Reconocer el impacto de una correcta determinación de humedad en la eficiencia del uso del agua y la productividad agrícola.

ACTIVIDADES COMPLEMENTARIAS

- Clasificación textural con otros métodos (Bouyoucos o método táctil) para comparar resultados.
- Simular decisiones de riego en función del tipo de suelo y su capacidad de retención de agua.
- Estimar la cantidad de agua disponible para una planta en diferentes suelos según su % de saturación.

EVALUACIÓN Y EVIDENCIAS DE APRENDIZAJE

Criterios de evaluación	Ejecución correcta del procedimiento (20%) Cálculos precisos y completos (20%) Interpretación adecuada de resultados (20%) Análisis crítico y reflexión en conclusiones (20%) Participación activa y trabajo colaborativo (20%)
Rúbricas o listas de cotejo para valorar desempeño	Rúbrica de Práctica de laboratorio

Formatos de reporte de prácticas

Hoja de cálculo con registros y resultados numéricos
Reporte escrito de laboratorio con análisis de resultados y conclusiones
Fotografía o evidencia gráfica del procedimiento
Reflexión escrita individual o grupal

NOMBRE DE LA PRÁCTICA	Taller de Interpretación de Cartas Edafológicas de INEGI
COMPETENCIA DE LA PRÁCTICA	Interpretar información edafológica contenida en cartas del INEGI con la finalidad de diagnosticar características físicas, químicas y limitantes del suelo, bajo la condición de consulta digital o física, en el contexto del análisis territorial para uso agrícola, desarrollando pensamiento crítico y alfabetización digital.

FUNDAMENTO TEÓRICO
Las cartas edafológicas son herramientas cartográficas fundamentales para el análisis del suelo. Elaboradas por el INEGI, estas cartas proporcionan información sobre los tipos de suelo, sus propiedades físicas y químicas, y sus limitantes. Su escala varía desde 1:1,000,000 hasta 1:50,000, permitiendo distintos niveles de detalle para el análisis del terreno. Interpretarlas correctamente es crucial para planear el uso sustentable del suelo en horticultura, evitar su degradación y tomar decisiones agroproductivas informadas.

MATERIALES, EQUIPAMIENTO Y/O REACTIVOS
<ul style="list-style-type: none"> • Dispositivo con acceso a internet • Navegador web actualizado • Acceso a https://www.inegi.org.mx/temas/edafologia/ • Cartas Edafológicas impresas o en formato digital (GIF o PDF) • Lupa (para cartas físicas) • Hoja de registro o libreta

PROCEDIMIENTO O METODOLOGÍA
<ol style="list-style-type: none"> 1. Accede al sitio web del INEGI: https://www.inegi.org.mx/temas/edafologia/ 2. Selecciona la escala 1:250,000 para visualizar la cuadrícula del mapa nacional. 3. Elige un cuadro dentro del estado de Sonora y abre el archivo GIF correspondiente. 4. Si se dispone de cartas físicas, pueden emplearse de manera equivalente. 5. Realiza las siguientes tareas: <ul style="list-style-type: none"> ○ Identifica nombre, clave, escala y diagrama de localización. ○ Lista los grupos de suelos presentes (no de la leyenda). ○ Identifica los calificadores del suelo. ○ Señala fases o limitantes físicas y químicas. ○ Analiza y describe al menos una clave con tres unidades de suelo. ○ Identifica clases texturales y puntos de verificación. ○ Describe un punto de verificación con todos sus datos de campo y analíticos. ○ Cita la bibliografía oficial de la carta.

RESULTADOS ESPERADOS
<p>Tabla con los datos clave de la carta edafológica</p> <p>Listado de suelos, limitantes y simbología identificada</p> <p>Descripción completa de una unidad edafológica</p> <p>Análisis de un punto de verificación</p>

ANÁLISIS DE RESULTADOS

- Comparar las unidades de suelo encontradas con la aptitud agrícola del área.
- Evaluar las implicaciones de las limitantes físicas y químicas para cultivos hortícolas.
- Determinar cómo la información edafológica orienta la planeación del manejo sustentable del suelo.

CONCLUSIONES Y REFLEXIONES

- El análisis de cartas edafológicas permite tomar decisiones estratégicas para el uso racional del suelo.
- El reconocimiento de limitantes es clave para evitar daños por uso inapropiado.
- Esta herramienta fortalece la visión territorial y la toma de decisiones en horticultura.

ACTIVIDADES COMPLEMENTARIAS

- Identificar dos regiones hortícolas en Sonora y comparar sus cartas edafológicas.
- Elaborar un informe técnico con recomendaciones para el manejo agrícola según los tipos de suelo predominantes.
- Localizar y descargar cartas de otra entidad y realizar un ejercicio comparativo.

EVALUACIÓN Y EVIDENCIAS DE APRENDIZAJE

Criterios de evaluación	Identificación de elementos de la carta (20%) Registro y análisis de unidades edafológicas (25%) Interpretación de puntos de verificación (20%) Presentación clara y organizada del reporte (15%) Reflexión crítica y aplicación del conocimiento (20%)
Rúbricas o listas de cotejo para valorar desempeño	Rúbrica de Práctica de laboratorio
Formatos de reporte de prácticas	<ul style="list-style-type: none"> • Formato de análisis de la carta edafológica (registro completo) • Mapa con señalamiento de unidades, símbolos y puntos verificados • Reporte técnico o ficha de análisis del suelo

NOMBRE DE LA PRÁCTICA	Estimación de la Textura del Suelo por el Método de la Universidad Estatal de Kansas (al tacto)
COMPETENCIA DE LA PRÁCTICA	Estimar la textura del suelo mediante el análisis al tacto con la finalidad de clasificarlo texturalmente para su adecuada gestión agrícola, bajo condiciones de laboratorio y de campo, aplicando la comunicación efectiva y el trabajo colaborativo.

FUNDAMENTO TEÓRICO

La textura del suelo se refiere a la proporción relativa de arena, limo y arcilla que contiene. Esta propiedad influye en el movimiento del agua, la aireación, la retención de nutrientes y el crecimiento radicular.

El método táctil (Kansas State University) permite una estimación rápida y práctica en campo, basada en la sensación de las partículas al tacto húmedo, la capacidad de formar cintas y la percepción de rugosidad o suavidad. Aunque es una técnica subjetiva, es ampliamente utilizada por profesionales agrícolas debido a su utilidad práctica y rapidez.

MATERIALES, EQUIPAMIENTO Y/O REACTIVOS

- Muestras de suelo secas y tamizadas
- Agua limpia
- Frascos pequeños o goteros
- Regla o cinta métrica (cm)
- Hoja guía del diagrama de flujo de textura al tacto (Universidad Estatal de Kansas)

PROCEDIMIENTO O METODOLOGÍA

Paso 1: Formación de cinta

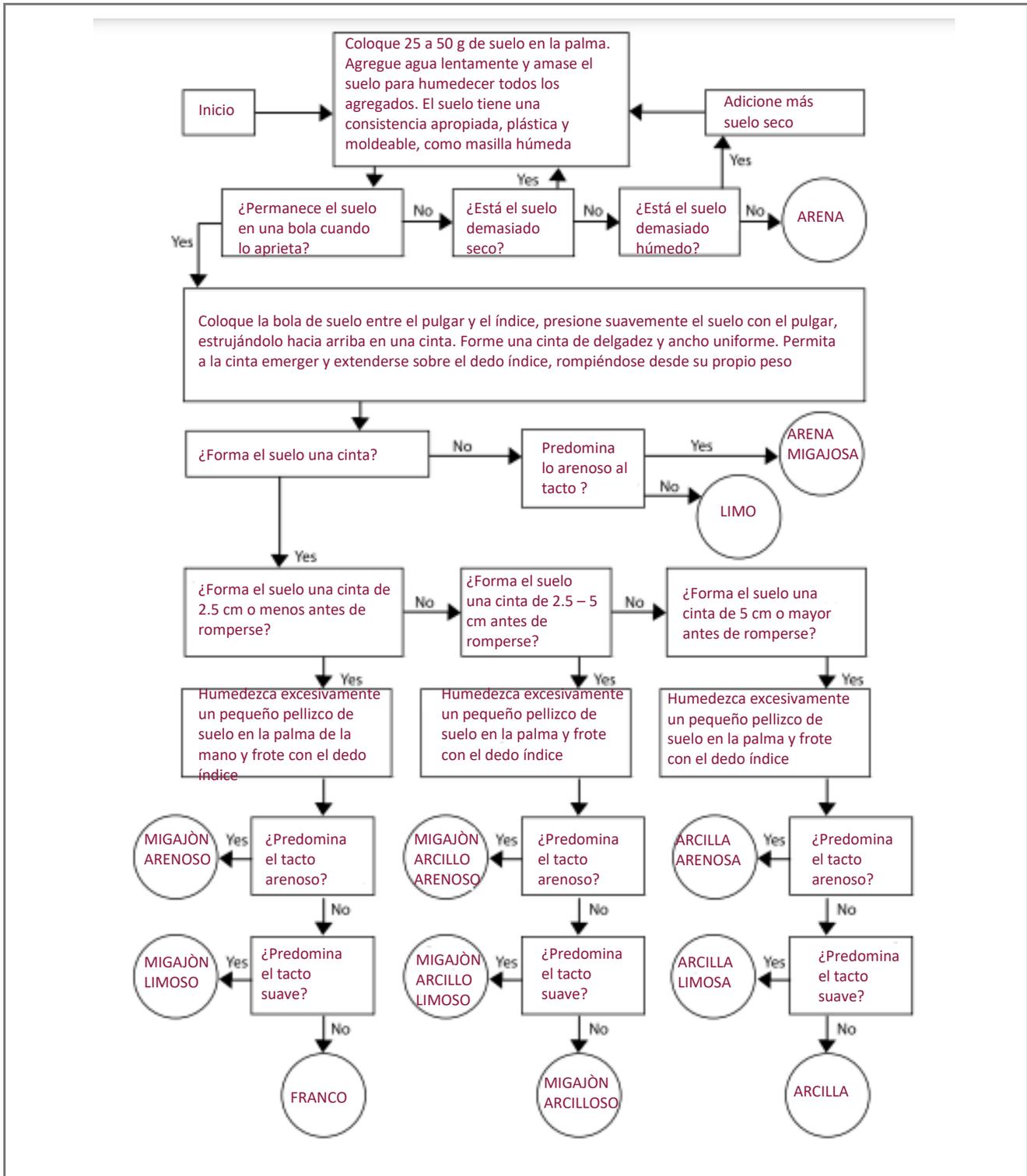
1. Tome un puñado de suelo seco y divídalo en su mano.
2. Añada agua gradualmente y amase hasta que tenga la consistencia de plastilina.
3. Forme una bola compacta.
4. Presione la bola entre el pulgar y el índice para formar una cinta.
5. Mida la longitud de la cinta antes de que se rompa.

Paso 2: Evaluación de sensación táctil

6. Tome una pizca de la muestra y colóquela en la palma.
7. Agregue agua y frote con los dedos, formando un charco de barro.
8. Observe si la mezcla se siente arenosa, jabonosa (limo) o pegajosa (arcilla).

Determinación de clase textural

9. Combine los resultados con el diagrama de flujo para determinar la clase textural (ej. franco-arenoso, arcilloso, etc.).



RESULTADOS ESPERADOS

Longitud de cinta registrada (en cm)
 Descripción táctil: arenosa, limosa, pegajosa
 Clasificación textural de la muestra según el diagrama de flujo

ANÁLISIS DE RESULTADOS

- Relacionar la longitud de la cinta con el contenido de arcilla.
- Evaluar si el tipo de textura es adecuado para cultivos hortícolas.
- Comparar entre muestras de diferentes zonas para observar la variabilidad.
-

CONCLUSIONES Y REFLEXIONES

- La textura influye directamente en la productividad del suelo.
- El método al tacto permite diagnósticos rápidos para decisiones de manejo.
- La práctica promueve habilidades sensoriales y de observación.
-

ACTIVIDADES COMPLEMENTARIAS

- Comparar los resultados obtenidos por el método al tacto con los obtenidos por el método del hidrómetro de Bouyoucos.
- Realizar una clasificación textural de diferentes perfiles de suelo en campo.

EVALUACIÓN Y EVIDENCIAS DE APRENDIZAJE

Criterios de evaluación	Aplicación correcta del método (20%) Registro de observaciones y mediciones (20%) Precisión en la clasificación textural (20%) Trabajo colaborativo durante la práctica (15%) Calidad del reporte final (25%)
Rúbricas o listas de cotejo para valorar desempeño	Rúbrica de Práctica de laboratorio
Formatos de reporte de prácticas	<ul style="list-style-type: none"> • Hoja de prácticas con registro completo • Determinación correcta de la clase textural • Reporte breve de análisis y reflexión

NOMBRE DE LA PRÁCTICA	Determinación de la Textura del Suelo por el Método de Bouyoucos
COMPETENCIA DE LA PRÁCTICA	Determinar la textura del suelo para estimar la proporción de arena, limo y arcilla con fines de clasificación edafológica, bajo condiciones controladas de laboratorio, aplicando el análisis de problemas para interpretar los resultados y su impacto en la producción hortícola.

FUNDAMENTO TEÓRICO

La **textura del suelo** es una propiedad física que describe la proporción relativa de partículas minerales de diferentes tamaños: **arena**, **limo** y **arcilla**. Afecta la aireación, retención de agua, capacidad de intercambio catiónico y el desarrollo radicular de los cultivos. El método de **Bouyoucos con hidrómetro** es una técnica de sedimentación que permite cuantificar dichas fracciones mediante el principio de la ley de Stokes, que establece que las partículas más grandes sedimentan más rápido que las más pequeñas. Las lecturas del hidrómetro indican la concentración de partículas en suspensión en momentos específicos, permitiendo inferir el porcentaje de cada fracción y determinar la **clasificación textural del suelo** usando el **triángulo de texturas** del USDA.

MATERIALES, EQUIPAMIENTO Y/O REACTIVOS

Materiales y equipo:

- Hidrómetro ASTM-152H calibrado a 20 °C
- Mezclador eléctrico (chocomilkera)
- Cilindro de sedimentación (aforo a 1130 o 1205 ml)
- Termómetro (°C)
- Cronómetro o reloj con segundero
- Piceta o lavador
- Balanza analítica

Sustancias:

- Agua destilada
- **Solución Calgón:** 35.7 g de hexametáfosfato de sodio + 7.94 g de carbonato de sodio aforados a 1 L con agua destilada.

PROCEDIMIENTO O METODOLOGÍA

1. Pesar **50 g** de suelo si es arcilloso o migajón, o **100 g** si es arenoso.
2. Transferir la muestra al vaso del mezclador.
3. Añadir **10 ml** de solución Calgón y agua destilada hasta un poco más de la mitad del vaso.
4. Mezclar durante **5 minutos** si se usaron 100 g, o **8 minutos** si fueron 50 g.
5. Pasar el contenido al cilindro de sedimentación con ayuda de una piceta, asegurando que no quede residuo.
6. Aforar hasta la marca de **1130 ml (50 g)** o **1205 ml (100 g)** con el hidrómetro dentro del cilindro.
7. Agitar vigorosamente. Dejar en reposo y contar **40 segundos** desde el final de la agitación.
8. Introducir el hidrómetro y tomar la **1ª lectura** al término exacto de los 40 segundos. Registrar la temperatura.
9. Dejar reposar sin mover durante **2 horas**. Tomar la **2ª lectura** y registrar nuevamente la temperatura.
10. Corregir las lecturas con base en la tabla de temperatura proporcionada.
11. Calcular el **% de arena, limo y arcilla**.

12. Determinar la **clasificación textural** usando el triángulo del USDA.

Los alumnos deben tener las siguientes precauciones para garantizar la correcta realización de la práctica:

- 1) Tener cuidado al retirar del agitador eléctrico el vaso con la muestra de suelo, para evitar que pegue en las paredes.
- 2) Asegurarse de saber tomar la lectura con el Hidrómetro de Bouyoucos y el termómetro (se recomienda antes hacer una prueba con agua pura, el hidrómetro y el termómetro)
- 3) Para tomar las lecturas, el hidrómetro se suelta dentro del cilindro de sedimentación, el termómetro no.
- 4) Al aforar el cilindro de sedimentación, asegurarse que lo hacen con el hidrómetro dentro
- 5) Al hacer la agitación manual del cilindro de sedimentación, asegurarse de hacer un tapado lo más hermético posible para evitar que se derramen las partículas de suelo
- 6) Una vez terminado de agitar el cilindro de sedimentación, colocarlo en un lugar donde no se mueva, para no alterar la sedimentación de partículas.
- 7) Ser precisos en la toma de las lecturas en los tiempos marcados para la práctica (40 segundos y 2 horas después)

RESULTADOS ESPERADOS

CALCULOS

OBSERVACIONES:

Etiqueta _____

1ª lectura _____ T° _____ 1ª lectura corregida _____

2ª lectura _____ T° _____ ...2ª lectura corregida _____

RESULTADOS:

$$\% \text{ Arena}(A) = 100 - \left(\frac{1a \text{ lectura corregida}}{\text{Gramos de muestra}} \right) \times 100$$

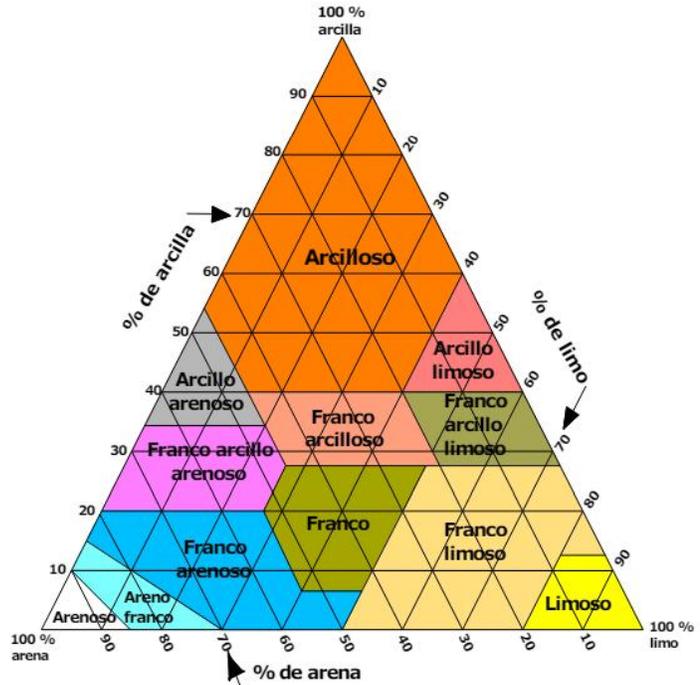
$$\% \text{ Limo}(L) = \left(\frac{1a \text{ lectura corregida} - 2a \text{ lectura corregida}}{\text{Gramos de muestra}} \right) \times 100$$

$$\% \text{ Arcilla}(R) = \left(\frac{2a \text{ lectura corregida}}{\text{Gramos de muestra}} \right) \times 100$$

% A _____

% L _____

% R _____



Clasificación Textural _____

TABLA PARA CORRECCIÓN POR TEMPERATURA

T °C	SUMAR	T °C	RESTAR
20.0	0.0	19.5	0.18
20.5	0.18	19.0	0.36
21.0	0.36	18.5	0.54
21.5	0.54	18.0	0.72
22.0	0.72	17.5	0.90
22.5	0.90	17.0	1.08
23.0	1.08	16.5	1.26
23.5	1.26	16.0	1.44
24.0	1.44	15.5	1.62
24.5	1.62	15.0	1.80
25.0	1.8	14.5	1.98
25.5	1.98	14.0	2.16
26.0	2.16	13.5	2.34
26.5	2.34	13.0	2.52
27.0	2.52	12.5	2.7

ANÁLISIS DE RESULTADOS

El estudiante debe:

- Comparar los porcentajes obtenidos con las características texturales conocidas.
- Analizar cómo la textura influye en la fertilidad, aireación, infiltración y retención hídrica del suelo.
- Justificar la clasificación final basada en el triángulo textural.

CONCLUSIONES Y REFLEXIONES

- Sintetizar los resultados obtenidos con su utilidad en la producción hortícola.
- Reflexionar sobre la relación entre textura del suelo y manejo agronómico.
- Comentar dificultades encontradas y posibles errores de medición.

ACTIVIDADES COMPLEMENTARIAS

Problemas o ejercicios adicionales

- Investigar cómo varía la textura de suelos en distintas regiones agrícolas locales.
- Interpretar cartas de textura del INEGI.
- Realizar comparación con método manual UEK en una práctica de campo.

EVALUACIÓN Y EVIDENCIAS DE APRENDIZAJE

Criterios de evaluación	Además de las condiciones de presentación y entrega de la evidencia, se tomará en cuenta lo siguiente: Precisión en el procedimiento y manejo de materiales (20%) Exactitud en los cálculos y correcciones por temperatura (20%) Interpretación adecuada del triángulo de texturas (20%) Participación activa, orden y responsabilidad en el equipo (20%) Reflexión crítica en conclusiones y análisis de resultados (20%)
Rúbricas o listas de cotejo para valorar desempeño	Rúbrica de Práctica de laboratorio
Formatos de reporte de prácticas	Formato de resultados completos Fotografías de participación Hoja de cálculos Triángulo textural marcado

NOMBRE DE LA PRÁCTICA	Determinación de la Estructura del Suelo
COMPETENCIA DE LA PRÁCTICA	<p>Evaluar la estructura del suelo mediante la clasificación del tipo, clase y grado de agregación, con la finalidad de conocer su influencia en el desarrollo radicular y la retención hídrica, bajo condiciones de laboratorio utilizando criterios del Soil Survey Staff, promoviendo el trabajo en equipo para lograr una caracterización precisa y colaborativa.</p>

FUNDAMENTO TEÓRICO
<p>La estructura del suelo es la forma en que las partículas minerales (arena, limo y arcilla) se agrupan en agregados o peds. Esta propiedad influye directamente en la aireación, infiltración, retención de agua y desarrollo de las raíces, aspectos fundamentales para el cultivo hortícola</p> <p>La estructura se clasifica en tres aspectos:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Tipo (forma): granular, laminar, prismática, bloque angular, entre otros. • Clase (tamaño del agregado): fina, media, gruesa, etc. • Grado (consistencia del agregado): desde débil hasta fuerte, según su resistencia a la ruptura. <p>Su determinación es esencial en estudios de manejo del suelo, planeación de riego y evaluación de la calidad estructural del terreno.</p>

MATERIALES, EQUIPAMIENTO Y/O REACTIVOS
<ul style="list-style-type: none"> • Juego de tamices con aberturas de: 50 mm, 20 mm, 10 mm, 5 mm y 2 mm • Muestras de suelo secadas al aire • Balanza • Tabla de referencia de tipos y clases de estructuras del suelo (según Soil Survey Staff, 1960)

PROCEDIMIENTO O METODOLOGÍA
<ol style="list-style-type: none"> 1. Obtener una muestra de suelo seca al aire. 2. Observar cuidadosamente la muestra y comparar con la tabla de tipos de estructura para determinar la forma predominante (granular, laminar, etc.). 3. Separar la muestra mediante tamizado: <ul style="list-style-type: none"> • Pasar primero por el tamiz de 50 mm. • Registrar y pesar la fracción retenida. • Repetir el procedimiento con los tamices de 20 mm, 10 mm y 5 mm y 2 mm 4. Calcular el porcentaje de agregados de cada clase con base en el peso total. 5. Evaluar el grado de la estructura con base en la resistencia de los agregados secos a la presión entre dedos (pulgares-índice), de acuerdo con la siguiente escala: <ul style="list-style-type: none"> • Sin estructura • Débil • Moderada • Fuerte 6. Tomar 10 agregados (peds) de tamaño medio como muestra base. 7. Elaborar la designación de la estructura siguiendo este orden: 8. Tipo – Clase – Grado (ej. Granular media moderada).

RESULTADOS ESPERADOS

- Identificación precisa del **tipo, clase y grado** de estructura del suelo.
- Porcentajes de cada clase (en peso).
- Designación estructural completa (ej. "Bloque angular gruesa fuerte").
- Reflexión sobre su impacto en la horticultura.

OBSERVACIONES Y RESULTADOS

IDENTIFICACIÓN DE LA MUESTRA _____

TIPO	CLASE	GRADO	DESIGNACIÓN DE LA ESTRUCTURA	% PESO

ANÁLISIS DE RESULTADOS

- Relacionar el tipo de estructura con el comportamiento del suelo ante el riego, laboreo y crecimiento de raíces.
- Identificar suelos con estructura favorable para cultivos hortícolas.
- Interpretar la posible influencia del manejo agrícola anterior sobre la estructura observada.

CONCLUSIONES Y REFLEXIONES

- Evaluar la importancia de una estructura estable para mantener suelos fértiles.

- Determinar qué prácticas agronómicas pueden mejorar o deteriorar la estructura.
- Reflexionar sobre el trabajo colaborativo y los desafíos para obtener resultados consistentes.

ACTIVIDADES COMPLEMENTARIAS

- Realizar un perfil comparativo entre suelos cultivados intensivamente vs. suelos no perturbados.
- Investigar prácticas de conservación de la estructura del suelo en horticultura protegida.
- Diseñar una propuesta de mejora estructural para un suelo agrícola con compactación.

EVALUACIÓN Y EVIDENCIAS DE APRENDIZAJE

Criterios de evaluación	Identificación correcta del tipo, clase y grado de estructura (20%) Precisión en el uso de tamices y pesaje de agregados (20%) Análisis reflexivo sobre los resultados (20%) Trabajo colaborativo y distribución de roles (20%) Evidencias claras, organizadas y completas (20%)
Rúbricas o listas de cotejo para valorar desempeño	Rúbrica de Práctica de Laboratorio
Formatos de reporte de prácticas	<ul style="list-style-type: none"> • Registro en bitácora o cuaderno de laboratorio • Hoja de cálculo de clases y porcentaje estructural • Fotografía del proceso de tamizado y evaluación • Designación estructural clara por grupo • Conclusiones personales o en equipo

NOMBRE DE LA PRÁCTICA	Determinación de la Densidad Aparente del Suelo por el Método de la Probeta
COMPETENCIA DE LA PRÁCTICA	Determinar la densidad aparente del suelo con el fin de evaluar su grado de compactación y su relación con la capacidad de retención de agua y aireación, mediante el método de la probeta, bajo condiciones de laboratorio, desarrollando habilidades de análisis de problemas.

FUNDAMENTO TEÓRICO
<p>La densidad aparente (Da) es la relación entre la masa del suelo seco y el volumen que ocupa, incluyendo espacios porosos. Se expresa en g/cm³ y es un parámetro clave en el diagnóstico físico del suelo, ya que influye en la porosidad, infiltración de agua, aireación, y crecimiento radicular.</p> <p>Una densidad aparente alta puede indicar compactación, lo cual dificulta el desarrollo de las raíces y la circulación de agua y aire. Por el contrario, una densidad baja puede señalar suelos con buena estructura o presencia de materia orgánica.</p>

MATERIALES, EQUIPAMIENTO Y/O REACTIVOS
<p>Probeta de vidrio o plástico de 100 ml Balanza digital o granataria Muestra de suelo seco y tamizado Lienzo de franela o superficie acolchonada</p>

PROCEDIMIENTO O METODOLOGÍA
<ol style="list-style-type: none"> 1. Pesar la probeta vacía y limpia. 2. Llenar con suelo seco y tamizado hasta la marca de 100 ml. 3. Asentar el suelo golpeando suavemente la base de la probeta sobre una superficie acolchonada (10 golpes moderados). 4. Añadir más suelo hasta completar los 100 ml. 5. Pesar nuevamente la probeta con el suelo. 6. Registrar todos los datos necesarios para el cálculo. <p>PESO DE LA PROBETA VACIA _____(g) PESO DE LA PROBETA CON SUELO _____(g) VOLUMEN DE LA PROBETA _____ ml o c.c DENSIDAD APARENTE (Dap) _____(g/ml o g/c.c)</p> $Dap = \frac{\text{Peso de la probeta con suelo (gr)} - \text{Peso de la probeta vacía(gr)}}{\text{Volumen de la probeta (c. c)}}$

RESULTADOS ESPERADOS

Se espera obtener un valor numérico de **densidad aparente**, que permita caracterizar el estado físico del suelo. Los rangos típicos en suelos agrícolas son:

- Suelo franco: 1.1 – 1.4 g/cm³
- Suelo arcilloso: 1.0 – 1.3 g/cm³
- Suelo arenoso: 1.4 – 1.6 g/cm³

ANÁLISIS DE RESULTADOS

Comparar los valores obtenidos con los rangos estándares para suelos agrícolas. Identificar si el suelo está compactado o suelto y discutir sus implicaciones agronómicas:

- ¿Es adecuado para el cultivo hortícola?
- ¿Se requiere mejorar la estructura con prácticas agronómicas?
- ¿Cómo afecta esta propiedad al manejo del riego o fertilización?

CONCLUSIONES Y REFLEXIONES

- El estudiante reconocerá la importancia de la densidad aparente como indicador físico de calidad del suelo.
- Reflexionará sobre su papel en el diseño de sistemas de producción hortícola sostenibles.
- Se destacará la relevancia del muestreo y técnica de asentado para obtener datos reproducibles.

ACTIVIDADES COMPLEMENTARIAS

- Comparar la densidad aparente de diferentes tipos de suelos (arenosos, limosos, arcillosos).
- Realizar un ejercicio de correlación entre densidad aparente y porosidad total del suelo.
- Observar cómo influye la compactación sobre la germinación o el desarrollo radicular en bandejas experimentales.

EVALUACIÓN Y EVIDENCIAS DE APRENDIZAJE

Criterios de evaluación	Aplicación correcta del procedimiento (25%) Registro preciso de datos y cálculos (25%) Interpretación agronómica del resultado (20%) Participación en análisis grupal (15%) Claridad y profundidad de reflexión final (15%)
Rúbricas o listas de cotejo para valorar desempeño	Rúbrica de Práctica de laboratorio
Formatos de reporte de prácticas	Bitácora con registros y cálculos Reporte individual o por equipo Participación activa en discusión de resultados Reflexión escrita sobre la aplicación práctica de la técnica

NOMBRE DE LA PRÁCTICA	Determinación de la Densidad Real del Suelo por el Método del Picnómetro
COMPETENCIA DE LA PRÁCTICA	Determinar la densidad real del suelo con la finalidad de identificar la proporción de sólidos presentes en una muestra, utilizando el método del picnómetro, bajo condiciones controladas de laboratorio, desarrollando habilidades de análisis de problemas en el contexto del diagnóstico físico del suelo.

FUNDAMENTO TEÓRICO

La **densidad real del suelo (Dr)** se refiere a la masa por unidad de volumen de la fracción sólida del suelo, excluyendo los poros. Generalmente, el valor estándar oscila entre 2.60 y 2.75 g/cm³, dependiendo de la composición mineralógica.

Esta propiedad permite estimar la **porosidad total** del suelo cuando se conoce también la **densidad aparente**. Un mayor contenido de materia orgánica reduce la densidad real, mientras que una alta proporción de minerales pesados puede aumentarla. La medición precisa de este parámetro es fundamental para diseñar sistemas de producción eficientes y sostenibles.

MATERIALES, EQUIPAMIENTO Y/O REACTIVOS

- Matraz volumétrico de 100 ml (picnómetro sustituto)
- Balanza granataria o digital de precisión
- Suelo seco y tamizado (≤ 2 mm)
- Agua destilada
- Mechero Bunsen o plato caliente
- Pinzas o guantes de protección
- Termómetro ambiental
- Papel absorbente

PROCEDIMIENTO O METODOLOGÍA

1. Pesar el matraz limpio y seco (peso con aire).
2. Agregar 50 g de suelo seco tamizado y pesar (peso del matraz con suelo).
3. Agregar agua destilada suficiente para cubrir completamente el suelo.
4. Calentar suavemente en un plato caliente, agitando hasta alcanzar ebullición para liberar el aire atrapado.
5. Aforar con agua caliente hasta la marca del matraz.
6. Dejar enfriar a temperatura ambiente y aforar nuevamente si es necesario.
7. Pesar el matraz con suelo y agua.
8. Vaciar y lavar el matraz. Aforar con agua destilada y pesar nuevamente.
9. Registrar todos los datos y realizar los cálculos.

PESO DEL MATRAZ CON AIRE _____(g)
 PESO DEL MATRAZ CON SUELO _____(g)
 PESO DEL MATRAZ CON SUELO Y AGUA _____(g)
 PESO DEL MATRAZ CON AGUA _____(g)
 DENSIDAD REAL _____(g/c.c)

$$D_r = \frac{\text{Densidad del agua (g/cc) (P. M. con suelo (g) - P. M. con aire (g))}{(\text{PM con agua (g) + PM con suelo (g)} - (\text{PM con aire (g) + PM con suelo y agua (g)})}$$

RESULTADOS ESPERADOS

Se espera determinar el valor de la densidad real del suelo con una precisión razonable, dentro del rango típico de suelos minerales (2.60 a 2.75 g/cm³). Esta medición servirá como base para comparaciones posteriores con densidad aparente y estimaciones de porosidad.

ANÁLISIS DE RESULTADOS

Interpretar si el valor obtenido indica un suelo con contenido elevado de materia orgánica ($D_r < 2.60$) o presencia de minerales densos ($D_r > 2.75$).

Reflexionar sobre cómo la densidad real impacta en la gestión agronómica del suelo.

Ejemplo de análisis:

- ¿Cómo afecta una densidad real baja a la aireación del suelo?
- ¿Qué cultivos serían sensibles a suelos con alta densidad real?

CONCLUSIONES Y REFLEXIONES

El estudiante será capaz de:

- Comprender la importancia de la densidad real en el comportamiento físico del suelo.
- Reconocer la necesidad de un manejo adecuado de su estructura.
- Valorar la precisión en las mediciones como herramienta clave para la toma de decisiones agronómicas.

ACTIVIDADES COMPLEMENTARIAS

- Comparar resultados con suelos de diferentes texturas.
- Relacionar densidad real y porosidad total utilizando valores de densidad aparente previamente obtenidos.
- Elaborar un reporte técnico donde se interpreten implicaciones agronómicas del valor obtenido.

EVALUACIÓN Y EVIDENCIAS DE APRENDIZAJE

Criterios de evaluación	Aplicación precisa del procedimiento (25%) Registro correcto de datos y cálculos (25%) Interpretación de resultados y conclusiones (20%) Participación activa en análisis grupal (15%) Claridad y profundidad en reflexiones (15%)
Rúbricas o listas de cotejo	Rúbrica de Práctica de laboratorio

para valorar desempeño	
Formatos de reporte de prácticas	Bitácora con datos y cálculos Participación en discusiones grupales Informe técnico con análisis Reflexión escrita sobre aplicación profesional

NOMBRE DE LA PRÁCTICA	Cálculo del Espacio Sólido y Espacio Poroso del Suelo
COMPETENCIA DE LA PRÁCTICA	Calcular el porcentaje de espacio sólido y espacio poroso del suelo con la finalidad de diagnosticar su capacidad de aireación y retención de agua, a partir de los valores obtenidos de densidad aparente y real, en condiciones de laboratorio, aplicando habilidades de análisis de problemas en el contexto del manejo físico del suelo hortícola.

FUNDAMENTO TEÓRICO
<p>El suelo está compuesto por tres fases: sólida, líquida y gaseosa. La fracción sólida está constituida por partículas minerales y materia orgánica, mientras que el espacio entre estas partículas representa la fracción porosa, la cual es ocupada por agua y aire.</p> <p>El espacio poroso (porosidad total) es un parámetro fundamental que influye directamente en la retención de agua, la aireación y el desarrollo radicular de los cultivos. Se puede calcular a partir de la densidad aparente (D_a) y la densidad real (D_r) mediante la siguiente fórmula:</p> <ul style="list-style-type: none"> • % Espacio sólido = $(D_a / D_r) \times 100$ • % Espacio poroso = $100 - \% \text{ Espacio sólido}$ <p>Este cálculo permite interpretar la estructura del suelo y tomar decisiones informadas en la planificación agronómica.</p>

MATERIALES, EQUIPAMIENTO Y/O REACTIVOS
<ul style="list-style-type: none"> • Hoja de resultados de densidad aparente (D_a) • Hoja de resultados de densidad real (D_r) • Calculadora científica o software de hoja de cálculo • Cuaderno de prácticas • Lápiz, regla, y tabla de referencia de valores estándar

PROCEDIMIENTO O METODOLOGÍA
<ol style="list-style-type: none"> 1. Tomar los datos previamente obtenidos de D_a y D_r en la práctica de laboratorio. 2. Aplicar la fórmula: % Espacio sólido = $D_a/D_r \times 100$ 3. Calcular el % de espacio poroso: % Espacio poroso = $100 - (\text{Espacio sólido})$ 4. Registrar y comparar los resultados con los valores ideales para suelos agrícolas. 5. Analizar cómo estos resultados pueden influir en el desarrollo de cultivos.

RESULTADOS ESPERADOS
<ul style="list-style-type: none"> • Obtención de porcentajes realistas de espacio sólido (generalmente entre 40–60%) • Porcentaje de espacio poroso que oscile entre 40–60%, valor ideal para suelos agrícolas bien estructurados • Coherencia entre los valores obtenidos de D_a y D_r y los resultados de porosidad

ANÁLISIS DE RESULTADOS
<ul style="list-style-type: none"> • Comparar los resultados con los rangos óptimos para suelos hortícolas. • Interpretar si el suelo tiene buena capacidad de retención de agua y aireación. • Relacionar los resultados con el tipo de textura del suelo y su manejo agronómico.

CONCLUSIONES Y REFLEXIONES

- El cálculo de la porosidad permite evaluar la calidad física del suelo.
- Suelos con baja porosidad pueden generar estrés hídrico o hipoxia en raíces.
- Es fundamental integrar estos resultados al manejo integral del suelo para mejorar el rendimiento hortícola.

ACTIVIDADES COMPLEMENTARIAS

- Elaborar una gráfica comparativa de porosidad de diferentes muestras de suelo.
- Investigar prácticas agronómicas que modifiquen la porosidad (labranza, incorporación de materia orgánica, etc.).
- Simular escenarios agronómicos con diferentes grados de porosidad y proponer soluciones.

EVALUACIÓN Y EVIDENCIAS DE APRENDIZAJE

Criterios de evaluación	Aplicación correcta de fórmulas y cálculos (25%) Precisión en el registro de resultados (20%) Interpretación técnica adecuada de los datos (20%) Participación en el análisis colectivo (15%) Reflexión crítica y propuestas de mejora (20%)
Rúbricas o listas de cotejo para valorar desempeño	Rúbrica de Práctica de laboratorio
Formatos de reporte de prácticas	Hoja de cálculo con resultados y fórmulas aplicadas Informe técnico con análisis de interpretación Participación en análisis grupal de resultados Reflexión escrita individual Hoja de cálculo con resultados y fórmulas aplicadas Informe técnico con análisis de interpretación Participación en análisis grupal de resultados Reflexión escrita individual

NOMBRE DE LA PRÁCTICA	Determinación de la Densidad Aparente del Suelo por el Método del Pozo
COMPETENCIA DE LA PRÁCTICA	Determinar la densidad aparente del suelo con la finalidad de estimar el grado de compactación y porosidad, mediante el método del pozo, en condiciones de campo, desarrollando habilidades de trabajo en equipo en el contexto del diagnóstico físico del suelo hortícola.

FUNDAMENTO TEÓRICO

La **densidad aparente (Dap)** es una propiedad física del suelo que se define como la masa de suelo seco por unidad de volumen, incluyendo el espacio de poros. Es un parámetro esencial en la planificación agrícola, ya que permite estimar la porosidad, la capacidad de retención de agua y la facilidad de penetración de raíces.

El **método del pozo** es una técnica rápida y sencilla para determinar esta propiedad en condiciones de campo. Aunque tiene menor precisión que métodos de laboratorio, su simplicidad permite obtener datos útiles para decisiones agronómicas inmediatas.

MATERIALES, EQUIPAMIENTO Y/O REACTIVOS

- Pala o barra
- Balanza portátil o digital
- Probeta de 1 L
- Bolsas de plástico gruesas
- Agua limpia
- Lienzo o manta de soporte
- Regla o cinta métrica

PROCEDIMIENTO O METODOLOGÍA

1. Seleccionar un área representativa del suelo.
2. Excavar un pozo cúbico de aproximadamente 20 cm x 20 cm x 15 cm.
3. Recoger todo el suelo extraído en una bolsa y pesar en una balanza (Peso P).
4. Forrar el hueco con bolsas plásticas para evitar filtraciones.
5. Llenar el hueco con agua, midiendo el volumen exacto con una probeta (Volumen V).
6. Calcular la densidad aparente con la fórmula:

$$Dap = P/V \text{ (g/cm}^3\text{)}$$

RESULTADOS ESPERADOS

Se espera obtener un valor de densidad aparente que esté dentro del rango típico para suelos agrícolas (1.1 a 1.6 g/cm³). Valores más altos pueden indicar compactación y menor aireación, mientras que valores bajos podrían sugerir suelos sueltos o con alto contenido orgánico.

ANÁLISIS DE RESULTADOS

- Comparar la Dap obtenida con valores estándar para suelos hortícolas.

- Analizar cómo la compactación del suelo puede afectar la retención de agua, la aireación y el desarrollo radicular.
- Determinar si el suelo analizado requiere manejo correctivo (labranza profunda, incorporación de materia orgánica, etc.).

CONCLUSIONES Y REFLEXIONES

- La práctica permite valorar rápidamente la condición física del suelo.
- Se identifican posibles restricciones al crecimiento vegetal relacionadas con la compactación.
- Se fortalece la capacidad de observación y toma de decisiones agronómicas.
- Se promueve la reflexión colaborativa sobre la gestión sostenible del recurso suelo.

ACTIVIDADES COMPLEMENTARIAS

- Comparar los resultados de este método con los obtenidos mediante el método de la probeta.
- Graficar los valores de densidad aparente de distintas zonas del terreno.
- Proponer estrategias de manejo según el grado de compactación.

EVALUACIÓN Y EVIDENCIAS DE APRENDIZAJE

Criterios de evaluación	Ejecución correcta del procedimiento (25%) Precisión y claridad en el registro de datos (20%) Análisis técnico de los resultados (20%) Participación activa en el trabajo en equipo (20%) Reflexión crítica y aplicación profesional (15%)
Rúbricas o listas de cotejo para valorar desempeño	Rúbrica de Práctica de laboratorio
Formatos de reporte de prácticas	Registro de campo con datos y cálculos Informe grupal con análisis y recomendaciones Fotografía de la excavación y del procedimiento Reflexión individual sobre la utilidad de esta práctica en su formación profesional

NOMBRE DE LA PRÁCTICA	Determinación del Color del Suelo
COMPETENCIA DE LA PRÁCTICA	Identificar el color del suelo con la finalidad de reconocer propiedades relacionadas con el material parental, contenido de materia orgánica y grado de oxidación, utilizando la carta de colores Munsell bajo condiciones de iluminación natural en el laboratorio, aplicando habilidades de observación precisa y análisis de problemas.

FUNDAMENTO TEÓRICO
<p>El color del suelo es una característica fundamental para su clasificación y diagnóstico. Este depende de factores como el tipo de material parental, el contenido de materia orgánica, la presencia de óxidos de hierro y manganeso, y las condiciones de drenaje.</p> <p>El sistema de colores Munsell permite clasificar el color del suelo mediante tres variables:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Hue (matiz): el tipo de color básico (rojo, amarillo, etc.) • Value (valor): la claridad u oscuridad del color • Chroma (croma): la intensidad o pureza del color <p>Este método permite comunicar objetivamente el color del suelo en seco y en húmedo, lo que ayuda en la descripción de perfiles edáficos y la interpretación de propiedades químicas, físicas y biológicas.</p>

MATERIALES, EQUIPAMIENTO Y/O REACTIVOS
<ul style="list-style-type: none"> • Carta de colores Munsell para suelos • Piceta de plástico con agua destilada • Muestra de suelo seco y húmedo • Máscaras de observación (negra y gris) • Etiquetas y formato de resultados • Fuente de luz natural o lámpara blanca

PROCEDIMIENTO O METODOLOGÍA
<p>Carta de colores Munsell para suelos Piceta de plástico con agua destilada Muestra de suelo seco y húmedo Máscaras de observación (negra y gris) Etiquetas y formato de resultados Fuente de luz natural o lámpara blanca</p>

RESULTADOS ESPERADOS
<ul style="list-style-type: none"> • Identificación precisa del color del suelo en estado seco y húmedo. • Códigos Munsell correctamente anotados (por ejemplo: 10YR 4/3 seco y 10YR 3/2 húmedo). • Interpretación básica del significado de los colores observados (presencia de materia orgánica, óxidos, etc.).

ANÁLISIS DE RESULTADOS
<ul style="list-style-type: none"> • Comparar los colores identificados con mapas o clasificaciones del INEGI u otras fuentes para vincular color con características edáficas.

- Interpretar qué implica un color oscuro, rojizo, grisáceo, etc., en función del ambiente edáfico.
- Establecer inferencias sobre el drenaje, aireación y composición del suelo.

CONCLUSIONES Y REFLEXIONES

- El color del suelo es un indicador indirecto de su composición química y condiciones ambientales.
- La humedad del suelo puede modificar sustancialmente su apariencia, por lo que es importante evaluar ambos estados.
- La observación detallada mejora la toma de decisiones en el diagnóstico del suelo y su manejo agronómico.

ACTIVIDADES COMPLEMENTARIAS

- Comparar el color de suelos de distintas profundidades o zonas del terreno.
- Realizar una galería fotográfica de suelos y sus colores con codificación Munsell.
- Investigar qué tipos de suelo predominan en su región y sus características cromáticas.

EVALUACIÓN Y EVIDENCIAS DE APRENDIZAJE

Criterios de evaluación	Identificación correcta de colores Munsell (25%) Precisión en el registro de datos y códigos (20%) Interpretación del significado del color del suelo (20%) Participación y actitud colaborativa en equipo (15%) Calidad de reflexión o producto final (20%)
Rúbricas o listas de cotejo para valorar desempeño	Rúbrica de Práctica de laboratorio
Formatos de reporte de prácticas	Registro correcto de observaciones y códigos Munsell Reporte de práctica con interpretación de resultados Participación activa en el análisis grupal Reflexión escrita o actividad creativa (mapa cromático)

NOMBRE DE LA PRÁCTICA	Determinación del pH del Suelo Medido en Agua (Método AS-02)
COMPETENCIA DE LA PRÁCTICA	Determinar el pH del suelo para evaluar la acidez o alcalinidad y su implicación en la fertilidad, utilizando el método electrométrico AS-02, en condiciones de laboratorio, con responsabilidad técnica y rigurosidad científica.

FUNDAMENTO TEÓRICO
El pH del suelo es un indicador crucial del ambiente químico donde se desarrollan las raíces. Influye en la disponibilidad de nutrientes, la actividad microbiana, la estructura del suelo y la eficacia de fertilizantes. El método AS-02 mide el pH mediante un potenciómetro con electrodo de vidrio, utilizando una relación suelo:agua de 1:2. Factores como materia orgánica, sales solubles, presión de CO ₂ y textura del suelo influyen en el valor de pH registrado. Esta medición se basa en la actividad del ion H ⁺ , expresada en una escala logarítmica.

MATERIALES, EQUIPAMIENTO Y/O REACTIVOS
<p>Materiales y equipos:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Potenciómetro (medidor de pH) con electrodo de vidrio • Balanza analítica (sensibilidad 0.1 g) • Frascos de boca ancha (50–100 ml) • Pipeta volumétrica de 20 ml • Varilla de vidrio (agitador) • Piceta <p>Reactivos:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Agua destilada o desionizada • Soluciones buffer pH 4.00, 7.00 y 10.00

PROCEDIMIENTO O METODOLOGÍA
<ol style="list-style-type: none"> 1. Pesar 10 g de suelo seco y colocarlos en un frasco de vidrio/plástico. 2. Agregar 20 ml de agua destilada. 3. Agitar manualmente con la varilla cada 5 minutos durante 30 minutos. 4. Dejar reposar 15 minutos. 5. Calibrar el potenciómetro con soluciones buffer (dependiendo del rango esperado). 6. Agitar la suspensión y colocar el electrodo en la mezcla. 7. Leer y registrar el valor de pH cuando la lectura se estabilice. <ul style="list-style-type: none"> •

RESULTADOS ESPERADOS
<ul style="list-style-type: none"> • Registro numérico del pH con una cifra decimal. • Identificación de la acidez o alcalinidad del suelo según la clasificación estándar.

ANÁLISIS DE RESULTADOS

Clasificación	pH
Fuertemente ácido	< 5.0
Moderadamente ácido	5.1 - 6.5
Neutro	6.6 - 7.3
Medianamente alcalino	7.4 - 8.5
Fuertemente alcalino	> 8.5

Se debe interpretar el resultado en función del tipo de cultivo y su tolerancia a distintos niveles de pH. Comparar el valor con suelos ideales para horticultura.

CONCLUSIONES Y REFLEXIONES

- El pH es un parámetro crítico que condiciona la absorción de nutrientes.
- Determinarlo permite ajustar prácticas como encalado o acidificación.
- La lectura correcta depende de la buena calibración y preparación de la muestra.
-

ACTIVIDADES COMPLEMENTARIAS

- Investigar el pH ideal para tres cultivos hortícolas de interés.
- Simular una corrección del pH usando materiales enmiendas (cal o azufre).
- Graficar valores de pH de diferentes muestras y analizar patrones.

EVALUACIÓN Y EVIDENCIAS DE APRENDIZAJE

Criterios de evaluación	Precisión en el registro de datos (25%) Aplicación correcta del procedimiento (25%) Interpretación técnica del pH (20%) Presentación del informe técnico (15%) Reflexión y propuestas de manejo del pH (15%)
Rúbricas o listas de cotejo para valorar desempeño	Rúbrica de Práctica de laboratorio
Formatos de reporte de prácticas	Registro de resultados de laboratorio Hoja de interpretación con clasificación de pH

NOMBRE DE LA PRÁCTICA	Determinación de Materia Orgánica Total del Suelo por combustión seca
COMPETENCIA DE LA PRÁCTICA	Determinar el contenido de materia orgánica total con la finalidad de evaluar el potencial productivo y biológico del suelo, mediante combustión seca en mufla a temperatura controlada, en el laboratorio de edafología, aplicando el pensamiento analítico en la interpretación de resultados.

FUNDAMENTO TEÓRICO

La materia orgánica del suelo (MOS) incluye restos de organismos vegetales y animales en descomposición, compuestos húmicos, y productos derivados de la actividad microbiana. Es esencial para la fertilidad del suelo, ya que mejora su estructura, retención de agua, aireación y capacidad de intercambio de nutrientes.

Una forma indirecta de medir la materia orgánica total es cuantificando la pérdida de masa por combustión a temperaturas entre 450 y 500 °C, lo que elimina los compuestos orgánicos volátiles sin afectar significativamente los componentes minerales del suelo.

MATERIALES, EQUIPAMIENTO Y/O REACTIVOS

- Mufla (Thermolyne o equivalente)
- Balanza analítica digital
- Crisol de porcelana
- Desecador
- Pinzas para crisol
- Espátula
- Muestra de suelo seco tamizado (malla 2.0 mm)

PROCEDIMIENTO O METODOLOGÍA

1. Conectar la balanza y permitir su estabilización durante 15 minutos.
2. Pesar un crisol limpio y seco; registrar el peso (P_1).
3. Añadir ~2 g de suelo seco y tamizado directamente sobre la balanza y registrar el nuevo peso (P_2).
4. Colocar el crisol en la mufla, precalentada a 450–500 °C.
5. Incinerar durante 2 horas a temperatura constante.
6. Retirar el crisol con pinzas y colocar en un desecador hasta enfriar.
7. Pesar el crisol con suelo incinerado y registrar (P_3).
8. Realizar los cálculos para determinar el % de materia orgánica total.

$$\% \text{ MATERIA ORGANICA TOTAL} = \left(\frac{\text{PESO DE LA CENIZA}}{\text{PESO DE LA MUESTRA}} \right) \times 100$$

PESO DE LA CENIZA = PESO DE LA MUESTRA SECA – PESO DE LA MUESTRA INCINERADA

PESO DE LA MUESTRA SECA = (PESO DEL CRISOL + SUELO SECO) – PESO DEL CRISOL

PESO DE LA MUESTRA INCINERADA = (PESO DEL CRISOL + SUELO INCINERADO) – PESO DEL CRISOL

ETIQUETA _____

PESO DEL CRISOL _____

PESO DEL CRISOL + MUESTRA SECA _____

PESO DEL CRISOL + MUESTRA INCINERADA _____

PESO DE LA MUESTRA SECA _____

PESO DE LA MUESTRA INCINERADA _____

PESO DE LAS CENIZAS _____

% DE MATERIA ORGANICA TOTAL _____

RESULTADOS ESPERADOS

- Obtención del peso de la muestra antes y después de la incineración.
- Determinación del peso de la materia orgánica perdida por combustión.
- Cálculo porcentual del contenido de materia orgánica total del suelo.

ANÁLISIS DE RESULTADOS

- Comparar el porcentaje obtenido con valores típicos de distintos tipos de suelo.
- Relacionar el contenido de MOS con el color del suelo, su estructura y textura.
- Evaluar la influencia del manejo agrícola en el contenido de materia orgánica.

CONCLUSIONES Y REFLEXIONES

- El método de combustión seca permite una estimación sencilla y útil de la MOS.
- Suelos con baja materia orgánica pueden requerir estrategias de manejo sostenible como incorporación de abonos orgánicos.
- Reflexionar sobre cómo las prácticas agrícolas influyen en la salud del suelo.

ACTIVIDADES COMPLEMENTARIAS

- Investigar técnicas alternativas de medición de materia orgánica (Walkley-Black, pérdida por ignición, espectroscopía).
- Elaborar un mapa del contenido de MOS en diferentes parcelas de cultivo.
- Diseñar una propuesta de mejora del contenido de MOS para un tipo de suelo degradado.

EVALUACIÓN Y EVIDENCIAS DE APRENDIZAJE

Criterios de evaluación	Registro correcto de datos y pesos (20%) Cálculos realizados con precisión (20%) Análisis coherente de resultados (20%) Participación individual y en equipo (15%) Presentación y reflexión del reporte (25%)
Rúbricas o listas de cotejo para valorar desempeño	Rúbrica de Práctica de laboratorio
Formatos de reporte de prácticas	<ul style="list-style-type: none"> • Hoja de registro con cálculos completos • Reporte de laboratorio con análisis e interpretación • Participación activa en el laboratorio y reflexión final escrita

NOMBRE DE LA PRÁCTICA	Estimación de la Capacidad de Intercambio Catiónico (CIC) del Suelo
COMPETENCIA DE LA PRÁCTICA	Estimar la capacidad de intercambio catiónico del suelo con la finalidad de evaluar su potencial de fertilidad, a partir del análisis de datos previos de textura y materia orgánica, en un contexto de diagnóstico edafológico, desarrollando pensamiento analítico y toma de decisiones técnicas.

FUNDAMENTO TEÓRICO	
<p>La Capacidad de Intercambio Catiónico (CIC) es una propiedad fundamental del suelo que indica su habilidad para retener y liberar cationes nutritivos como K^+, Ca^{2+}, Mg^{2+}, y NH_4^+. Esta capacidad está fuertemente influenciada por la proporción de arcilla y materia orgánica presentes. Texturas arcillosas y suelos ricos en materia orgánica presentan mayor CIC, lo que se traduce en mayor fertilidad potencial y mejor respuesta al manejo agronómico. La fórmula utilizada en esta práctica es una estimación basada en estudios empíricos que correlacionan la materia orgánica y el contenido de arcilla con la CIC.</p>	

MATERIALES, EQUIPAMIENTO Y/O REACTIVOS	
<ul style="list-style-type: none"> • Calculadora o software de hoja de cálculo • Resultados previos de: <ul style="list-style-type: none"> ○ Porcentaje de materia orgánica total ○ Porcentaje de arcilla (obtenido por método de Bouyoucos) • Hoja de registro • Tabla de interpretación de la CIC 	

PROCEDIMIENTO O METODOLOGÍA		
<ol style="list-style-type: none"> 1. Recuperar el porcentaje de materia orgánica total de la práctica anterior. 2. Recuperar el porcentaje de arcilla obtenido en la práctica de textura por el método del hidrómetro de Bouyoucos. 3. Aplicar la siguiente fórmula para calcular la CIC: <p>CIC estimada (Meq/100g de suelo) = (% de M.O. × 2) + (% de arcilla × 0.5)</p> <ol style="list-style-type: none"> 4. Interpretar el resultado con base en la siguiente tabla: 		
CIC Meq/100 g de suelo	Interpretación	Textura
0-6	Muy pobre	Arenosa
6-12	Pobre	Areno francos y Franco arenosa
12-25	Mediana	Franco, Franco limoso, Franco arcillo limoso y Franco arcillo arenoso
25-40	Alta	Limoso, Franco arcilloso, Arcillo arenoso y arcillo limoso
>40	Muy alta	Arcillosa

RESULTADOS ESPERADOS

Estimación correcta de la CIC en Meq/100g de suelo
Relación cuantitativa entre CIC y tipo de textura
Diagnóstico básico del potencial de fertilidad del suelo

ANÁLISIS DE RESULTADOS

- Comparar la CIC obtenida con los valores estándar según textura.
- Evaluar si la CIC se corresponde con lo esperado dada la textura y el contenido de materia orgánica.
- Relacionar la CIC con posibles recomendaciones de manejo del suelo (por ejemplo, uso de fertilizantes o enmiendas).

CONCLUSIONES Y REFLEXIONES

- La CIC es un indicador clave de la fertilidad del suelo.
- Su relación directa con la materia orgánica y arcilla permite hacer estimaciones rápidas y útiles.
- Comprender esta propiedad permite tomar decisiones más informadas para el manejo hortícola.

ACTIVIDADES COMPLEMENTARIAS

- Estimar la CIC de suelos contrastantes (arenoso vs. arcilloso).
- Realizar una tabla comparativa entre CIC estimada y resultados de laboratorio.
- Investigar prácticas agronómicas para suelos con CIC baja, media y alta.

EVALUACIÓN Y EVIDENCIAS DE APRENDIZAJE

Criterios de evaluación	Precisión del cálculo de la CIC (25%) Interpretación técnica adecuada (25%) Relación de CIC con textura y M.O. (20%) Presentación clara del reporte (15%) Reflexión crítica sobre los resultados (15%)
Rúbricas o listas de cotejo para valorar desempeño	Rúbrica de Práctica de laboratorio
Formatos de reporte de prácticas	<ul style="list-style-type: none"> • Hoja de cálculo con fórmula aplicada • Registro de resultados y tabla de interpretación • Resumen con diagnóstico y recomendaciones de manejo • Reflexión escrita sobre la utilidad de la CIC

NOMBRE DE LA PRÁCTICA	Medición de la Conductividad Eléctrica en el Extracto de Saturación del Suelo (Método AS-18)
COMPETENCIA DE LA PRÁCTICA	Aplicar el método AS-18 para medir la conductividad eléctrica del extracto de saturación del suelo, con el uso de un conductímetro calibrado, bajo condiciones de laboratorio estandarizadas, en el contexto de análisis de salinidad agrícola, desarrollando precisión técnica y pensamiento analítico.

FUNDAMENTO TEÓRICO	
<p>La conductividad eléctrica (CE) del extracto de saturación es una medición indirecta de la concentración de sales solubles en el suelo, las cuales afectan la disponibilidad de agua y nutrientes a las plantas. El método AS-18 se basa en una medición electrométrica de la conductancia específica, utilizando un conductímetro con celda de conductividad. La CE se expresa en decisiemens por metro ($\text{dS}\cdot\text{m}^{-1}$) a 25 °C, siendo esencial corregir las lecturas si se registran a otra temperatura. Este parámetro es fundamental para evaluar la salinidad y tomar decisiones sobre riego y manejo de cultivos.</p>	

MATERIALES, EQUIPAMIENTO Y/O REACTIVOS	
<p>Reactivos:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Agua destilada • Solución estándar de KCl 0.010 N ($1.412 \text{ dS}\cdot\text{m}^{-1}$ a 25 °C) • Solución estándar de KCl 0.100 N ($12.900 \text{ dS}\cdot\text{m}^{-1}$ a 25 °C) • Solución para limpieza y mantenimiento de la celda <p>Material y equipo:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Conductímetro con compensación automática de temperatura • Celda de conductividad tipo flujo • Frascos plásticos o de vidrio • Filtro para obtener el extracto de saturación • Balanza analítica • Embudos, vasos de precipitados y picetas 	

PROCEDIMIENTO O METODOLOGÍA	
<ol style="list-style-type: none"> 1. Preparar el extracto de saturación del suelo mezclando el suelo seco con agua destilada hasta formar una pasta saturada. 2. Filtrar al vacío y recolectar el extracto. 3. Lavar y llenar la celda de conductividad con la solución estándar de KCl apropiada. 4. Calibrar el conductímetro siguiendo las instrucciones del fabricante. 5. Lavar y llenar la celda con el extracto de saturación. 6. Leer la conductividad eléctrica, corrigiendo el valor a 25 °C. 7. Registrar el valor expresado en $\text{dS}\cdot\text{m}^{-1}$. 	

RESULTADOS ESPERADOS

- Obtención de un valor numérico de CE ($\text{dS}\cdot\text{m}^{-1}$ a 25 °C).
- Clasificación del suelo según su nivel de salinidad.

ANÁLISIS DE RESULTADOS

Interpretación de conductividad eléctrica

CE dS m^{-1} a 25°C	Efectos
< 1.0	Efectos despreciables de la salinidad
1.1 - 2.0	Muy ligeramente salino
2.1 - 4.0	Moderadamente salino
4.1 - 8.0	Suelo salino
8.1 - 16.0	Fuertemente salino
> 16.0	Muy fuertemente salino

Interpretar los valores de CE en función del tipo de cultivo y su tolerancia a la salinidad. Considerar ajustes en riego, fertilización o enmiendas si es necesario.

CONCLUSIONES Y REFLEXIONES

- La CE es un indicador clave de la salinidad del suelo y su impacto en la productividad.
- Un adecuado manejo del suelo salino requiere de monitoreos frecuentes y decisiones agronómicas basadas en estos datos.
- La precisión en la calibración y lectura garantiza resultados confiables para la toma de decisiones.

ACTIVIDADES COMPLEMENTARIAS

- Comparar la CE entre muestras de suelos agrícolas de diferentes regiones.
- Realizar una tabla de tolerancia de cultivos hortícolas frente a la salinidad.
- Proponer prácticas agronómicas de corrección para suelos salinos.

EVALUACIÓN Y EVIDENCIAS DE APRENDIZAJE

Criterios de evaluación	<ul style="list-style-type: none"> Aplicación correcta del procedimiento (30%) Calibración adecuada del equipo (15%) Registro y presentación de resultados (20%) Análisis e interpretación técnica (20%) Propuesta de manejo o mejora (15%)
Rúbricas o listas de cotejo para valorar desempeño	Rúbrica de Práctica de Laboratorio

Formatos de reporte de prácticas

Registro del procedimiento de laboratorio
Resultados numéricos y análisis interpretativo
Informe técnico escrito

FUENTES DE INFORMACIÓN

Castellanos, J. Z., Uvalle-Bueno, J. X., & Aguilar-Santelises, A. (2009). Manual de interpretación de análisis de suelos y aguas agrícolas, plantas y ECP (2a ed.). Instituto de Recursos Hídricos, Universidad Autónoma de Chapingo.

Estrada Ramírez, E. E. 2002. Manual de prácticas de Introducción a la Agronomía. Preparatoria Agrícola. Universidad Autónoma Chapingo. 105 p.

García, A. C.G. (2004). Manual de Prácticas de Edafología. Programa de Ingeniería en Horticultura, Unidad Académica de Hermosillo. Universidad Estatal de Sonora. Hermosillo, Sonora.

Instituto INEGI. (2024). Carta Edafológica: Escala 1:250 000, Serie III [Carta Edafológica, Serie III, Escala 1:250,000]. Estados Unidos Mexicanos. (Colección: Cartas Edafológicas) [Formato Electrónico]. En: <https://www.inegi.org.mx/temas/edafologia/>

Ortíz Villanueva, Bonifacio y Ortíz Solorio, Carlos Alberto. 1990. Edafología. Editado en la Universidad Autónoma Chapingo. 7ª Edición. 394 p.

Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales. (2002). NORMA Oficial Mexicana NOM-021-RECNAT-2000, Que establece las especificaciones de fertilidad, salinidad y clasificación de suelos. Estudios, muestreo y análisis; publicada el 31 de diciembre de 2002. Diario Oficial de la Federación. Segunda Sección. México, D.F.

Velázquez, D.S. y González S. M. G (2010). Manual de Prácticas. Academia de Agronomía IV. Área de Agronomía. Preparatoria agrícola. Universidad Autónoma Chapingo. 68 p.

NORMAS TÉCNICAS APLICABLES

Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales. (2002) NORMA Oficial Mexicana NOM-021-RECNAT-2000, Que establece las especificaciones de fertilidad, salinidad y clasificación de suelos. Estudios, muestreo y análisis.

Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales. (2003). Norma Oficial Mexicana NOM-087-ECOL-SSA1-2002, Protección ambiental-Salud ambiental-Residuos peligrosos biológico-infecciosos-Clasificación y especificaciones de manejo.

Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales. (2006). Norma Oficial Mexicana NOM-052-SEMARNAT-2005. Que establece las características, el procedimiento de identificación, clasificación y los listados de los residuos peligrosos. Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales.

Secretaría del Trabajo y Previsión Social (STPS). (2009). NOM-030-STPS-2009, Servicios preventivos de seguridad y salud en el trabajo-Funciones y actividades. Diario Oficial de la Federación.



UES

Universidad Estatal de Sonora
La Fuerza del Saber Estimulará mi Espíritu

ANEXOS



- 1.- Diagramas, tablas, ejemplos de reportes
- 2.- Formatos de seguridad y protocolos adicionales
- 3.- Problemas o ejercicios de apoyo



UES

Universidad Estatal de Sonora
La Fuerza del Saber Estimulará mi Espíritu