



**Universidad Nacional
Autónoma de México**

**Facultad de Estudios
Superiores Cuautitlán**

**EDAFOLOGÍA
(PRÁCTICAS DE LABORATORIO)**

Celia Elena Valencia Islas



**Universidad Nacional
Autónoma de México**

**Facultad de Estudios
Superiores Cuautitlán**

Departamento de Ciencias Agrícolas

**Sección de suelos, sanidad
y maquinaria agrícola**

**EDAFOLOGÍA
(PRÁCTICAS DE LABORATORIO)**

Celia Elena Valencia Islas

Asignatura: Edafología

**Clave de la carrera: 11825
Clave de la asignatura: 1412**

FEBRERO A JULIO DE 2012

ÍNDICE

1.	INTRODUCCIÓN.....	7
2.	OBJETIVO GENERAL DE LA ASIGNATURA.....	7
3.	OBJETIVO DEL LABORATORIO DE EDAFOLOGÍA.....	7
4.	REGLAMENTO INTERNO DE LOS LABORATORIOS DEL DEPARTAMENTO DE CIENCIAS AGRÍCOLAS.....	10
5.	LISTA DE PRÁCTICAS DE LABORATORIO.....	15
6.	IMPORTANCIA Y UTILIDAD DE LOS ANÁLISIS EN LOS ESTUDIOS DE SUELOS.....	15
	PRÁCTICA 1. PREPARACIÓN DE MUESTRAS DE SUELO Y DESTRUCCIÓN DE MATERIA ORGÁNICA PARA LA PRÁCTICA DE TEXTURA.....	19
	PRÁCTICA 2. TEXTURA POR EL MÉTODO DE BOUYOUCOS.....	31
	PRÁCTICA 3. DETERMINACIÓN DE DENSIDAD APARENTE, DENSIDAD REAL Y PORCENTAJE DE ESPACIO POROSO.....	41
	PRÁCTICA 4. DETERMINACIÓN DE COLOR.....	49
	PRÁCTICA 5. DETERMINACIÓN DEL PORCENTAJE DE MATERIA ORGÁNICA POR EL MÉTODO DE WALKLEY Y BLA.....	55
	PRÁCTICA 6. DETERMINACIÓN DE pH REAL Y pH POTENCIAL.....	63
	PRÁCTICA 7. DETERMINACIÓN DE CALCIO Y MAGNESIO INTERCAMBIABLES POR EL MÉTODO COMPLEJO MÉTRICO CON EDTA.....	69
	PRÁCTICA 8. DETERMINACIÓN DE LA CAPACIDAD DE INTERCAMBIO CATIÓNICO.....	77
	GUÍA PARA LA ELABORACIÓN DEL TRABAJO FINAL DEL LABORATORIO DE EDAFOLOGÍA Y PARA LA INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS.....	83
	APENDICE. HOJAS DE SEGURIDAD DE LOS REACTIVOS QUE SE UTILIZAN SIN DILUIR.....	89

1. INTRODUCCIÓN

En el plan de estudios del 2004 se indica que: *“el egresado de la carrera de Ingeniería Agrícola por medio de su actividad propicia el mejoramiento de los sistemas de producción de alimentos; por lo que beneficia de manera directa a todos los sectores de la población”*.

Por lo anterior, es fundamental que la enseñanza teórica y práctica que se desarrolla en la asignatura de Edafología, contribuya a la formación de un profesionista que reconozca al suelo como su principal fuente de trabajo; del cual podrá obtener beneficios directos e indirectos, de acuerdo al uso que haga de éste, y al mantenerlo en condiciones óptimas, gracias a un manejo adecuado, evitará su deterioro y cambios irreversibles en él, además de mejorar sus propiedades productivas.

2. OBJETIVO GENERAL DE LA ASIGNATURA

Con base en los fundamentos de la ciencia del suelo, capacitar a los alumnos para distinguir la diferencia entre los suelos que pueden ser objeto de utilización agrícola, de los que no lo son. De esta manera, el alumno reconocerá las propiedades y características de los suelos que son susceptibles de sufrir modificación por parte del hombre, sin que se produzcan cambios inadecuados en éstos y visualizará el deterioro (físico, químico y biológico) que puede ocasionar al realizar un manejo inadecuado del recurso suelo.

3. OBJETIVO DEL LABORATORIO DE EDAFOLOGÍA

El alumno utilizará distintas técnicas analíticas para llevar a cabo la caracterización física y química de muestras de suelos que fueron obtenidas por medio de un muestreo planeado y hecho por él mismo; esto para que, al realizar la interpretación de los resultados de campo y laboratorio, pueda concluir sobre las características generales de los suelos de la zona de estudio; lo que le permitirá hacer por primera vez un estudio edafológico; el cual podría convertirse en una alternativa de empleo individual o grupal durante su vida profesional como ingeniero agrícola.

Para cumplir con ambos objetivos, el trabajo experimental que desarrolla el alumno de la asignatura de Edafología, comprende actividades de campo y laboratorio, las cuales lo capacitan para llevar a cabo la interpretación de los resultados obtenidos durante su trabajo experimental en el laboratorio por medio de determinaciones analíticas de las propiedades físicas y químicas del suelo muestreado por él mismo. Además, elaborará un informe final sobre las características adecuadas o inadecuadas que posee el suelo en estudio, integrando las observaciones realizadas el día de muestreo, con diversos aspectos teóricos vistos a lo largo del curso.

Es necesario que, antes de iniciar el trabajo de campo y posteriormente el trabajo de enseñanza experimental en el laboratorio, se hayan cubierto las siguientes unidades del programa teórico: I) Conceptos básicos y contexto histórico del estudio del suelo; II) Génesis de suelos, factores y procesos de formación; III) Física de suelos. También se requiere que el alumno y el profesor desarrollen las siguientes actividades:

- a) Preparación teórica para realizar el muestreo de suelos. Para esto se utiliza la lectura del libro “Muestreo de suelos preparación de muestras y guía de campo”, 2002, Valencia. I. C. E. y Hernández B. A. UNAM, México, 131 pp. ISBN 968-36-9885-9; con el que los alumnos llevarán a cabo la resolución de cuestionarios y podrán participar en discusiones grupales.
- b) Presentación de fotografías de muestreos realizados por alumnos de la asignatura en semestres anteriores, señalando los aspectos acertados o no al realizar esta actividad.
- c) Selección del diseño de muestreo en campo y ubicación teórica de los puntos de muestreo en un croquis del sitio de estudio y ubicación del pozo de muestreo (trabajo de gabinete).
- d) El día de muestreo, los equipos de trabajo tienen dos opciones para la recolección de las muestras:
 - Excavación y descripción del pozo de muestreo, utilizando la guía de campo que se presenta en el libro de muestreo. Llenado de la hoja de reporte.
 - Ubicación práctica de los puntos de muestreo de acuerdo al diseño seleccionado durante el trabajo de gabinete y la toma de muestras.
- e) En ambas actividades, el muestreo de suelos incluye el recorrido, medida y descripción de la zona de estudio. Además, se toman las muestras a la profundidad acordada durante el trabajo de gabinete; y posteriormente, serán analizadas durante la parte experimental en el laboratorio.
- f) Ya obtenidas las muestras, el alumno las trasladará al lugar en el que llevará a cabo el secado de las mismas y posteriormente las llevará al laboratorio en donde las preparará para poder iniciar el trabajo experimental de acuerdo al calendario de prácticas.

El trabajo experimental en el laboratorio de edafología comprende las siguientes actividades:

1. Determinación de las características físicas y químicas de las muestras, de acuerdo a los procedimientos descritos en este manual.
2. Entrega de los resultados analíticos o experimentales, al final de cada práctica, en cuadros similares a los que aparecen en el manual. Los alumnos deberán realizarlos previamente por duplicado para que el equipo conserve una copia.
3. En caso necesario, se harán los cálculos de cada una de las determinaciones realizadas, se deberán vaciar los resultados en los cuadros correspondientes y se interpretarán de acuerdo a lo ya visto en la clase teórica y las tablas que aparecen en el manual. Los cuadros se entregarán obligatoriamente a la siguiente semana de hacer la práctica.
4. Al concluir todas las sesiones de laboratorio, los alumnos discutirán en equipo los resultados, y elaborarán el informe final de laboratorio (trabajo de gabinete), utilizando la “Guía para la elaboración del trabajo final del laboratorio de edafología y para la interpretación de resultados”, que aparece al final de este manual y en la que se encuentran los parámetros finales de evaluación.
5. Concluirán sobre las características adecuadas o inadecuadas que posee el suelo en estudio, integrando las observaciones realizadas el día de muestreo, las tablas de resultados finales de todas las muestras analizadas por el grupo (que les serán proporcionadas por el profesor de laboratorio), y los diversos aspectos teóricos vistos a lo largo de todo el curso, el cual ya debe haber finalizado.

Estas actividades son semejantes a las que desarrollarán durante su vida profesional como ingenieros agrícolas.

- I. Realizar el muestreo.
- II. Enviar las muestras a un laboratorio especializado para que sean analizadas.
- III. Recibir tablas de resultados que deberán interpretar para conocer las características generales del suelo en estudio.
- IV. Sugerir el manejo y solución de los problemas existentes, a través de las observaciones de campo y los resultados de laboratorio.

4. REGLAMENTO INTERNO DE LOS LABORATORIOS DEL PEPARTAMENTO DE CIENCIAS AGRÍCOLAS

	UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES CUAUTITLÁN SECRETARÍA DE PLANEACIÓN DEPARTAMENTO DE CERTIFICACIÓN
	REGLAMENTO INTERNO DE LOS LABORATORIOS DEL DEPARTAMENTO DE CIENCIAS AGRÍCOLAS

CAPÍTULO PRIMERO. DISPOSICIONES GENERALES

Artículo 1. El presente reglamento tiene por objeto establecer las normas relativas a la organización y funcionamiento de los laboratorios pertenecientes al Departamento de Ciencias Agrícolas.

Artículo 2. Para los efectos del presente reglamento, se entenderá por usuarios:

- I. Los alumnos de la carrera de Ingeniería Agrícola que oficialmente se encuentren inscritos y se encuentren cursando alguna asignatura que requiera la realización de prácticas en los laboratorios, algún trabajo de investigación o servicio social.
- II. Los académicos de la facultad que estén impartiendo alguna de las asignaturas adscritas a alguno de los laboratorios o que requieran el uso de ese espacio, previa autorización del responsable del laboratorio.
- III. Los estudiantes que, al haber concluido con sus estudios, se encuentren desarrollando alguna de las opciones señaladas en el Reglamento de Evaluaciones de la Facultad de Estudios Superiores Cuautitlán para obtener su titulación. Previa solicitud al responsable del área en la que se esté desarrollando la opción por titulación, que demuestre que se necesita el laboratorio para su trabajo.
- IV. Personal administrativo adscrito al laboratorio.

Artículo 3. Las disposiciones de este reglamento son de orden general y se aplicarán sin perjuicio de las particularidades que cada laboratorio tenga, de acuerdo a las actividades propias de cada asignatura práctica que se imparta en ellos.

CAPÍTULO SEGUNDO. DE LA ESTRUCTURA

Artículo 4. La administración, vigilancia y operación de equipo especializado depende directamente del departamento de Ciencias Agrícolas a través del responsable del laboratorio, el cual se auxiliará para ejercer sus funciones, del personal administrativo adscrito al laboratorio.

Artículo 5. El responsable de laboratorio tiene como funciones:

- I. Dirigir el laboratorio de acuerdo a su reglamento.
- II. Velar por el buen funcionamiento del equipo a su cargo.
- III. Coordinar las actividades académicas del laboratorio.
- IV. Coordinar las actividades del laboratorista y del auxiliar de laboratorio.
- V. Las demás funciones que le sean asignadas por el jefe de Departamento de Ciencias Agrícolas

Artículo 6. El jefe de laboratorio tiene como funciones:

- I. Supervisar y controlar el funcionamiento del laboratorio
- II. Elaborar y presentar informes periódicos del laboratorio.
- III. Realizar todas aquellas actividades inherentes al puesto que apruebe la comisión mixta de tabuladores.

Artículo 7. Son funciones del laboratorista:

- I. Mantener el material y equipo en condiciones de higiene y limpieza.
- II. Llevar el inventario de material, equipo y reactivos del laboratorio, reportando al responsable de laboratorio cualquier inexistencia.
- III. Reportar fallas en el equipo y el suministro eléctrico, de agua, gas y vacío.
- IV. Suministrar el material a los usuarios del laboratorio.
- V. Cumplir el horario que se le asigne para atender a las necesidades que se tengan en el laboratorio.
- VI. Realizar todas aquellas actividades inherentes al puesto que apruebe la comisión mixta de tabuladores.

Artículo 8. Son funciones del auxiliar de laboratorio:

- I. Asear, lavar, esterilizar, secar y guardar el material, instrumental, equipo y mobiliario.
- II. Apoyar en el levantamiento del inventario del laboratorio.
- III. Proporcionar, recuperar y controlar el material, sustancias, equipo e instrumental del laboratorio; reportando faltantes, desperfectos y anomalías al responsable del laboratorio.
- IV. Asear, lavar y mantener ordenado del área del laboratorio.
- V. Trasladar mobiliario y equipo de laboratorio, instrumental y sustancias a los lugares que le sean indicados.
- VI. Realizar todas aquellas actividades inherentes al puesto que apruebe la comisión mixta de tabuladores

CAPÍTULO TERCERO. DE LAS RESTRICCIONES

Artículo 9. Queda prohibido dentro de los laboratorios:

- I. Ingresar y consumir cualquier tipo de alimento o bebida.
- II. Fumar.
- III. Usar teléfono celular o localizador.
- IV. Cometer desorden, bullicio o cualquier acto de indisciplina que vaya en contra de la legislación universitaria.
- V. Realizar acciones que pongan en peligro la integridad física de los demás

usuarios del laboratorio.

- VI. Utilizar y manipular cualquier instrumento, equipo o reactivo sin autorización del profesor responsable de la práctica o del responsable del laboratorio.
- VII. El ingreso a toda persona ajena que interfiera con el desarrollo de las actividades que se realizan en éstos.
- VIII. El almacenaje de cualquier material ajeno a las labores propias del laboratorio.

Artículo 10. Se deberá respetar el horario asignado para el desarrollo de cada práctica. Los usuarios que estén desarrollando trabajos de investigación, servicio social u otros, no podrán realizar trabajos durante el horario asignado a las prácticas de las materias que se impartan en alguno de los laboratorios.

CAPITULO CUARTO. DEL USO Y LOS USUARIOS DEL LABORATORIO

Artículo 11. Todos los usuarios de los laboratorios tienen los mismos derechos y obligaciones.

Artículo 12. El usuario tiene la obligación de conocer las normas del presente reglamento para ejercer sus derechos y cumplir con las obligaciones y responsabilidades derivadas del uso del laboratorio.

Artículo 13. Los usuarios del laboratorio tendrán derecho a utilizar el material y equipo necesario para la realización de sus prácticas curriculares.

Artículo 14. Los usuarios tienen el derecho de ser atendidos con eficiencia para el desarrollo de las prácticas programadas.

Artículo 15. Los profesores que tengan programado realizar prácticas de laboratorio deberán elaborar una lista de los requerimientos al inicio del semestre para que el responsable o laboratorista proporcione el material solicitado en tiempo y forma.

Artículo 16. Para el uso de los equipos de laboratorio debe revisarse el manual de uso de cada equipo y registrar el tiempo de uso.

Artículo 17. Para el uso del equipo de laboratorio, el usuario deberá llenar el formato correspondiente y dejar credencial de la universidad. El formato deberá ser autorizado por el responsable de la práctica o responsable del laboratorio y quedará como garantía en caso de deterioro o descompostura del equipo.

Artículo 18. Los materiales y equipos deberán ser entregados a los laboratoristas en las mismas condiciones en que los recibieron. En los casos en que el manual indique algún procedimiento previo, éste deberá seguirse.

Artículo 19. El usuario conservará y mantendrá el orden y limpieza de las instalaciones y equipo del laboratorio.

Artículo 20. El usuario deberá reportar cualquier falla del equipo ante el profesor titular del grupo o responsable del laboratorio o laboratorista, inmediatamente para deslindar responsabilidades.

Artículo 21. Está prohibido a los alumnos el paso al interior de los anexos.

Artículo 22. Cuando el manual de prácticas lo indique los usuarios deberán usar: bata, lentes de protección, guantes, o ropa especial.

Artículo 23. El tiempo de tolerancia para llegar y entrar al laboratorio será fijado por el responsable de la práctica.

Artículo 24. Al término de la práctica, cerciorarse que las llaves de gas, vacío y agua queden cerradas y que el equipo eléctrico quede desconectado.

Artículo 25. Los residuos generados durante la realización del trabajo experimental, deberán manejarse de acuerdo al procedimiento específico para el desarrollo de la enseñanza experimental en el nivel licenciatura de los laboratorios de Ciencias Agrícolas.

Artículo 26. En caso de accidente, se debe avisar inmediatamente al profesor o a los laboratoristas.

CAPÍTULO QUINTO. DE LAS SANCIONES

Artículo 27. Toda persona ajena que ingrese sin la autorización correspondiente, se hará responsable de los daños que se ocasionen a los experimentos o prácticas que se realizan y se fincará responsabilidad de acuerdo a la legislación universitaria vigente.

Artículo 28. El material consumible que sea extraviado o deteriorado por el usuario deberá ser reemplazado por éste.

Artículo 29. Cualquier uso indebido del laboratorio, equipo u otros recursos dará lugar, según la gravedad y circunstancias del caso, a cualquiera de las sanciones que aplican en la legislación universitaria.

ARTÍCULOS TRANSITORIOS

Primero. Todo lo no previsto en el presente reglamento será turnado para su solución al H. Consejo Técnico de la Facultad de Estudios Superiores Cuautitlán.

5. LISTA DE PRÁCTICAS DE LABORATORIO

Número de práctica	Título de la práctica	Unidad temática en el programa de la asignatura
Práctica 1	Preparación de muestras de suelo y destrucción de materia orgánica para la práctica de textura	UNIDAD III. Física de suelos
Práctica 2	Textura por el método de Bouyoucos	UNIDAD III. Física de suelos
Práctica 3	Determinación de densidad aparente, densidad real y porcentaje de espacio poroso	UNIDAD III. Física de suelos
Práctica 4	Determinación de color	UNIDAD III. Física de suelos
Práctica 5	Determinación del porcentaje de materia orgánica por el método de Walkley y Black	UNIDAD IV. Bioquímica de suelos
Práctica 6	Determinación de pH real y pH potencial	UNIDAD V. Fisicoquímica de suelos
Práctica 7	Determinación de calcio y magnesio intercambiables por el método complejométrico con EDTA	UNIDAD V. Fisicoquímica de suelos
Práctica 8	Determinación de la capacidad de intercambio catiónico	UNIDAD V. Fisicoquímica de suelos

6. IMPORTANCIA Y UTILIDAD DE LOS ANÁLISIS EN LOS ESTUDIOS DE SUELOS

La selección de los distintos análisis físicos, químicos, fisicoquímicos, microbiológicos y bioquímicos que se pueden hacer a un suelo, dependen del tipo de estudio. Las determinaciones físicas y químicas sirven para caracterizar o identificar algún problema y saber si requiere del acondicionamiento mecánico o de la adición de algún nutrimento al suelo.

Cada estudio requiere, de acuerdo a sus objetivos, que sólo se realicen aquellas determinaciones analíticas que sirvan para caracterizar, identificar y resolver el problema existente. De acuerdo a la finalidad del estudio de suelos, se sugiere la siguiente división de las determinaciones analíticas básicas que se deben realizar en las muestras de suelo para no desperdiciar recursos económicos:

1) Evaluar la fertilidad

Se requiere determinar: textura, densidad aparente, densidad real, porcentaje de espacio poroso, pH, capacidad de intercambio catiónico, porcentaje de materia orgánica.; macro elementos (nitrógeno, fósforo, potasio, calcio, magnesio) y micro elementos (de acuerdo a las necesidades del cultivo) que están disponibles o no para las plantas.

Estos parámetros informan de las propiedades físicas y químicas que condicionan la temperatura y la distribución del agua y el aire en el suelo, y sirven para conocer la disponibilidad de los nutrimentos para las plantas.

2) Determinar el nivel de salinidad y/o sodicidad

Se requiere determinar: conductividad eléctrica, bases intercambiables, PSI, pH así como la composición iónica del extracto de saturación (tipo de cationes y aniones que pueden afectar las características del suelo). Se recomienda determinar también algunos elementos de fertilidad, de acuerdo a las necesidades particulares, además de otras características del suelo, como boro, alcalinidad, carbonato de sodio residual, porcentaje de carbonato y yeso, entre otras.

3) Evaluar la contaminación

Se requiere realizar la cuantificación de metales pesados, detergentes, residuos de plaguicidas y otros contaminantes, y en general materiales no biodegradables que se acumulan en los suelos y pueden ser tóxicos. Además, se necesita información de los microorganismos patógenos que se encuentren

en niveles que puedan provocar enfermedades.

4) Caracterización microbiológica y bioquímica del suelo

Estos análisis sirven para identificar a los microorganismos existentes en los suelos y que son responsables de los principales procesos biológicos que se realizan en ellos. Por ejemplo, los ciclos biogeoquímicos del nitrógeno, fósforo, carbono, azufre, etc. También pueden caracterizarse, por medio del fraccionamiento de materia orgánica, diferentes grupos y especies químicas que por procesos biológicos se encuentran en el suelo.

5) Clasificación del suelo

Se requiere de la descripción detallada del perfil del suelo en el campo y su delimitación en horizontes, complementada por determinaciones analíticas como: textura, color, densidad aparente, densidad real, porcentaje de espacio poroso, pH, capacidad de intercambio catiónico, porcentaje de materia orgánica, bases intercambiables, conductividad eléctrica, PSI, cuantificación de macro y micro elementos, entre otras.

Analizar una serie de muestras de suelos de una zona puede servir para:

- Determinar las condiciones generales del suelo.
- Localizar áreas con deficiencias nutrimentales, para confirmar o descartar síntomas de deficiencias en un cultivo.
- Sugerir prácticas de manejo, fertilización o abonado, tomando en cuenta las condiciones particulares del suelo.
- Calcular dosis de fertilización, abonado y aplicación de mejoradores químicos, comprobando su eficacia en un suelo con problemas.
- Verificar el nivel residual de los nutrimentos aplicados por fertilización o abonado y así evitar desbalance nutrimental y disminución en la producción.
- Optimizar los recursos en cada estudio, al adicionar únicamente los elementos faltantes para no gastar en nutrimentos que están en dosis adecuadas.
- Detectar sinergismo, interacción o antagonismo entre nutrimentos.
- Identificar problemas de contaminación y determinar si es posible su recuperación.

- Confirmar o descartar diferencias entre horizontes para clasificación de suelos.

Los resultados obtenidos mediante el análisis de muestras tomadas durante un muestreo de suelos, podrán utilizarse eficientemente para tener un conocimiento del mismo sólo si:

- Todo el trabajo que implica el estudio de suelos (muestreo, preparación de muestras y análisis) se realizan de acuerdo a los objetivos del estudio y se evitan en lo posible, las fuentes de error.
- Los métodos que se utilizan para efectuar las determinaciones analíticas en el laboratorio están debidamente calibrados y validados.
- Se solicitan todas las determinaciones analíticas que son indispensables para el tipo de estudio.

Tomando en consideración lo anterior, será conveniente que el estudioso del suelo (Ing. agrícola, agrónomo, productor etc.), antes de efectuar el muestreo, elija el laboratorio especializado al que enviará las muestras de suelos, ya que esto permitirá manejar racionalmente los recursos económicos con los que cuenta. Además, le permitirá mantener el seguimiento y la continua evaluación del suelo en periodos posteriores al recurrir al mismo laboratorio.

PRÁCTICA 1

PREPARACIÓN DE MUESTRAS DE SUELO Y DESTRUCCIÓN DE MATERIA ORGÁNICA PARA LA PRÁCTICA DE TEXTURA

1. INTRODUCCIÓN

Desde el punto de vista analítico, las muestras de suelos no deben analizarse sin antes seguir un manejo adecuado de preparación, debido a que estos materiales son muy heterogéneos en su composición química, así como en el tamaño de las partículas, los residuos orgánicos que los integran y el contenido de humedad que poseen cuando son recolectadas. Sin esta preparación, los resultados obtenidos de los análisis no serán representativos.

2. OBJETIVOS

- a) Realizar la preparación de las muestras de suelo obtenidas durante la actividad de muestreo de suelos, siguiendo una serie de procedimientos como son: molido y tamizado de las muestras de suelo secas, para su posterior análisis y almacenamiento.
- b) Etiquetar las bolsas con muestras para su identificación y posterior almacenamiento.
- c) Destruir la materia orgánica de las muestras de suelo ya molidas y tamizadas que se utilizarán para la práctica 2, (Textura por el método de Bouyoucos).

3. ACTIVIDADES PREVIAS A LA PRÁCTICA

Las muestras deben secarse para evitar los cambios químicos que ocurren cuando las muestras se almacenan húmedas. En condiciones naturales, los suelos poseen niveles muy diferentes de humedad y antes de proceder al análisis deben secarse.

Los resultados de la mayoría de los análisis de suelos se expresan con base en el peso del suelo seco al aire a temperatura ambiente, para dar recomendaciones sobre dosis de fertilización o mejoradores. Los resultados analíticos que se obtienen para investigaciones de gran precisión, se expresan preferentemente con base en el peso del suelo seco a la estufa (105°C).

Sólo en circunstancias especiales se analizan suelos sin secar, pero éste nunca es el caso de las muestras que se recolectan durante el muestreo de suelos

para la asignatura de Edafología, por lo que siempre se deberán secar antes de realizar las actividades de molido y tamizado del suelo, previo a su análisis en el laboratorio.

No se recomienda secar al horno la muestra, ni tampoco directamente a los rayos solares, ya que esto puede ocasionar cambios en los niveles de algunos nutrimentos como:

- Aumento o disminución en la concentración de nitrógeno amoniacal y potasio intercambiable. Disminución en la concentración de nitritos.
- Aumento en la concentración de sulfato, nitrógeno mineralizable y del manganeso extraíble en suelos no inundados.
- Posibles cambios en la fracción fósforo extraíble.
- Aumento del pH.

Como en los laboratorios de la asignatura de Edafología no existe suficiente espacio para secar las muestras recolectadas, se requiere que el alumno después del muestreo se haga cargo de ellas para realizar su secado.

En general, para minimizar cambios físicos y químicos en las muestras, el proceso de secado al aire debe hacerse tomando las siguientes instrucciones:

- 1.- El lugar en el que se realiza el secado, debe estar libre de contaminaciones. No es conveniente hacerlo en corrales, o lugares en los que se almacenan fertilizantes o abonos, ni en lugares con mascotas o donde se puedan tener pérdidas de la muestra o adición de materiales ajenos a la muestra.



Figura 1. Secado de las muestras ya disgregadas manualmente

- 2.- Las muestras se extienden sobre papel libre de tinta o tela, en una superficie de preferencia plana, o en una bandeja de plástico, aluminio u otro tipo material, forrada con papel (Figura 1).

- 3.- Se rompen manualmente los agregados grandes para acelerar el secado (Figura 2).



Figura 2. Ruptura manual de agregados

- 4.- Se eliminan manualmente de la muestra los residuos de materia orgánica macroscópica (raíces, residuos de hojas, etc.). Si estos materiales son muy abundantes deben cuantificarse al término de la fase de secado (Figura 3).



Figura 3. Separación manual de raíces y fragmentos gruesos

- 5.- Si existen fragmentos gruesos minerales (piedras, guijarros, gravas u otros) en más del 1 % del total, se separan, se pesan y se calcula su porcentaje con base en la cantidad total de la muestra secada al aire. Cuando la cantidad es menor al 1 %, se desechan. En el caso de que en el sitio de muestreo haya evidencia de que existan concreciones, es necesario separar los fragmentos gruesos con diámetro superior a 2 mm y examinarlos con una lupa para comprobar si se tratan o no de concreciones. No deben fracturarse.
- 6.- Las muestras deben voltearse cuando menos 2 veces al día para facilitar

la pérdida de humedad. Se debe cambiar el papel o tela sobre el que se puso la muestra cada vez que sea necesario.

7.- Ya seca la muestra al aire, se procede a colocarla en una bolsa limpia con su correspondiente etiqueta y se traslada al laboratorio para molerla, tamizarla y llevar a cabo las determinaciones físicas y químicas correspondientes.

4. EQUIPO, REACTIVOS Y MATERIALES

1 tamiz con malla de 2 mm de abertura

1 balanza granataria

1 mazo de madera

1 charola de plástico

1 balanza granataria

1 espátula

1 vaso de precipitados de 400 mL por alumno

1 agitador de vidrio por muestra

1 pipetas graduadas de 10 mL por alumno

1 vaso de precipitados de 100 mL por alumno

1 trozo de manguera de hule para vacío

Agua oxigenada (H_2O_2) al 30 %

Los alumnos deberán llevar los siguientes materiales el día de la práctica:

- Etiquetas adheribles o cortes de papel
- 1 pliego de papel resistente libre de tinta (cartulina, cartoncillo, manila, estraza, etc.) para cada muestra
- 2 bolsas resistentes para cada muestra
- 1 jeringa de plástico de 50 mL por alumno (se utilizará en varias prácticas)
- Masking tape para etiquetar el material de laboratorio y las bolsas de muestras

Para la preparación de las muestras de suelos, el orden en que se realiza cada uno de los diversos procedimientos es molido, tamizado y mezclado, y depende fundamentalmente del estado de humedad, compactación y agregación de la muestra.

5. PROCEDIMIENTO EXPERIMENTAL

En esta sesión de laboratorio se realizarán diversas actividades, por lo que

cada una se describirá y se indicará su procesamiento por separado.

1) MOLIDO

El molido consiste exclusivamente en la fractura de agregados hasta que la muestra de suelo pase a través del tamiz, cuyo tamaño de malla será de acuerdo a los objetivos de los análisis que van a realizarse.

PROCEDIMIENTO DE MOLIDO

- 1.- Para el molido, las muestras se colocan sobre un papel grueso y resistente.



Figura 4. Separación manual de raíces antes del molido

- 2.- En el caso de que se observe que existen todavía algunos materiales orgánicos (raíces, fragmentos de hojas) o minerales (pequeños fragmentos de rocas), que no atravesarán el tamiz, es necesario retirarlos y no deben molerse (Figura 4).
- 3.- Los agregados se rompen golpeándolos ligeramente con un mazo de madera (Figura 5).
- 4.- Debe evitarse moler excesivamente la muestra, ya que pueden fragmentarse los materiales orgánicos y minerales gruesos, lo que alterará los resultados analíticos de la práctica de textura o la de porcentaje de materia orgánica.

Nota: No es conveniente utilizar un mortero de porcelana porque puede aumentarse el contenido de calcio en la muestra.



Figura 5. Disgregación y molido de la muestra

2) TAMIZADO

Ya que sólo tienen verdadero interés agronómico las partículas con un diámetro de 2 mm o menores, en cuya superficie se verifican casi la totalidad de los procesos físicos y químicos del suelo, las muestras deben pasarse antes de analizarlas, a través de un tamiz con malla de 2 mm de diámetro (Figura 6).



Figura 6. Tamizado de muestras

Si durante el muestreo se tomó una cantidad excesiva de muestra, no es correcto tamizar sólo una parte del total y despreciar el resto, ya que se

producen errores en la representatividad de la muestra, lo que repercutirá en los cálculos y en la interpretación de los resultados analíticos.

PROCEDIMIENTO DE TAMIZADO

- 1.- Colocar el tamiz sobre una charola de plástico, una cartulina o en un papel libre de tinta.
- 2.- Pasar la muestra a través del tamiz, agitándolo para recolectar todo el suelo.
- 3.- Sobre el papel grueso, romper los agregados de suelo que no pasaron por el tamiz, y volver a pasar la muestra a través del tamiz, como ya se indicó.
- 4.- Se continúa así, hasta que al final sólo permanezcan en el tamiz los fragmentos rocosos; los cuales, si aun son abundantes, se cuantifican por separado.

3) ETIQUETADO

La muestra ya seca, tamizada y mezclada se coloca en bolsas limpias de plástico y se etiquetan.

PROCEDIMIENTO DE ETIQUETADO

- 1.- Para que se puedan identificar posteriormente las muestras, las etiquetas se ponen de manera visible con todos los datos generales que se muestran en los cuadros 1 y 2, de acuerdo a la forma como se realizó el muestreo. Las etiquetas se deben escribir con lápiz, pluma o marcador indeleble.
- 2.- Conviene auxiliarse con una libreta de registro para conocer en todo momento la información completa de la muestra y anotar ahí los resultados experimentales de cada práctica.

Cuadros 1 y 2. Modelos de etiquetas de registro de muestras de suelo.

Cuadro 1. Modelo de etiqueta 1

TOMA DE MUESTRAS EN UN POZO DE MUESTREO A DISTINTAS PROFUNDIDADES
Información general:
Objetivos del muestreo: clasificación () evaluar fertilidad ()
Localidad en la que se hizo el muestreo:
Ubicación del pozo dentro del sitio de muestreo:
Fecha de muestreo:
Profundidad a la que fue tomada la muestra en el pozo:
Profundidad que representa la muestra:
Localidad en la que se hizo el muestreo:
Número de equipo de trabajo o nombre del responsable:

Cuadro 2. Modelo de etiqueta 2

TOMA DE MUESTRAS EN DIVERSOS POZOS DE MUESTREO (CAPA ARABLE)
Información general:
Objetivos del muestreo: evaluar fertilidad ()
Localidad en la que se hizo el muestreo:
Ubicación del punto de muestreo dentro del sitio:
Fecha de muestreo:
Número del pozo al que pertenece la muestra:
Profundidad de la muestra:
Localidad en la que se hizo el muestreo:
Número de equipo de trabajo o nombre del responsable:
Muestra individual o compuesta:

4) ALMACENAMIENTO

La mayor parte de las muestras de suelo se llevan al laboratorio con el fin de analizarlas y posteriormente deben desecharse, sobre todo si el espacio para almacenamiento del que se dispone es reducido.

Sólo las muestras de suelo que ya se han analizado y que pertenecen a zonas en las se que requerirán hacer un seguimiento justifican su almacenamiento por largo plazo o con carácter permanente.

Cuando se trata de un trabajo de investigación, conviene separar alrededor de 500g de la muestra ya preparada antes de enviarla al laboratorio, ya que sólo en pocos casos, los encargados del análisis la almacenarán durante un largo periodo y posteriormente podría ser necesario verificar alguna información.

En el caso de la asignatura de Edafología, es conveniente almacenar las muestras en bolsas dobles y convenientemente etiquetadas, únicamente en las

gavetas de los laboratorios L 111 o L 112, que indicará el profesor de laboratorio

5) DESTRUCCIÓN DE LA MATERIA ORGÁNICA EN LAS MUESTRAS DE SUELO

La determinación de la textura se hace con las muestras secas al horno a las que se les ha destruido la materia orgánica, ya que únicamente nos interesa conocer el contenido de partículas minerales, por lo que las muestras se preparan con una semana de anticipación a la determinación de la textura del suelo.

PROCEDIMIENTO DE DESTRUCCIÓN DE LA MATERIA ORGÁNICA

- 1.- Pesar 60 g. de suelo y colocarlo en un vaso de precipitados de 400 mL.



Figura 7. Destrucción de la materia orgánica

- 2.- Añadir de 10 en 10 mL, un total de 40 mL de agua oxigenada al 30 %, mezclando perfectamente después de cada adición, con un agitador de vidrio. Debe tenerse cuidado para evitar quemaduras.
- 3.- Si la reacción es aún muy vigorosa, adicionar otros 10 mL de agua oxigenada y agitar fuertemente.
- 4.- Dejar secar en la estufa a una temperatura de 100°C.
- 5.- Esta muestra, ya seca, se utilizará para la determinación de textura.



Figura 8. Agitación vigorosa



Figura 9. Secado de las muestras en la estufa

6. ORIENTACIONES PARA EL TRATAMIENTO Y DISPOSICIÓN DE RESIDUOS

Cada alumno tiene la obligación de limpiar el área que utilizó durante el trabajo de molido y tamizado, y debe depositar los residuos (papel, residuos orgánicos o fragmentos rocosos en los botes de basura respectivos).

7. EVALUACIÓN

Esta actividad se evaluará por medio de los siguientes aspectos:

- 1.- Estado de humedad de la muestra y tamaño de los agregados a moler y tamizar. Contenidos visibles de materiales orgánicos (raíces, hojas, etc.)

o minerales (piedras, gravas etc.); esto indicará si se realizó o no un buen manejo de la muestra durante el secado.

- 2.- Observación del desempeño del alumno durante la preparación de la muestra (molido y tamizado) y durante la destrucción de la materia orgánica de acuerdo a las instrucciones dadas.
- 3.- Etiquetado completo (se revisarán las bolsas etiquetadas) y almacenamiento de acuerdo a las instrucciones, así como los vasos que contiene la muestra tratada con agua oxigenada.
- 4.- Cuidado en el manejo de los reactivos durante la destrucción de la materia orgánica de la muestra.



Figura 10. Barrido del área de la preparación de muestra

- 5.- Limpieza del área de trabajo para el molido y tamizado, las mesas y tarjas del laboratorio.

8. BIBLIOGRAFÍA

1. Valencia, I. y Hernández, B. (1998). *Manual de prácticas para la caracterización física y química de muestras de suelo y composta*. México: Editado por el Colegio de Ciencias y Humanidades, plantel Atzacapotzalco (UNAM).
2. Valencia, I. y Hernández, B. (2002). *Muestreo de suelos preparación de muestras y guía de campo*. México: UNAM.

PRÁCTICA 2

TEXTURA

POR EL MÉTODO DE BOUYOUCOS

1. INTRODUCCIÓN

En el suelo, el tamaño de las partículas está relacionado con la porosidad, estructura y drenaje, así como con la retención y disponibilidad de nutrimentos en función del contenido de material mineral (arcillas, limos y arenas) que posee. Además, contribuye directamente con la capacidad de intercambio catiónico y sirve para clasificar a los suelos, como gruesos, medios o finos, lo que permite dar recomendaciones para el manejo y uso, y para implementar las prácticas de mejoramiento y conservación.

La división arbitraria del suelo en las tres fracciones, según el tamaño de las partículas minerales: arenas, limos y arcillas, y en términos de su porcentaje, recibe el nombre de textura. La parte mineral está considerada en forma cualitativa, sin establecer ningún límite en cuanto a la composición química, los grupos de los diversos tipos de partículas se denominan separados del suelo.

Para cuantificar las fracciones texturales existen varios métodos, en general basados en la ley de Stocks. Uno de los métodos para la determinación del contenido de arena, limo y arcilla sin separarlos se basa en el principio de sedimentación, se le conoce como el método de Bouyoucos, y ha sido adoptado por la mayoría de los laboratorios de análisis de suelos en México.

2. OBJETIVO

Determinar el tamaño de las partículas elementales (arenas, limos y arcillas) que integran a un suelo a través del análisis mecánico por el método de Bouyoucos.

3. ACTIVIDADES PREVIAS A LA PRÁCTICA

Previamente, se deberá destruir la materia orgánica de la muestra de suelo, de acuerdo al procedimiento descrito en la práctica No. 1.

Se deben elaborar dos tablas iguales, una en la que se entregarán los resultados experimentales al profesor de laboratorio; y otra que conservará el equipo para realizar los cálculos del análisis de las muestras por equipo. En todas las hojas de resultados se deberá indicar, nombre de la práctica, el número de equipo, los nombres de los integrantes del mismo, fecha de la determinación, fecha de entrega y grupo.

4. EQUIPO, REACTIVOS Y MATERIALES

1 balanza granataria
1 espátula
1 vaso de precipitados de 400 mL (con la muestra sin M.O.) por muestra
2 vasos de precipitados de 100 mL
1 probeta de Bouyoucos por muestra
1 varilla metálica
1 batidora con vaso de metal
2 pipetas graduadas de 5 mL
1 piseta
1 termómetro
1 hidrómetro de Bouyoucos (densímetro)
1 trozo de manguera de hule para vacío

Oxalato de sodio al ($\text{Na}_2\text{C}_2\text{O}_4$) al 1 %
Metasilicato de sodio ($\text{Na}_2\text{SiO}_3 \cdot 9\text{H}_2\text{O}$) densidad 36°
Agua destilada

Los alumnos deberán llevar el día de la práctica:

1 jeringa de plástico de 50 mL por alumno
1 cronómetro o un reloj con segundero (no se deberá utilizar el del teléfono celular)
Masking tape para etiquetar el material

5. PROCEDIMIENTO EXPERIMENTAL

Determinación del tamaño de las partículas

- 1.- Antes de pesar, es conveniente observar si la muestra de suelo seco, a la que se le destruyó la materia orgánica, está compacta o suelta. En el caso de que la muestra esté compacta, es necesario disgregarla colocándola entre dos plásticos gruesos y después golpeándola (sin triturarla) con el pistilo de un mortero (Figura 11).
- 2.- Pesar 50 g de suelo seco, al que se le destruyó la materia orgánica, y colocarlos en el vaso metálico de la batidora.
- 3.- Agregar 5 mL de solución de oxalato de sodio y 5 mL de la solución de metasilicato de sodio. Añadir agua destilada, máximo hasta la segunda marca que está antes del borde del vaso. Es indispensable no rebasar esta marca para evitar derrames o salpicaduras de la muestra durante el batido.



Figura 11. Ligera disgregación manual de las muestras

- 4.- Colocar el vaso metálico en la batidora desconectada y hasta no estar seguros de que el vaso está bien colocado se debe conectar y comenzar a batir la muestra por espacio de 15 minutos exactos, en la velocidad núm. 1 para evitar salpicaduras.



Figura 12. Agitación de la muestra

- 5.- Vaciar toda la mezcla en la probeta de Bouyoucos, manteniendo inclinado el vaso metálico (posición de vaciado), y con ayuda de una piseta, bajar todas las partículas de muestra que hayan quedado en el fondo del vaso.



Figura 13. Vaciado de la muestra

- 6.- Agregar agua hasta que el límite del líquido permanezca aproximadamente 5 cm debajo de la marca de 1130 mL.
- 7.- Introducir el hidrómetro en la probeta y completar cuidadosamente con agua hasta la marca de 1130 mL.
- 8.- Sacar el hidrómetro, y antes de agitar, se debe colocar la probeta en el lugar en que permanecerá durante las 2 horas de reposo.
- 9.- Introducir la varilla metálica a la suspensión y agitar la mezcla suelo-agua, de forma vertical (ascendente y descendente) por espacio de 60 segundos, medidos con exactitud con el cronómetro.



Figura 14. Agitación por un minuto

- 10.- Sacar la varilla e inmediatamente introducir, con mucho cuidado, el hidrómetro y tomar la lectura de densidad de la suspensión exactamente a los 40 seg. (100 seg. desde que se inició la agitación) (Figura 15).



Figura 15. Introducción del hidrómetro después de la agitación por un minuto

- 11.- Con el termómetro, medir la temperatura y anotarla junto con la lectura tomada con el hidrómetro, como primeras lecturas.



Figura 16. Lectura de la temperatura de la muestra

- 12.- Dejar reposar la probeta con la mezcla durante dos horas.
- 13.- Transcurridas exactamente las dos horas de reposo, y sin agitar nuevamente, se mide la densidad y la temperatura. Anotar los datos como segundas lecturas.



Figura 17. Segunda lectura después de las dos horas de reposo

6. ORIENTACIONES PARA EL TRATAMIENTO Y DISPOSICIÓN DE RESIDUOS

Después de tomar la segunda lectura, se deben vaciar las probetas en cubetas y estos residuos de suelo-agua se tirarán en el área de terrenos por algún alumno designado por cada equipo, ya que los reactivos que se utilizan son inocuos.



Figura 18. Manejo de residuos

7. TABLA DE RESULTADOS EXPERIMENTALES

Después de terminar la parte experimental, es obligatorio entregar al profesor de laboratorio los resultados experimentales en una tabla similar a la siguiente:

Muestra no.	Profundidad	Lectura 1	Temperatura 1	Lectura 2	Temperatura 2

Se deberá indicar, el nombre de la práctica, el número de equipo, los nombres de los integrantes del mismo, fecha de la determinación, fecha de entrega y grupo.

8. CÁLCULOS

Debido a que la densidad es una propiedad que varía con la temperatura y el hidrómetro está calibrado a 20°C, es necesario realizar la corrección de las lecturas de acuerdo a la siguiente formula:

$$L. C. = [(T \text{ de la muestra} - T \text{ del hidrómetro}) 0.18] + \text{Lectura leída}$$

En donde:

L. C. = Lectura corregida

T del hidrómetro = La temperatura de calibración del hidrómetro es igual a 20.

Posteriormente, se realiza el cálculo del porcentaje de limos más el porcentaje de arcillas:

$$\% \text{ de limos} + \% \text{ Arcillas} = \frac{\text{Primera L. C.}}{\text{g. de muestra}} \times 100$$

Enseguida, se calcula el porcentaje de arcillas:

$$\% \text{ Arcillas} = \frac{\text{Segunda L. C.}}{\text{g. de muestra}} \times 100$$

El porcentaje de limos se calcula de la diferencia de los dos cálculos anteriores:

$$\% \text{ de limos} = [(\% \text{ de limos} + \% \text{ Arcillas}) - \% \text{ de Arcillas}]$$

Por último, se sabe que:

$$\% \text{ de Arenas} + \% \text{ de limos} + \% \text{ Arcillas} = 100$$

Y por lo tanto:

$$\% \text{ Arenas} = [100 - (\% \text{ de limos} + \% \text{ Arcillas})]$$

Después de calcular los porcentajes de los tres separados de suelo, se llevan al triángulo de texturas los valores obtenidos del porcentaje de arcillas, porcentaje de limos y porcentaje de arenas para determinar la clasificación textural de la muestra.

Con la finalidad de dar recomendaciones acerca de un manejo adecuado, las doce clases texturales del triángulo de texturas se separan sólo en los tres grupos siguientes:

- Textura gruesa. Comprende las texturas arenosas.
- Textura media. Comprende el limo y las texturas francas o migajosas.
- Textura fina. Comprende la arcilla y texturas arcillosas.

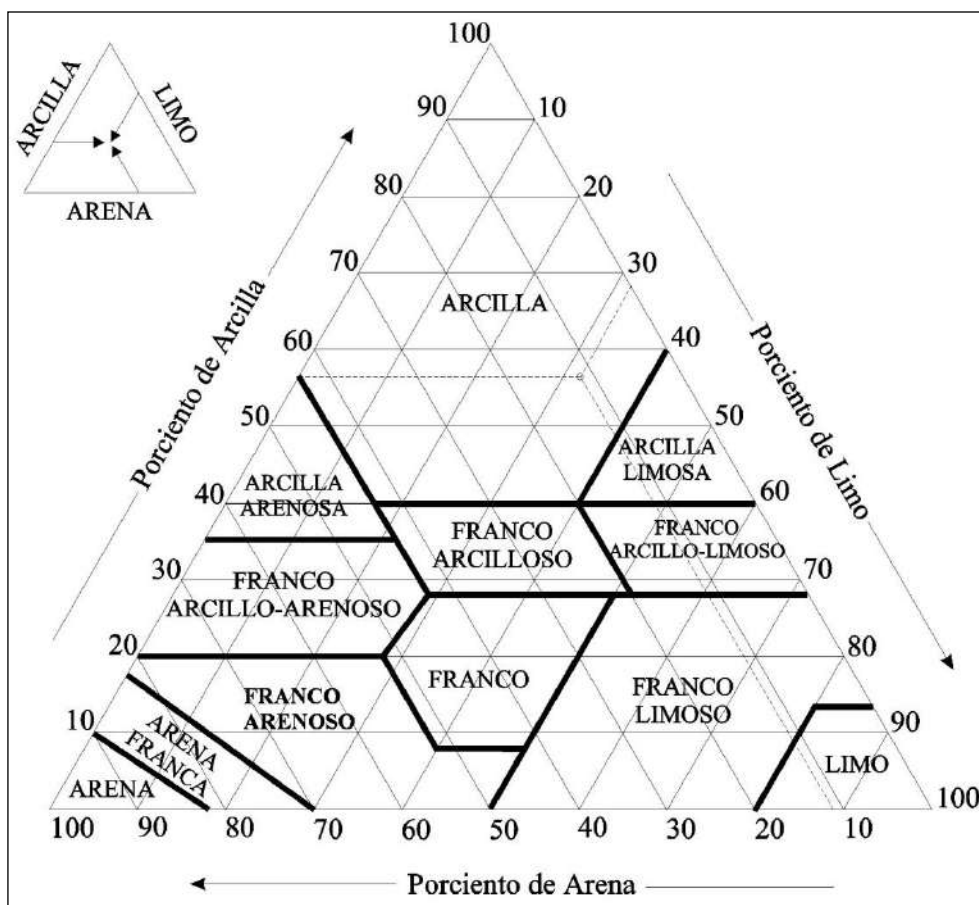


Figura 19. Triángulo de texturas

9. TABLA DE REPORTE DE RESULTADOS

A la semana siguiente, después de hacer los cálculos, se deberá entregar la siguiente tabla:

MUESTRA No.	% Arenas	% Limos	% Arcillas	Clasificación textural

También se deberá indicar, el nombre de la práctica, el número de equipo, los nombres de los integrantes del mismo, fecha de la determinación, fecha de entrega y grupo.

Todos estos datos, junto con los datos de los otros equipos, formarán parte del informe final.

10. BIBLIOGRAFÍA

1. Cavazos, T. y Rodríguez, O. (1992). *Física de suelos*. México: Trillas.
2. López Ritas, J. (1985). *El diagnóstico de suelos y plantas: métodos de campo y laboratorio*. Madrid. España: Mundi-prensa.
3. Palmer, G. Robert. (1979). *Introducción a la Ciencia del Suelo (Manual de Laboratorio)*. Editor, S. A. .
4. Primo Yúfera, E. y Carrasco Dorrien, J. (1973). *Química agrícola (suelos y fertilizantes, plaguicidas y fitorreguladores y alimentos)*. España: Alhambra.
5. Valencia Islas Celia E. y Hernández Beltrán Arcadia. (1998). *Manual de Prácticas para la caracterización Física y Química de muestras de suelo y Composta*. México: Reporte técnico proyecto PAPIME. FESC/UNAM, CCH Azcapotzalco.

PRÁCTICA 3

DETERMINACIÓN DE DENSIDAD APARENTE, DENSIDAD REAL Y PORCENTAJE DE ESPACIO POROSO

1. INTRODUCCIÓN

Se define a la densidad (D), o peso específico, como a la relación de la masa de un material por unidad de su volumen (V).

$$D \equiv \frac{M}{V}$$

La densidad aparente del suelo, es la masa o peso de una unidad de volumen total de suelo seco. El volumen total comprende al ocupado por el material sólido (orgánico y/o mineral) y por el espacio poroso, se utiliza para calcular el peso de un volumen de suelo, el cual se toma como base para transformar a Kg/Ha los resultados analíticos de los nutrimentos reportados en partes por millón (ppm) y miliequivalentes/100 g de suelo (meq/100 g), así como para el cálculo de láminas de riego y dosis de fertilizantes, abonos o mejoradores químicos (materiales de encalado o enyesado) que se aplicarán a un suelo. El aumento de la densidad aparente de un suelo, a lo largo del tiempo, también se relaciona con un manejo inadecuado que ha propiciado la compactación del mismo.

La densidad real de un suelo es la relación de la masa de las partículas sólidas de éste, sin incluir la masa del agua y del aire del mismo. Es una manifestación de las densidades acumulativas de los constituyentes individuales orgánicos e inorgánicos sólidos que lo forman y sirve para deducir la naturaleza química de las partículas sólidas (minerales u orgánicas) más abundantes en el suelo. También se le utiliza, junto con la densidad aparente, para el cálculo del porcentaje de espacio poroso (% E.P.). Por medio del valor del % E.P. se pueden inferir las condiciones hídricas y de aireación del suelo.

2. OBJETIVO

Determinar la densidad aparente y la densidad real de las muestras de suelo y, a partir de estos valores, obtener el porcentaje de espacio poroso (% E.P.)

3. ACTIVIDADES PREVIAS A LA PRÁCTICA

Se deben elaborar 2 tablas iguales, una en la que se entregarán los resultados experimentales al profesor de laboratorio y otra que conservará el equipo para realizar los cálculos del análisis de las muestras por equipo.

En las hojas de resultados experimentales se deberá indicar, nombre de la práctica, el número de equipo, los nombres de los integrantes del mismo, fecha de la determinación, fecha de entrega y grupo.

4. EQUIPOS, REACTIVOS Y MATERIALES

1 probeta de 10 mL
2 matraces aforados de 100 mL (por muestra)
1 espátula
1 piseta
1 balanza granataria
Agua destilada
Alcohol

5. PROCEDIMIENTO EXPERIMENTAL

1) PROCEDIMIENTO DE DENSIDAD APARENTE

- 1.- Pesar una probeta (completamente seca) de 10 mL.
- 2.- Llenar la probeta con suelo seco al aire y tamizado, hasta la marca de 10 mL, procurando que caiga dentro de la probeta sin agitarla, dejando que las partículas se acomoden libremente.



Figura 20. Llenado de la probeta

- 3.- Golpear la base de la probeta, sobre la palma de la mano o la mesa del laboratorio, un promedio de diez veces, utilizando siempre la misma fuerza. (Para evitar romper la probeta, se puede colocar un cuaderno o una tela).



Figura 21. Golpear la probeta sobre un cuaderno

- 4.- Añadir cuidadosamente suelo en la probeta, hasta la marca de 10 mL, y sin volver a golpear, pesar la probeta así aforada.
- 5.- Repetir los pasos 2 a 4, de diez a quince veces, para cada muestra de suelo, de acuerdo con lo que indique el profesor de laboratorio.
- 6.- Si durante el aforo se sobrepasan los 10 mL, es necesario hacer esta repetición nuevamente.

2) PROCEDIMIENTO DENSIDAD REAL

- 1.- Colocar en un matraz aforado de 100 mL completamente seco, 20 g de suelo seco al aire previamente pesado, evitando pérdidas de muestra.
- 2.- Agregar lentamente agua destilada al matraz con suelo girándolo y agitándolo suavemente para facilitar el desalojo del aire atrapado en el fondo del matraz (Figura 23).
- 3.- Se añade agua destilada hasta 3 cm antes del inicio el cuello del matraz, y se agita vigorosamente en forma circular el tiempo que sea necesario para desalojar todo el aire, evitando la formación de espuma.
- 4.- Si después de agitar, se observa que ya casi no hay desprendimiento de burbujas, se añade agua hasta cerca del cuello del matraz, se agita

nuevamente en forma circular y se deja reposar unos minutos hasta que ya no existan burbujas o formación de espuma. Se vuelve a agitar todas las veces que sea necesario.



Figura 22. Pesado de las muestras



Figura 23. Desplazamiento del aire de las muestras girando el matraz

- 5.- Antes de aforar, se debe cuidar que el cuello del matraz quede libre de partículas de suelo. Para eso, se debe dejar el cuello del matraz limpio utilizando agua.
- 6.- Aforar conservando el menisco en el límite de la marca de 100 mL.
- 7.- Pesar el matraz con la mezcla suelo-agua.



Figura 24. Matraz aforado con la mezcla suelo y agua

- 8.- Posteriormente, vaciar todo el contenido del matraz y lavarlo.
- 9.- Aforar con agua destilada el mismo matraz, ya perfectamente limpio y seco, y pesarlo.



Figura 25. Pesado del matraz con agua

Nota: Manejar por triplicado cada muestra y utilizar para cada repetición siempre el mismo matraz y la misma balanza.

6. ORIENTACIONES PARA EL TRATAMIENTO Y DISPOSICIÓN DE RESIDUOS

Los matraces con la suspensión suelo-agua, se deben vaciar en las cubetas del

laboratorio y se tirarán en el área de terrenos por algún alumno designado por cada equipo.

7. TABLAS DE RESULTADOS EXPERIMENTALES

Después de terminar la parte experimental, es obligatorio entregar al profesor de laboratorio, los resultados experimentales en tablas similares a las siguientes:

1) DENSIDAD APARENTE

MUESTRA No.:			
Repetición	Peso probeta vacía	Peso probeta + suelo	Peso suelo
1			
2			
.			
.			
15			

2) DENSIDAD REAL

MUESTRA No.:			
Repetición	Peso matraz aforado vacío	Peso matraz + suelo+ agua	Peso matraz + agua destilada
1			
2			
3			

También se deberá indicar el nombre de la práctica, el número de equipo, los nombres de los integrantes del mismo, fecha de la determinación, fecha de entrega y grupo.

8. CÁLCULOS

1) DENSIDAD APARENTE

- a) Realizar por separado los cálculos para cada una de las distintas repeticiones

$$D_{ap} = \frac{M}{V_t}$$

M = Masa suelo = [Peso (probeta + suelo) - Peso probeta]

$V_t = \text{Volumen total} = \text{Volumen de la probeta} = 10 \text{ mL} = 10 \text{ cm}^3$

- b) No se deben promediar los pesos de las muestras para calcular la densidad aparente promedio.
- c) Promediar los 10 valores obtenidos de densidad aparente para obtener la densidad aparente promedio.
- d) De los diez valores de densidad aparente obtenidos, seleccionar el valor máximo y el mínimo, reportarlos en la tabla de resultados.

2) DENSIDAD REAL

Restar el peso del matraz, para obtener todos los pesos que se sustituirán en la siguiente fórmula:

$$D_{\text{real}} = \frac{P_s}{P_s + P_{\text{H}_2\text{O}} - P(\text{S} + \text{H}_2\text{O})}$$

$P_s = \text{Peso suelo} = 20 \text{ g.}$

$P_{\text{H}_2\text{O}} = \text{Peso agua}$

$P(\text{S} + \text{H}_2\text{O}) = \text{Peso de la mezcla (suelo + agua)}$

Los tres valores de densidad real obtenidos se reportan en forma independiente para cada muestra, y después se promedian para calcular el porcentaje de E.P.

3) CÁLCULO DEL PORCENTAJE DE ESPACIO POROSO

Sustituir los valores de densidad aparente promedio y densidad real promedio obtenidos en la siguiente formula:

$$\% \text{ E.P.} = 100 \left(1 - \frac{D_{\text{ap}}}{D_{\text{real}}} \right)$$

9. TABLA DE REPORTE DE RESULTADOS

A la semana siguiente, después de hacer los cálculos, se deberá entregar la siguiente tabla:

MUESTRA No.	Densidad Aparente min.	Densidad Aparente max.	Densidad Aparente Prom.	Densidad Real min.	Densidad Real max.	Densidad Real Prom.	% EP

Para efectuar el cálculo del % E.P. es necesario utilizar los valores promedios de la densidad aparente y la densidad real, para cada muestra.

En las hojas de reporte de resultados se deberá indicar el nombre de la práctica, el número de equipo, los nombres de los integrantes, fecha de la determinación, fecha de entrega y grupo.

Todos estos datos, junto con los datos de los otros equipos, formarán parte del informe final.

10. BIBLIOGRAFÍA

1. Forsythe, W. (1985). *Física de Suelos (Manual de Laboratorio)*. San José de Costa Rica: Instituto Interamericano de cooperación para la agricultura.
2. González Cueto, A. (1975). *Métodos para el análisis Físico y Químico de Suelos, Aguas y Plantas*. México (D.F.): Secretaría de Recursos Hidráulicos (Subsecretaría de Planeación).
3. Loma de la y Oteiza, J. L. (1974). *Manual para el análisis de Suelos y Aguas*. México (D.F.): Editado por Secretaría de Recursos Hidráulicos (Dirección General de Distritos de Riego).

PRÁCTICA 4

DETERMINACIÓN DE COLOR

1. INTRODUCCIÓN

En el suelo, el color sirve para caracterizar los procesos de coloración que se presentaron durante su génesis. En el campo, se utiliza para identificar la existencia de los diversos horizontes o capas. Además a partir de la existencia de diversas coloraciones se pueden deducir las condiciones de drenaje.

En el suelo, un color oscuro uniforme está relacionado generalmente con la presencia de materia orgánica descompuesta, los colores blancos pueden deberse a la presencia de sulfato de calcio o carbonatos de calcio, a sales solubles; o bien, si se presenta una mezcla de colores, puede suponerse que los diversos materiales, a partir de los que se originó, podrían no estar totalmente degradados e incorporados.

Para la determinación de color se usan las “cartas de color de Munsell”, las cuales caracterizan los principales colores con ayuda de tres variables, que se sitúan unas con relación a otras, en un sistema de tres coordenadas:

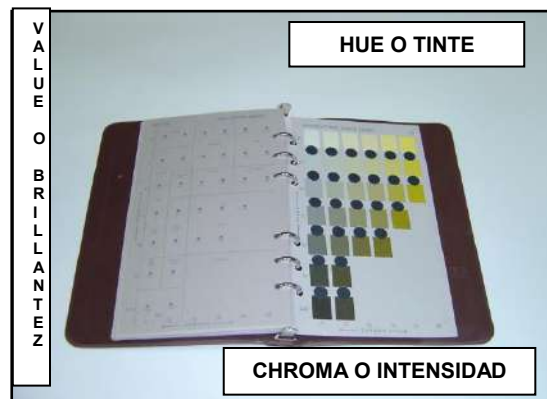


Figura 26. Tablas Munsell

- a) “HUE” O “MATIZ” (Tinte): Color dominante del espectro electromagnético. Está relacionado con la longitud de onda de la luz que domina. El tinte es el que da la proporción de amarillo (Y), rojo amarillento o anaranjado (YR) o de rojo (R), que existe en el suelo. Estas identificaciones son precedidas por números del 0 al 10; correspondiendo a la numeración menor, la mayor intensidad de amarillento. A medida que aumenta la numeración, disminuye la intensidad del rojo.
- b) “VALUE” O “VALOR” (Brillantez): Se refiere a la intensidad de luz que

aumenta de los colores oscuros a los claros. La identificación para el valor es de 0 al 10, correspondiendo al color negro absoluto el 0 y el 10 al color blanco absoluto.

- c) “CHROMA” O “CROMA” (Intensidad): Es la pureza relativa de la longitud de onda que domina e indica la proporción de gris mezclado con el color de base (0 a 8). En cero empiezan los colores grises neutrales y aumenta a intervalos iguales. Casi nunca llega a 8.

2. OBJETIVO

Determinar el color de las muestras de suelo en seco y húmedo por comparación con las tablas de Munsell.

3. ACTIVIDADES PREVIAS A LA PRÁCTICA

Se deben elaborar dos tablas iguales, una en la que se entregarán los resultados experimentales al profesor de laboratorio; y otra que conservará el equipo para realizar los cálculos del análisis de las muestras por equipo. En todas las hojas de resultados se deberá indicar el nombre de la práctica, el número de equipo, los nombres de los integrantes del mismo, fecha de la determinación, fecha de entrega y grupo.

4. EQUIPOS, REACTIVOS Y MATERIALES

- 1 placa de porcelana
- 1 tabla Munsell
- 1 piseta con agua destilada

5. PROCEDIMIENTO EXPERIMENTAL

Para hacer la determinación de color en seco y en húmedo para cada una de las muestras de suelo se sigue el siguiente procedimiento:

- 1.- Para la comparación del color del suelo con las cartas de color de Munsell se utiliza la luz del sol, por lo que no debe hacerse la determinación dentro del laboratorio y debe procurarse que la luz solar no incida directamente sobre la carta debido a que puede afectarse la apreciación del color por el reflejo de la luz sobre la placa de porcelana o la carta Munsell.
- 2.- Por cada muestra se coloca un poco de suelo seco y tamizado, en dos de las horadaciones de la placa de porcelana (Figura 27).



Figura 27. Colocar suelo en la placa de porcelana

- 3.- Se humedece con agua destilada, el suelo de una de las horadaciones, evitando que se forme una capa brillante sobre la muestra de suelo (Figura 28).



Figura 28. Humedecer una de las dos muestras.

- 4.- Como se requiere ubicar el color en seco y en húmedo en la misma carta Munsell, en algunas ocasiones se debe seleccionar la carta en la que ambos colores se parezcan lo más posible a los que se presentan en esa carta, aunque no sean totalmente iguales.
- 5.- La mica que aparece en las tablas se debe interponer entre la carta y la muestra húmeda para evitar que las cartas se ensucien.
- 6.- El color se determina comparándolo con los colores de la tabla de Munsell, primero se determina el Tinte o Hue, después la brillantez o Value y al final la saturación o Chroma. Muchas veces se dificulta seleccionar el matiz adecuado, ya que para distintas personas puede variar y esto se complica más cuando se tienen matices intermedios de los que aparecen en las cartas.



Figura 29. Determinación de color

- 7.- Si durante el muestreo se observan manchas en el perfil de suelo, se debe determinar el tamaño del área de cada color presente y, si es posible, se les toma una foto. La determinación de color se hace de manera independiente para la matriz y todas las manchas.
- 8.- En caso de presentarse muestras con moteado, hasta donde sea posible, deben separarse las partículas diferentes y su color se determina por separado. Para caracterizar los moteados se debe indicar:

a) Abundancia del moteado.

INTERPRE- TACIÓN	ABUNDANCIA DEL MOTEADO
Pocas	Menos del 2 % de la matriz o superficie expuesta.
Común	Entre 2-20 % de la matriz o superficie expuesta.
Mucho	Cuando ocupan del 20 al 40 % de la matriz o superficie expuesta.
Demasiado	Cuando presentan más del 40 % de la matriz o superficie expuesta.

b) Contraste del moteado.

INTERPRE- TACIÓN	DESCRIPCIÓN
DÉBIL	No son evidentes las partículas de las motas, a menos que se examinen cuidadosamente y varían, no más de una unidad del croma y dos unidades del valor, o pueden ser semejantes en croma y en el valor y diferir 2.5 unidades Munsell en la matriz.

INTERPRETACIÓN	DESCRIPCIÓN
<i>DISTINTO</i>	El moteado se aprecia fácilmente, difiere en 1 a 4 unidades en croma, en más de 2 a 4 unidades de brillantez o en 2.5 unidades Munsell de la matriz, pero no en más de una unidad de croma o dos del valor.
<i>PROMINENTE</i>	El moteado es muy notable. El matiz, valor, croma de las motas y el color contra el cual se comparan pueden ser varias unidades distintas. Pueden diferir comúnmente en, al menos, dos matices completos (5 unidades), si el croma y el valor son los mismos; o en 4 unidades de valor y croma, si la matriz es la misma; o al menos en una unidad de croma o 2 unidades de valor, si hay una diferencia de uno en la matriz (2.5 unidades).

c) Tamaño del moteado.

INTERPRETACIÓN	TAMAÑO DEL MOTEADO
Extremadamente fino	1 mm
Muy fino	1-2 mm
Fino	2-5 mm
Medio	5-15 mm
Grueso	15 mm

6. ORIENTACIONES PARA EL TRATAMIENTO Y DISPOSICIÓN DE RESIDUOS

Después de determinar el color en el suelo seco y húmedo para cada muestra, las placas de porcelana con los residuos deben limpiarse con un papel antes de lavarlas para evitar dejar suelo en las tarjas. El papel se tira en el bote de basura correspondiente.

7. TABLAS DE RESULTADOS EXPERIMENTALES

Esta es la única práctica en la que no es necesario entregar otra tabla una semana después de haber hecho la determinación. Al terminar la parte experimental, los resultados obtenidos se deben entregar al profesor de laboratorio, en tablas similares a las siguientes:

<i>Muestra No.</i>	<i>Color seco</i>	<i>Interpretación</i>	<i>Color húmedo</i>	<i>Interpretación</i>

En caso de presentarse moteados reportar:

<i>Muestra No.</i>	<i>Moteado</i>	<i>Abundancia</i>	<i>Contraste</i>	<i>Tamaño</i>

En todas las hojas de resultados se deberá indicar el nombre de la práctica, el número de equipo, los nombres de los integrantes del mismo, fecha de la determinación, fecha de entrega y grupo.

Todos estos datos, junto con los datos de los otros equipos, formarán parte del informe final.

8. BIBLIOGRAFÍA

1. Departamento de Suelos de la División de Ingeniería (1980). *Apuntes de Edafología*. Coahuila, México: Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro.
2. Forsythe, W. (1985). *Física de Suelos (Manual de Laboratorio)*. San José de Costa Rica: Instituto Interamericano de cooperación para la agricultura.
3. López Ritas, J. (1985). *El diagnóstico de suelos y plantas: métodos de campo y laboratorio*. Madrid, España: Mundi-prensa.
4. Palmer, Robert G.; Troeh, Frederic R. (1979). *Introducción a la Ciencia del Suelo*. México: Progreso. .
5. Tamhane, R. V.; Motiramani, D. P.; Bali, Y. P.; Donahue, L. R. (1983). *Suelos: Su Química y Fertilidad en Zonas Tropicales*. México: Diana.

PRÁCTICA 5

DETERMINACIÓN DEL PORCENTAJE DE MATERIA ORGÁNICA POR EL MÉTODO DE WALKLEY Y BLACK

1. INTRODUCCIÓN

La materia orgánica del suelo debe definirse como la fracción orgánica del suelo que incluye vegetales y animales en diferentes estados de descomposición, tejidos y células de organismos que viven en el suelo, y sustancias producidas por los habitantes del mismo. En general, esta fracción se determina en suelos que pasan por un tamiz con malla de 0.5 a 2 mm.

El concepto de la materia orgánica es muy amplio, ya que incluye tanto material poco alterado, como aquel que ha experimentado profundos cambios en el suelo. La fracción más estable de esta materia orgánica se llama humus, y se obtiene mediante la descomposición de la mayor parte de las sustancias vegetales o animales añadidas al suelo. El humus es más complicado que la materia orgánica porque su formación incluye, no sólo la descomposición, sino la síntesis de sustancias orgánicas.

La materia orgánica humificada o sin humificar influye en la génesis y en muchas de las propiedades físicas, químicas y biológicas del suelo. Cuando un suelo agrícola tiene un bajo contenido es necesario adicionarle una fuente rica en materia orgánica como las compostas, abonos de origen animal, abonos verdes, etc. Su identificación y cuantificación permite clasificar suelos, evaluar su fertilidad y estimar el peligro de erosión, entre otras cualidades.

La determinación de materia orgánica se puede hacer por el método de Walkley y Black, tiene como principio la oxidación de la misma con dicromato de potasio en medio ácido; y posteriormente, una valoración del exceso de ácido crómico formado por retroceso con disolución de sal ferrosa; aprovechándose el calor de disolución del H_2SO_4 .

La reacción consiste básicamente en una oxidación del carbono orgánico, que pasa a formar dióxido de carbono. El agitado de la muestra posibilita el contacto del oxígeno con la materia orgánica a oxidar; y el calor de disolución del ácido sulfúrico suministra la energía necesaria para que dicho proceso se realice. Este método ofrece la ventaja de que prácticamente no ataca al carbono elemental que pueda hallarse presente y oxida la materia orgánica en un 70-77 % aproximadamente.

2. OBJETIVO

Determinar el porcentaje de materia orgánica de las muestras de suelo, por el método de Walkey y Black e interpretar los valores obtenidos para relacionarlos con la fertilidad del suelo.

3. ACTIVIDADES PREVIAS A LA PRÁCTICA

Se deben elaborar 2 tablas iguales, una en la que se entregarán los resultados experimentales al profesor de laboratorio y otra que conservará el equipo para realizar los cálculos del análisis de las muestras por equipo. En todas las hojas de resultados se deberá indicar el nombre de la práctica, el número de equipo, los nombres de los integrantes del mismo, fecha de la determinación, fecha de entrega y grupo.

4. EQUIPOS, REACTIVOS Y MATERIALES

3 matraces Erlenmeyer de 250 mL por muestra
1 matraz Erlenmeyer de 250 mL para el “blanco”
4 vasos de precipitados de 100 mL
1 probeta de 100 mL
1 probeta de 10 mL
1 pipeta graduada de 10 mL
1 pipeta volumétrica de 5 mL
1 espátula
1 piseta
1 bureta de 25 mL
1 soporte con pinzas para bureta
1 trozo de manguera de hule para vacío
1 balanza analítica
Ácido sulfúrico (H_2SO_4) concentrado
Ácido fosfórico (H_3PO_4) concentrado
Dicromato de potasio $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ 1/6 M
Sulfato ferroso FeSO_4 1/2 M.
Indicador bariosulfonato de difenilamina al 0.16 %
Agua destilada

Los alumnos deberán llevar el día de la práctica:

1 jeringa de plástico de 50 mL por alumno
Masking tape para etiquetar el material
1 reloj con segundero o un cronómetro

5. PROCEDIMIENTO EXPERIMENTAL

- 1.- Antes de iniciar el pesado de las muestras, se requiere pedir asesoría al profesor de laboratorio para el uso de la balanza analítica.
- 2.- En un matraz Erlenmeyer de 250 mL, se pesan aproximadamente 0.2 g de suelo seco al aire y se anota el peso exacto (con cuatro cifras de aproximación) para utilizarlo en los cálculos.

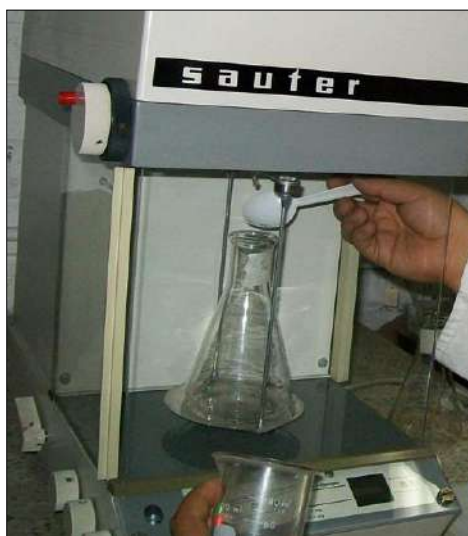


Figura 30. Pesado de la muestra

- 3.- Pesar cada muestra por triplicado y etiquetar cada matraz con el número de muestra y de repetición, p. Ej. 1A, 1B, 1C, 2A, 2B, 2C, etcétera.
- 4.- Después de utilizar la balanza analítica, anotar en la bitácora de uso correspondiente, la información que ahí se solicita.
- 5.- Agregar 5 mL de dicromato de potasio ($K_2Cr_2O_7$) 1/6 M en un matraz vacío para preparar un blanco.
- 6.- Simultáneamente a cada matraz con muestra también se les añaden 5 mL de dicromato de potasio.
- 7.- Adicionar 10 mL de ácido sulfúrico (H_2SO_4) con una pipeta a cada matraz (iniciando por el blanco) y, con mucho cuidado, utilizar la jeringa con la manguera para no pipetear directamente con la boca.
- 8.- Mientras se hace la adición del ácido, el matraz debe girarse para evitar que el calor se concentre en un solo punto y se rompa. Durante la adición se libera CO_2 , se debe evitar respirarlo, ya que suele resultar molesto e interferir con el tiempo de agitación del matraz.
- 9.- Agitar cada matraz en forma circular, por espacio de 1 minuto, teniendo cuidado de que el suelo no se adhiriera a las paredes. Medir el tiempo

exactamente con un reloj con segundero.



Figura 31. Adición del H_2SO_4

- 10.- Dejar cada muestra en reposo por espacio de 30 minutos, y al cumplirse el tiempo exacto, adicionar 100 mL de agua destilada para detener la digestión.



Figura 32. Detener la digestión con agua destilada

- 11.- Añadir con una pipeta volumétrica 5 mL de ácido fosfórico concentrado (H_3PO_4) a cada matraz.
- 12.- Agregar 5 gotas del indicador bariosulfonato de difenilamina y titular con sulfato ferroso ($FeSO_4$) aproximadamente $\frac{1}{2}$ M hasta que se torne color verde esmeralda.



Figura 33. Titulación de materia orgánica

13.- Durante la titulación el color de la solución sufre diversos cambios de tonalidad, que va de verde seco a un color café amarillento, color café oscuro, hasta tener un color azul tinta. Al llegar a este color, es necesario ir agregando gota a gota el sulfato ferroso porque el vire a verde esmeralda se presentará muy rápido (Figura 33).

6. MANEJO DE RESIDUOS

Depositar cuidadosamente los residuos de las titulaciones en una cubeta para que sean eliminados por el laboratorista, después de su neutralización.

7. TABLA DE RESULTADOS DE LA PRÁCTICA

Después de terminar la parte experimental, es obligatorio entregar al profesor de laboratorio, los resultados experimentales en una tabla similar a la siguiente:

MUESTRA No.	Peso 1	Peso 2	Volumen 1 FeSO₄	Volumen 2 FeSO₄

En todas las hojas de resultados se deberá indicar el nombre de la práctica, el número de equipo, los nombres de los integrantes del mismo, fecha de la

determinación, fecha de entrega y grupo.

8. CÁLCULOS

1) CÁLCULO DE LA CONCENTRACIÓN DEL FeSO_4

$$N_1V_1 = N_2V_2 \quad [\text{Reactivo1 } \text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7 \text{ y Reactivo 2 } \text{FeSO}_4]$$

$$N_1 = 1N \quad N_2 = \text{Concentración del } \text{FeSO}_4 \text{ (se debe determinar)}$$

$$V_1 = 5 \text{ mL} \quad V_2 = \text{Volumen gastado al titular el blanco}$$

$$N_2 = \frac{N_1V_1}{V_2}$$

2) CÁLCULO DEL PORCENTAJE DE MATERIA ORGÁNICA

Como cada muestra se trabajó por triplicado, se calculan los tres valores de materia orgánica, porque a cada peso corresponde un volumen de titulación. De los tres valores de materia orgánica de cada muestra, se obtiene el valor promedio

$$\% \text{ M.O.} = \frac{[(\text{mL de } \text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7) (N \text{ } \text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7) - (N \text{ } \text{FeSO}_4) (V \text{ } \text{FeSO}_4)] * 0.69}{\text{Peso exacto de la muestra}}$$

El volumen (V) de FeSO_4 es el que se obtuvo al titular cada una de las muestras.

La concentración (N) de FeSO_4 es la que se calculó al titular el blanco.

9. TABLA DE INTERPRETACIÓN

INTERPRETACIÓN (Método de Walkley-Black)	% MATERIA ORGÁNICA
EXTREMADAMENTE POBRE	Menor a 0.60
POBRE	0.60-1.20
MEDIANAMENTE POBRE	1.21-1.80
MEDIANO	1.81-2.40
MEDIANAMENTE RICO	2.41-3.00
RICO	3.01-4.20
EXTREMADAMENTE RICO	Más de 4.21

Autor: Velasco (1983)

A la semana siguiente, después de hacer los cálculos se deberá entregar la siguiente tabla:

MUESTRA No.	% M.O. min.	% M.O. max.	% M.O. Prom.	INTERPRETACIÓN

Todos estos datos, junto con los datos de los otros equipos, formarán parte del informe final.

10. BIBLIOGRAFÍA

1. Black, C. A. et al. (1965). *Methods of Soil Analysis. American Society of Agronomy Inc. Agronomy* (9).
2. Chapman Homer, D. (1973). *Métodos de análisis para suelos plantas y Aguas*. México: Trillas.
3. Jackson, Marlon, Leroy. (1964). *Análisis químico de suelos*. Barcelona, España: Omega.
4. López Ritas, J. (1985). *El diagnóstico de suelos y plantas: métodos de campo y laboratorio*. Madrid, España: Mundi-prensa.
5. Nava Díaz, J. y Prado, M. L. (1979). *Prácticas de Laboratorio del Curso de Análisis Especiales II (Química Agrícola)*. Editado por Instituto Politécnico Nacional (Escuela Nacional de Ciencias Biológica).
6. Primo Yúfera, E. y Carrasco Dorrien, J. (1973). *Química agrícola (suelos y fertilizantes, plaguicidas y fitorreguladores y alimentos)*. España: Alhambra.

PRÁCTICA 6

DETERMINACIÓN DE pH REAL Y pH POTENCIAL

1. INTRODUCCIÓN

El pH del suelo:

- 1.- Influye en la solubilidad y disponibilidad de los diversos nutrientes para las plantas.
- 2.- Modifica la actividad de los microorganismos del suelo.
- 3.- Contribuye a la mineralización de las sustancias orgánicas.
- 4.- Determina la velocidad del intemperismo químico de los minerales.

En el suelo, es necesario distinguir dos tipos de pH real y pH potencial. El primero, expresa la concentración de iones H^+ que se encontraban disociados en la solución del suelo, en el momento en el que se tomó la muestra. El segundo, corresponde a la suma de los iones H^+ que se tienen disociados más los iones H^+ de intercambio que no están disociados, pero que se disociarán con el tiempo, a medida que se produzcan cambios en el equilibrio iónico del suelo; es por esto, que se considera al pH potencial como el valor mínimo de acidez que puede alcanzar un suelo en condiciones originales.

2. OBJETIVO

- a) Determinar el pH por el método potenciométrico, es decir, el grado de acidez, neutralidad o alcalinidad de un suelo.
- b) Determinar y diferenciar entre el pH real y pH potencial de la del suelo.

3. ACTIVIDADES PREVIAS A LA PRÁCTICA

Se deben elaborar dos tablas iguales, una en la que se entregarán los resultados experimentales al profesor de laboratorio y otra que conservará el equipo para realizar los cálculos del análisis de las muestras por equipo. En todas las hojas de resultados se deberá indicar el nombre de la práctica, el número de equipo, los nombres de los integrantes del mismo, fecha de la determinación, fecha de entrega y grupo.

4. EQUIPOS, REACTIVOS Y MATERIALES

1 balanza granataria
2 botes de plástico con una capacidad de 100 mL por muestra
2 vasos de precipitados de 250 mL
2 pipetas de 25 mL
1 potenciómetro con electrodos de vidrio y referencia
1 agitador de vidrio por muestra
1 espátula

Agua destilada (con pH ajustado a 7)
Cloruro de potasio (KCl) 1M pH 7
Solución buffer de pH 7

Los alumnos deberán llevar el día de la práctica:

1 jeringa de plástico de 50 mL por alumno
Masking tape para etiquetar el material

5. PROCEDIMIENTO EXPERIMENTAL

A) pH REAL O ACTUAL

- 1.- Pesar 10 gramos de suelo seco y tamizado en un bote de plástico de 50 mL.
- 2.- Añadir 25 mL de agua destilada pH 7 con con una pipeta.



***Figura 34. Medida del volumen de agua
o la solución de KCl***

- 3.- Colocar en el agitador mecánico por espacio de 30 minutos.

- 4.- Dejar en reposo un mínimo de cinco minutos.
- 5.- Calibrar el potenciómetro con la solución buffer de pH 7, por lo menos durante cinco minutos.
- 6.- Medir el pH de la muestra.

B) pH POTENCIAL

- 1.- Pesar 10 gramos de suelo seco y tamizado en un bote de plástico de 50 mL.
- 2.- Añadir con una pipeta 25 mL de cloruro de potasio 1M pH 7.



Figura 35. Agitación de las muestras

- 3.- Colocar en el agitador mecánico por espacio de 30 minutos.
- 4.- Dejar en reposo un mínimo de cinco minutos.



Figura 36. Lectura de la muestra con el potenciómetro

- 5.- Calibrar el potenciómetro con la solución buffer de pH 7, por lo menos durante cinco minutos.

6.- Medir el pH de la muestra.

6. ORIENTACIONES PARA EL TRATAMIENTO Y DISPOSICIÓN DE RESIDUOS

Después de hacer las lecturas de pH, se deben vaciar los vasos que contienen la suspensión suelo-agua, suelo-cloruro de potasio en las cubetas; y los residuos de suelo y agua se tiraran en el área de terrenos por algún alumno designado por cada equipo.

7. TABLA DE RESULTADOS EXPERIMENTALES

Después de terminar la parte experimental, es obligatorio entregar al profesor de laboratorio, los resultados experimentales en una tabla similar a la siguiente:

<i>MUESTRA No.</i>	<i>pH POTENCIAL</i>	<i>INTERPRETACIÓN</i>	<i>pH REAL</i>	<i>INTERPRETACIÓN</i>

En todas las hojas de resultados se deberá indicar el nombre de la práctica, el número de equipo, los nombres de los integrantes del mismo, fecha de la determinación, fecha de entrega y grupo.

Para realizar la interpretación de los resultados se utiliza la siguiente tabla:

8. TABLA PARA LA INTERPRETACIÓN DEL pH

<i>CLASIFICACIÓN</i>	<i>pH</i>	<i>OBSERVACIONES</i>
EXCESIVAMENTE ÁCIDO	Menor de 4.0	Demasiado ácido para la mayoría de los cultivos
FUERTEMENTE ÁCIDO	4.1-5.0	Únicamente cultivos tolerantes a la acidez pueden prosperar
ÁCIDO	5.1-6.5	Aceptable para cultivos como: papa, sandía, calabaza, rábano, etc.
LIGERAMENTE ÁCIDO	6.6 -7.0	Rango óptimo para la mayoría de cultivos
LIGERAMENTE ALCALINO	7.1-7.3	Rango óptimo para la mayoría de cultivos

CLASIFICACIÓN	pH	OBSERVACIONES
MODERADAMENTE ALCALINO	7.4-7.6	Presentan problemas poco tolerantes a la alcalinidad
FUERTEMENTE ALCALINO	7.7-8.5	Probablemente deficiencia de micronutrientes
MUY ALCALINO	Más de 8.5	Indica probablemente exceso de Sodio

Todos estos datos, junto con los datos de los otros equipos, formarán parte del informe final.

9. BIBLIOGRAFÍA

1. González Cueto, A. (1975). *Métodos para el análisis Físico y Químico de Suelos, Aguas y Plantas*. México (D.F.): Secretaría de Recursos Hidráulicos (Subsecretaría de Planeación).
2. López Ritas, J. (1985). *El diagnóstico de suelos y plantas: métodos de campo y laboratorio*. Madrid, España: Mundi-prensa.

PRÁCTICA 7**DETERMINACIÓN DE CALCIO Y
MAGNESIO INTERCAMBIABLES POR EL MÉTODO COMPLEJOMÉTRICO
CON EDTA****1. INTRODUCCIÓN**

Los cationes que frecuentemente ocupan las posiciones de cambio en los suelos son, entre otros: Ca^{+2} , Mg^{+2} , K^+ , Na^+ , H^+ , Al^{+3} , Fe^{+3} , Fe^{+2} , NH_4^+ , Mn^{+2} , Cu^{+2} y Zn^{+2} . Los cationes de mayor importancia, con relación al crecimiento de las plantas, son el calcio (Ca), magnesio (Mg), potasio (K), amonio (NH_4^+), sodio (Na) e hidrógeno (H). Los primeros cuatro son nutrientes y se encuentran involucrados directamente con el crecimiento de las plantas. El sodio y el hidrógeno tienen un pronunciado efecto en la disponibilidad de los nutrientes y la humedad.

En los suelos ácidos, predominan los H^+ y el Al^{+3} ; un pH de suelo mayor de 6 indica suficiente cantidad de bases en el complejo de intercambio, y a valores de pH entre 6 y 8.5, el calcio y el magnesio dominan las superficies coloidales; mientras que a pH mayor de 8,5 el sodio es el catión dominante.

El porcentaje de saturación de bases de un suelo (% S.B.) es el porcentaje de la CICT o sitios de intercambio ocupados por los cationes básicos, expresado en porciento y se calcula por medio de la siguiente fórmula:

$$\% \text{ S. B.} = \frac{\Sigma \text{ Ca, Mg, Na, K}}{\text{C.I.C.T.}} \times 100$$

Se le considera también un índice de fertilidad del suelo, cuando el catión sodio se encuentra en concentraciones muy bajas. La saturación de bases está relacionada con el pH y la fertilidad del suelo; a mayor pH, mayor es el grado de saturación de bases. El contenido de bases intercambiables (Ca^{+2} , Mg^{+2} y K^+) determina, en gran parte, el grado de fertilidad del suelo, especialmente, el de los dos primeros elementos. Los suelos fértiles se distinguen porque tienen altos contenidos de Ca^{+2} y Mg^{+2} , mientras que los suelos muy ácidos generalmente presentan deficiencias de Ca^{+2} y Mg^{+2} . Entre más alto el contenido de Ca^{+2} y Mg^{+2} , mejor es la fertilidad del suelo.

La estructura del suelo está relacionada con el valor de pH y el catión dominante. A pH muy ácidos hay una intensa alteración de minerales y la estructura se vuelve inestable. Entre pH neutro y 8,5, domina el calcio. Éste tiende a flocular los coloides. A pH alcalino (> 8.5), la arcilla se dispersa por el predominio del Na^+ , se destruye la estructura y existen malas condiciones, desde el punto de vista físico.

Las principales funciones de las bases intercambiables del suelo se presentan en la siguiente tabla:

ELEMENTO	FUNCIÓN
Ca^{+2}	Es indispensable para el crecimiento de las raíces. Combinado con quitina, presta rigidez a las células. También se encuentra en cantidades apreciables en las semillas. Parece estar relacionado con el metabolismo del fósforo y se le considera específico en la activación de numerosos sistemas enzimáticos de las plantas
Mg^{+2}	Parte integral de la molécula de clorofila, indispensable para la fotosíntesis.
Na^{+}	Necesario para el equilibrio ácido-base, interviene en los procesos osmóticos. En exceso, se produce una fuerte alcalinidad y desestabilización de la estructura.
K^{+}	Interviene en el equilibrio osmótico e iónico y en la activación de un gran número de enzimas.

2. OBJETIVOS

- Determinar la cantidad de calcio y magnesio de las muestras de suelo por medio del método complejo métrico con EDTA.
- Transformar los valores obtenidos de calcio y magnesio en meq/100 g de suelo a Kg /Ha e interpretar estos resultados.

3. ACTIVIDADES PREVIAS A LA PRÁCTICA

Se deben elaborar dos tablas iguales, una en la que se entregarán los resultados experimentales al profesor de laboratorio y otra que conservará el equipo para realizar los cálculos del análisis de las muestras por equipo.

En las hojas de resultados experimentales se deberá indicar el nombre de la práctica, el número de equipo, los nombres de los integrantes del mismo, fecha de la determinación, fecha de entrega y grupo.

4. EQUIPOS, REACTIVOS Y MATERIALES

2 vasos de precipitados de 250 mL por muestra
 4 vasos de precipitados de 100 mL
 1 balanza granataria
 1 matraz Erlenmeyer de 250 mL por muestra

1 matraz Erlenmeyer de 125 mL por muestra
 1 probeta de 50 mL
 1 probeta de 10 mL
 1 pipeta volumétrica de 10 mL
 1 pipeta graduada de 10 mL
 1 bureta de 50 mL
 1 soporte con pinzas para bureta
 1 embudo de talle largo por muestra
 1 agitador de vidrio
 1 espátula
 Papel filtro

Acetato de sodio 1 M pH 7
 Carbón activado.
 Solución buffer de amonio pH 10
 Hidróxido de sodio (NaOH) al 5 %
 Cianuro de potasio (KCN) al 2 %
 Indicador negro de eriocromo T
 EDTA de normalidad aproximada al 0.02N (valorado)
 Indicador murexida ($C_8H_8N_6O_6$)
 Clorhidrato de hidroxilamina ($NH_2OH.HCl$)
 Cloruro de calcio ($CaCl_2$) 0.02N, estándar para valorar EDTA

Los alumnos deberán llevar el día de la práctica:

1 jeringa de plástico de 50 mL por alumno
 Masking tape para etiquetar el material

5. PROCEDIMIENTO EXPERIMENTAL

- 1.- Pesar 10 g de suelo seco y tamizado en un vaso de precipitados de 250 mL y agregar 50 mL de acetato de sodio 1 M pH 7, agregar 0.5 g de carbón activado, agitar durante 5 minutos.



Figura 37. Agitación de la muestra

- 2.- Dejar reposar la muestra 30 minutos.
- 3.- Decantar el sobrenadante sobre un papel filtro colocado en un embudo, recogiendo el filtrado en otro vaso de precipitados.



Figura 38. Filtrado de las muestras

1) TITULACIÓN PARA CALCIO Y MAGNESIO JUNTOS

- 1.- Con una pipeta volumétrica, tomar una alícuota de 10 mL del filtrado y pasarlos a un matraz Erlenmeyer de 250 mL.
- 2.- Agregar 10 mL de solución buffer de amonio pH 10, cinco gotas de KCN al 2 %, cinco gotas de clorhidrato de hidroxilamina, cinco gotas de negro de eriocromo T.
- 3.- Titular con EDTA (de molaridad conocida), hasta que vire de color púrpura (vino tinto) a azul. Con esta titulación se obtienen los mL de EDTA gastados para titular Ca^{+2} y Mg^{+2} juntos (Figura 39).
- 4.- Para comprobar el color del vire, es conveniente hacer un blanco utilizando 10 mL de acetato de sodio y agregando 10 mL de solución buffer de amonio pH 10, cinco gotas de KCN al 2 %, cinco gotas de clorhidrato de hidroxilamina, tres gotas de negro de eriocromo T. También se titula con EDTA (de normalidad conocida), hasta que vire de color púrpura (vino tinto) a azul, el gasto regularmente es de sólo unas cuantas gotas.



Figura 39. Titulación de Ca^{+2} + Mg^{+2}

2) TITULACIÓN PARA CALCIO

- 1.- Con una pipeta volumétrica, tomar una alícuota de 10 mL del filtrado y pasarlos a un matraz Erlenmeyer de 125 mL.
- 2.- Agregar 5 mL de NaOH al 5 %, un poco del polvo de murexida y titular con EDTA (de molaridad conocida) hasta que vire de rosa a violeta.



Figura 40. Titulación de Ca^{+2}

- 3.- Para comprobar el color del vire, el cual puede resultar confuso, preguntar al profesor de laboratorio si es conveniente hacer un blanco utilizando 10 mL de acetato de sodio más 5 mL de NaOH al 5 %, un poco

del polvo de murexida y se titula con EDTA (de molaridad conocida) hasta que vire de rosa a violeta, regularmente el gasto es de sólo unas cuantas gotas.

6. ORIENTACIONES PARA EL TRATAMIENTO Y DISPOSICIÓN DE RESIDUOS

Después de realizar la segunda titulación, se diluye con mucha agua y se desecha directamente en la tarja.

7. TABLA DE RESULTADOS EXPERIMENTALES

Después de terminar la parte experimental, es obligatorio entregar al profesor de laboratorio, los resultados experimentales en una tabla similar a la siguiente:

MUESTRA A No.	Volumen EDTA (Ca²⁺ + Mg²⁺)	Volumen EDTA (Ca²⁺)	Normalidad del EDTA

En todas las hojas de resultados se deberá indicar el nombre de la práctica, el número de equipo, los nombres de los integrantes del mismo, fecha de la determinación, fecha de entrega y grupo.

8. CÁLCULOS

$$\text{me/100 g de Ca}^{+2} = \frac{\text{Vol. EDTA} \times 5 \times N \times 100}{\text{g de muestra}}$$

Vol. EDTA = mL de EDTA gastados en la titulación con murexida

N = Normalidad exacta del EDTA

5 = Factor de dilución (ya que sólo se titulan 10 mL de un total de los 50 mL).

Los mL de EDTA para calcular Mg²⁺ se obtienen por diferencia:

[(mL de EDTA para Ca²⁺ + Mg²⁺) - mL de EDTA para Ca²⁺] = mL de EDTA para titular Mg²⁺

$$\text{me/100 g de Mg}^{+2} = \frac{\text{Vol. EDTA} \times 5 \times N \times 100}{\text{g de muestra}}$$

9. REPORTE DE RESULTADOS DE LA PRÁCTICA

A la semana siguiente, después de hacer los cálculos, se deberán entregar tablas similares a las siguientes:

MUESTRA No.	meq Ca^{+2}/100g de suelo	INTERPRE-TACIÓN	meq Mg^{+2}/100g de suelo	INTERPRE-TACIÓN

Los resultados en mg/100 g se deben transformar a Kg/Ha, utilizando el valor de la densidad aparente promedio obtenida en la práctica No. 3 y el procedimiento aprendido en la clase de teoría.

MUESTRA No.	Kg/Ha de Ca^{+2}	INTERPRE-TACIÓN	Kg/Ha de Mg^{+2}	INTERPRE-TACIÓN

10. TABLAS PARA LA INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS

INTERPRETACIÓN CATIONES INTERCAMBIABLES	CALCIO meq./100 g de suelo	MAGNESIO meq./100 g de suelo.
MUY BAJA	Menor de 2	Menor de 0.5
BAJA	2-5	0.5-1.3
MEDIA	5-10	1.3-3.0
ALTA	Mayor de 10	Mayor de 3.0

Autor: Etchevers (1971)

INTERPRETACIÓN	CALCIO Kg/Ha	MAGNESIO Kg/Ha
EXTREMADAMENTE POBRE	Menor a 500	Menor a 25
POBRE	500-1000	25-50
MEDIANAMENTE POBRE	1000-1500	50-100
MEDIANO	1500-2000	100-150
MEDIANAMENTE RICO	2000-2500	150-250
RICO	2500-3000	250-350

INTERPRETACIÓN	CALCIO Kg/Ha	MAGNESIO Kg/Ha
EXTREMADAMENTE RICO	Más de 3000	Más de 350

Moreno Dahme (1980)

La interpretación se deberá hacer utilizando las tablas correspondientes.

Todos estos datos, junto con los datos de los otros equipos, formarán parte del informe final.

11. BIBLIOGRAFÍA

1. Black, C. A. et al. (1965). *Methods of Soil Analysis. American Society of Agronomy Inc. Agronomy* (9).
2. Jackson, M. L. (1964). *Análisis químico de suelos*. Barcelona, España: Omega.
3. López Ritas, J. (1985). *El diagnóstico de suelos y plantas: métodos de campo y laboratorio*. Madrid, España: Mundi-prensa.
4. Primo Yúfera, E. et al. (1973). *Química agrícola (suelos y fertilizantes, plaguicidas y fitorreguladores y alimentos)*. España: Alhambra.

PRÁCTICA 8

DETERMINACIÓN DE LA CAPACIDAD DE INTERCAMBIO CATIÓNICO

1. INTRODUCCIÓN

Aunque en ocasiones se considera a la capacidad de intercambio catiónico como un aspecto secundario, en comparación con el fenómeno de la fotosíntesis, este pro

ceso es extremadamente importante para el desarrollo de las plantas, especialmente en las regiones húmedas en donde los elementos nutritivos pueden perderse por lavado, debido a que los iones solubles carecen de cohesión suficiente y se lixivian del suelo fácilmente, produciendo grandes pérdidas.

Si no existiera el fenómeno de intercambio iónico, las pérdidas de nutrientes serían inmensas y esto ocasionaría que el empleo de fertilizantes solubles en agua fuera de importancia dudosa por el alto costo que esto representaría.

La existencia de una adecuada capacidad de intercambio catiónico (C.I.C) implica la posibilidad de tener un depósito de iones nutritivos que pueden ser cedidos a la solución del suelo, a medida que son consumidos de ésta por las plantas.

En suelos con una baja C.I.C, la aplicación de composta contribuye a aumentar la retención de elementos solubles, además que ella misma posee nutrientes que contribuyen a aumentar la fertilidad de los suelos en los que se incorpora.

El porcentaje de saturación de bases es el porcentaje de sitios de intercambio que están ocupados por las denominadas bases intercambiables: sodio, potasio, calcio y magnesio. Se le considera un índice de fertilidad del suelo, cuando el catión sodio se encuentra en concentraciones muy bajas.

El porcentaje de S.B. se calcula por medio de la siguiente fórmula:

$$\% \text{ S. B.} = \frac{\Sigma \text{ Ca, Mg, Na, K}}{\text{C.I.C.T.}} \times 100$$

(Cada base intercambiable expresada en meq/100 g de suelo (cmoles_c/Kg)).

2. OBJETIVOS

- a) Determinar la capacidad de intercambio catiónico (C.I.C) mediante un método de percolación y titulación.

- b) Relacionar el valor obtenido de C.I.C con los valores de calcio y magnesio para calcular el porcentaje de saturación de bases (% S.B.).

3. ACTIVIDADES PREVIAS A LA PRÁCTICA

Se deben elaborar dos tablas iguales, una en la que se entregarán los resultados experimentales al profesor de laboratorio y otra que conservará el equipo para realizar los cálculos del análisis de las muestras por equipo.

En las hojas de resultados experimentales se deberá indicar el nombre de la práctica, el número de equipo, los nombres de los integrantes del mismo, fecha de la determinación, fecha de entrega y grupo.

4. EQUIPO, REACTIVOS Y MATERIALES

1 matraz Erlenmeyer de 250 mL por muestra
1 embudo de vidrio o nalgene por muestra
1 probeta de 100 mL por muestra
1 probeta de 10 mL
2 pipetas volumétricas de 10 mL
1 pipeta graduada de 5 mL
1 espátula
1 piseta
1 balanza granataria
1 bureta de 50 mL
1 soporte universal
1 pinzas para bureta
1 vaso de precipitados de 250 mL

Solución buffer de hidróxido de amonio pH 10
Alcohol etílico.

EDTA de normalidad aproximada al 0.02N

Cloruro de sodio NaCl 1 M pH 7.0

Cloruro de calcio 1 N pH 7.0

Cianuro de potasio (KCN) al 2 %

Indicador negro de eriocromo T

Clorhidrato de hidroxilamina (NH₂OH.HCl)

Cloruro de calcio (CaCl₂) 0.02N, estándar para valorar EDTA

Los alumnos deberán llevar el día de la práctica:

1 jeringa de plástico de 50 mL por alumno
Masking tape para etiquetar el material

5. PROCEDIMIENTO EXPERIMENTAL

- 1.- Pesar 3 g de suelo seco y tamizado y colocarlos en un embudo de tallo largo sobre un papel filtro.
- 2.- Colocar el embudo en una probeta de 100 mL y agregar lentamente 10 mL de la solución de cloruro de calcio.
- 3.- Repetir lo anterior cinco veces y desechar el filtrado.

Nota: Durante el proceso de percolación siempre debe quedar una pequeña película de líquido sobre la superficie de la muestra de suelo.

- 4.- Añadir lentamente 10 mL de alcohol etílico cinco veces y guardar el filtrado en un frasco perfectamente etiquetado, para su posterior recuperación.



Figura 41. Percolación de las soluciones para la determinación de CICT

- 5.- Agregar lentamente 10 mL de la solución de cloruro de sodio cinco veces y guardar el filtrado para cuantificar de manera indirecta la C.I.C.
- 6.- Mezclar perfectamente el filtrado, medir con una pipeta volumétrica 10 mL y colocarlos en un matraz Erlenmeyer de 250 mL. Adicionar 10 mL de la solución buffer de amonio pH 10 medido con la probeta de 10 mL.
- 7.- Agregar cinco gotas de clorhidrato de hidroxilamina, cinco gotas de KCN y de tres a cinco gotas de negro de eriocromo T.

- 8.- Titular con EDTA de concentración conocida hasta que vire de púrpura (vino tinto) a azul.



Figura 42. Titulación de la CICT

6. ORIENTACIONES PARA EL TRATAMIENTO Y DISPOSICIÓN DE RESIDUOS

Diluir con mucha agua y deshechar directamente en la tarja.

7. CÁLCULOS

$$\text{C.I.C (del suelo)} = \frac{V_{\text{EDTA}} \times N_{\text{EDTA}} \times 5}{\text{g de muestra}} \times 100$$

8. REPORTE DE RESULTADOS DE LA PRÁCTICA

Registrar los resultados experimentales en la siguiente tabla:

MUESTRA No.	Volumen EDTA1	Volumen EDTA2

A la semana siguiente, después de hacer los cálculos, se deberán entregar

tablas similares a las siguientes y utilizando para el cálculo del % SB los meq $\text{Ca}^{+2}/100 \text{ g}$ de suelo y meq $\text{Mg}^{+2}/100 \text{ g}$ de suelo obtenidos en la práctica No. 7:

MUESTRA No.	CICT meq /100g de suelo	INTERPRE- TACIÓN	% S.B.	INTERPRE- TACIÓN

Para este reporte se determina el % S.B. correspondiente.

9. TABLAS DE INTERPRETACIÓN

INTERPRETACIÓN	C.I.C.T. meq/100g de suelo
EXTREMADAMENTE BAJA	Menor a 9
MUY BAJA	10-19
BAJA	20-29
MEDIA	30-39
ALTA	40-49
MUY ALTA	50-59
EXTREMADAMENTE ALTA	Más de 60

CICT = 35 meq/100 g de suelo se considera un valor adecuado para un suelo agrícola

Autores: Valencia Islas y De la Teja (1982).

Niveles óptimos para la producción de cultivos

INTERPRETACIÓN	% de SATURACIÓN DE BASES
CALCIO	60-70
MAGNESIO	10-20
POTASIO	2-5
HIDRÓGENO	10-15
OTROS*	2-4

*Sodio, Amonio, Aluminio.

Autor: PPI (1988).

Nota: Una C.I.C.T. = 35 meq/100 g de suelo, o superior se considera un valor adecuado para un suelo agrícola

Todos estos datos, junto con los datos de los otros equipos, formarán parte del informe final.

10. BIBLIOGRAFÍA

1. Black, C. A. et al. (1965). *Methods of Soil Analysis. American Society of Agronomy Inc. Agronomy* (9).
2. Jackson, M. L. (1964). *Análisis químico de suelos*. Barcelona, España: Omega.
3. Loma de la y Oteiza, J. L. (1974). *Manual para el análisis de Suelos y Aguas*. México (D.F.): Secretaría de Recursos Hidráulicos (Dirección general de Distritos de Riego).
4. López Ritas, J. (1985). *El diagnóstico de suelos y plantas: métodos de campo y laboratorio*. Madrid, España: Mundi-prensa.
5. Primo Yúfera, E. y Carrasco Dorrien, J. M. (1973). *Química agrícola (suelos y fertilizantes, plaguicidas y fitorreguladores y alimentos)*. España: Alhambra.

GUÍA PARA LA ELABORACIÓN DEL TRABAJO FINAL DEL LABORATORIO DE EDAFOLOGÍA Y PARA LA INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS

Como se indica durante el semestre, para poder hacer la integración de resultados de campo y laboratorio se requiere la elaboración de un trabajo final de laboratorio, en el que los alumnos deberán contestar diversas preguntas relacionadas con el trabajo realizado antes, durante y después del muestreo de suelos.

PARTE I. OBJETIVOS DE LA ENSEÑANZA PRÁCTICA DE LA ASIGNATURA DE EDAFOLOGÍA

Definan ampliamente los objetivos de la enseñanza experimental (práctica) en la asignatura de Edafología (NO COPIAR LOS DE ESTE MANUAL).

Indiquen detalladamente si los cumplieron.

PARTE II. ACTIVIDADES REALIZADAS DURANTE EL MUESTREO

Acerca del trabajo de muestreo de suelos en el que ustedes participaron, indiquen, justificando ampliamente sus respuestas:

1. Qué comentarios tienen con respecto a los siguientes aspectos del muestreo realizado.
 - Integración del equipo de trabajo
 - Material y equipo que transportaron al sitio de muestreo (¿qué faltó o qué sobró?)
 - Participación de los integrantes del equipo, (puntualidad, colaboración al realizar las actividades de campo)
2. Expliquen, fundamentando cada respuesta, si la información proporcionada por el libro de muestreo y durante las discusiones de éste en el laboratorio o en el campo el día de muestreo, fueron suficientes o insuficientes en cuanto a:
 - Selección del diseño de muestreo a utilizar
 - Selección de los puntos de muestreo en diseño sistemático
 - Ubicación y excavación del pozo de muestreo
 - Toma de muestras
3. Qué problemas se tuvieron durante el llenado del Anexo I (Guía de campo) y qué ventajas tiene el realizar esta actividad para el

conocimiento de la zona de estudio y la descripción del perfil del pozo de muestreo.

4. Qué aspectos teóricos consideran que faltó realizar el día del muestreo. Cuáles fueron los motivos por los que no se realizaron.
5. ¿Facilitó su trabajo de campo la discusión del material de muestreo, tal y como se llevó a cabo en el laboratorio? Si no es así, qué sugerencias pueden dar para realizar esta actividad.
6. Qué errores observaron que se cometieron durante el muestreo y qué sugerencias pueden dar para desarrollar de manera adecuada el trabajo de muestreo de suelos sin volver a cometerlos.
- 7.
8. Dentro de su preparación académica como ingenieros agrícolas, qué importancia tiene el haber realizado la actividad teórico-práctica de muestreo de suelos

PARTE III. TRABAJO DE LABORATORIO

Con relación al trabajo realizado en el laboratorio de suelos, indicar:

1. Qué problemas se presentaron durante el manejo de las muestras, secado, molido y tamizado.
2. De las determinaciones analíticas que ustedes realizaron:
 - a) De qué prácticas les fue difícil seguir la metodología y por qué
 - b) De qué prácticas tuvieron problemas para realizar los cálculos para obtener los resultados
 - c) ¿Las determinaciones analíticas realizadas fueron las adecuadas para poder conocer las principales características químicas y físicas del suelo? Si no es así, qué otras determinaciones convendría realizar y por qué.

PARTE IV. DESCRIPCIÓN DE LA ZONA DE ESTUDIO Y UBICACIÓN DE LOS PUNTOS DE MUESTREO

1. Hacer la descripción general de la zona de estudio tanto cartográfica y de campo. Indicar la bibliografía consultada.

2. En el caso de que se hubiera hecho un muestreo de suelos con la finalidad de evaluar la fertilidad, indicar en un croquis del terreno, los puntos en donde se tomaron las muestras y mencionar el nombre del diseño de muestreo utilizado.
3. Si se llevó a cabo la excavación de un pozo de muestreo, con la finalidad de evaluar la fertilidad del suelo, indicar qué problemas se tuvieron durante el llenado de la **“Hoja de campo para la descripción del perfil y evaluación del sitio”** del Anexo I (Guía de campo). Anexar esta hoja a su informe final.

PARTE V. INTEGRACIÓN DE RESULTADOS

Considerar únicamente los puntos analizados por cada equipo para la interpretación de resultados, no sería suficiente para poder concluir sobre las características generales de toda la zona de estudio; así que se elaboraron los cuadros de resultados finales, a partir de las hojas de resultados experimentales que se entregaron después de cada sesión práctica; con las cuales los alumnos deben:

1. Interpretar los resultados finales, con las tablas de interpretación que aparecen en el manual de prácticas.
2. En función de los resultados obtenidos y su interpretación, indicar qué características generales tiene la zona muestreada.
3. De la información proporcionada, cuál no puede interpretarse y por qué
4. Explicar si consideran que todos los resultados obtenidos durante el análisis de las muestras en el laboratorio son correctos o qué resultados podrían estar equivocados. Argumentar su respuesta.
5. ¿Se trata de suelos fértiles o no, y en qué valores o características se fundamentan para afirmar o negarlo?
6. Con base en los resultados, qué sugerencias harían para mejorar las condiciones físicas, químicas y biológicas de este suelo.
7. De acuerdo a los resultados y a las observaciones hechas el día del muestreo, indicar si se puede considerar que el suelo es adecuado para el uso que tiene. ¿Qué sugerencias y recomendaciones pueden dar para el mejor aprovechamiento de los suelos estudiados?

PARTE VI. ASPECTOS FORMATIVOS

1. Explique detalladamente cuál es la utilidad de que un ingeniero agrícola realice por sí mismo lo siguiente:
 - a) Muestreo de suelos
 - b) Análisis de las muestras de suelos
 - c) Interpretación de resultados
2. De todos los aspectos que involucra un estudio de suelos, cuál se considera que no es necesario que realice un ingeniero agrícola y por qué.
3. Explique ampliamente la utilidad de realizar el muestreo y las prácticas de laboratorio, después de ver el tema de física de suelos en las clases de teoría.
4. ¿Cuánto cobrarían por el estudio de suelos que ustedes efectuaron, considerando exclusivamente las actividades que ustedes realizaron antes, durante y después del muestreo y desglosando cada uno de los rubros?

PARTE VII. EVALUACIÓN

1. La autoevaluación deberá ser contestada de manera individual por cada uno de los integrantes del equipo.
 - a) ¿Qué aprendí?
 - b) ¿Qué tan importante fue mi participación en el equipo?
 - c) ¿Qué aporté durante el muestreo, el trabajo de laboratorio, el cálculo de los resultados y la integración de los resultados?
 - d) ¿Qué aspectos considero que me hacen falta repasar o aprender para llegar a estar convencido de que ya puedo hacer un muestreo completo de suelos sin necesidad de asesoría.

Nota: Cada equipo debe entregar impreso y en forma digital (CD, USB, correo electrónico) su trabajo final (tablas y discusión) en la fecha acordada.

SI REQUIEREN ASESORÍA, PÍDANLA A LA PROFESORA DE LABORATORIO.

CALIFICACIÓN FINAL DE LA PARTE PRÁCTICA

Se obtendrá de acuerdo con los siguientes porcentajes:

25 % Trabajo previo al muestreo de suelos y muestreo de suelos.

35 % Trabajo experimental en el laboratorio y hojas de resultados.

40 % Reporte final de integración e interpretación de resultados de campo y laboratorio.

APÉNDICE

HOJAS DE SEGURIDAD DE LOS REACTIVOS QUE SE UTILIZAN SIN DILUIR

HOJA DE DATOS DE SEGURIDAD PEROXIDO DE HIDROGENO

Rótulo NFPA



Rótulos UN



Fecha Revisión: 21/03/2005

SECCIÓN 1: PRODUCTO QUÍMICO E IDENTIFICACIÓN DE LA EMPRESA

Nombre del Producto:	PEROXIDO DE HIDROGENO
Sinónimos:	Dióxido de hidrógeno.
Fórmula:	H2O2
Número interno:	
Número UN:	2015
Clase UN:	5.1
Compañía que desarrolló la Hoja de Seguridad:	Esta hoja de datos de seguridad es el producto de la recopilación de información de diferentes bases de datos desarrolladas por entidades internacionales relacionadas con el tema. La alimentación de la información fue realizada por el Consejo Colombiano de Seguridad, Carrera 20 No. 39 - 62. Teléfono (571) 2886355. Fax: (571) 2884367. Bogotá, D.C. - Colombia.

Teléfonos de Emergencia:

SECCIÓN 2: COMPOSICIÓN E INFORMACIÓN SOBRE INGREDIENTES

COMPONENTES				
Componente	CAS	TWA	STEL	%
Peróxido de hidrógeno	7722-84-1	1.4 mg/m3 (1 ppm) (ACGIH 2004)	N.R. (ACGIH 2004)	> 90

Uso: Blanqueadores de textiles, alimentos, papel, en la producción de químicos, plásticos, farmacéuticos, electroplateado, tratamiento de agua, refinado y limpieza de metales, combustible de cohetes, caucho para espuma, antiséptico, agente neutralizante en la destilación del vino, desinfectante de semillas.

SECCIÓN 3: IDENTIFICACIÓN DE PELIGROS

VISIÓN GENERAL SOBRE LAS EMERGENCIAS:

¡Peligro! Oxidante fuerte. Corrosivo. Al contacto con otro material puede causar fuego. Puede ser dañoso si es ingerido. Puede causar efectos en el Sistema nervioso central, anomalías en la sangre, irritación severa en los tractos respiratorio y digestivo e irritación en la piel con posibles quemaduras. Al contacto con los ojos puede dar lugar a daños permanentes.

EFFECTOS ADVERSOS POTENCIALES PARA LA SALUD:

Inhalación:	Sensación de ardor en la garganta, tos. Posible paro respiratorio y edema pulmonar.
Ingestión:	Corrosivo. Ardor en la garganta, dolor en el pecho, vómito, hemorragias. La formación espontánea de oxígeno en el esófago o estómago puede ocasionar heridas.
Piel:	Corrosivo a concentraciones mayores del 10%. Blanqueamiento de la piel y picazón.
Ojos:	Corrosivo. Enrojecimiento, dolor, visión borrosa. Puede causar daños irreparables en la retina y eventualmente ceguera. Efectos retardados hasta 1 semana después.
Efectos crónicos:	El contacto prolongado o repetido con la piel puede causar dermatitis. Los experimentos del laboratorio han dado lugar a efectos mutágenos. El contacto repetido puede causar daño córneo.

SECCIÓN 4: PROCEDIMIENTOS DE PRIMEROS AUXILIOS

PEROXIDO DE HIDROGENO

CISPROQUIM 1

Inhalación:	Trasladar al aire fresco. Si no respira administrar respiración artificial. No usar el método boca boca. Si respira con dificultad suministrar oxígeno. Mantener la víctima abrigada y en reposo. Buscar atención médica inmediatamente.
Ingestión:	Lavar la boca con agua. Si está consciente, suministrar abundante agua. No inducir el vómito, si éste se presenta inclinar la víctima hacia adelante. Buscar atención médica inmediatamente. Si está inconsciente no dar a beber nada.
Piel:	Lavar la zona afectada con abundante agua y jabón, mínimo durante 15 minutos. Retirar la ropa y calzado contaminados. Si la irritación persiste repetir el lavado. Buscar atención médica.
Ojos:	Lavar con abundante agua, mínimo durante 15 minutos. Levantar y separar los párpados para asegurar la remoción del químico. Si la irritación persiste repetir el lavado. Buscar atención médica.
Nota para los médicos:	Después de proporcionar los primeros auxilios, es indispensable la comunicación directa con un médico especialista en toxicología, que brinde información para el manejo médico de la persona afectada, con base en su estado, los síntomas existentes y las características de la sustancia química con la cual se tuvo contacto.
SECCIÓN 5: MEDIDAS EN CASO DE INCENDIO	
Punto de inflamación (°C):	N.A.
Temperatura de autoignición (°C):	N.A.
Límites de inflamabilidad (%V/V):	40 - 100
Peligros de incendio y/o explosión:	No inflamable. Con el calor propicia la combustión espontánea de materiales combustibles. Libera oxígeno el cual intensifica y favorece la combustión.
Medios de extinción:	Solo utilizar agua. No utilizar espuma, producto químico seco, Dióxido de carbono o polvo.
Productos de la combustión:	N.R.
Precauciones para evitar incendio y/o explosión:	Mantener alejado de toda fuente de calor. No colocar junto a materiales combustibles, ni impurezas. Evitar golpes y fricción.
Instrucciones para combatir el fuego:	Evacuar o aislar el área de peligro. Restringir el acceso a personas innecesarias y sin la debida protección. Estar a favor del viento. Usar equipo de protección personal.
SECCIÓN 6: MEDIDAS EN CASO DE VERTIDO ACCIDENTAL	
Evacuar o aislar el área de peligro. Restringir el acceso a personas Innecesarias y sin la debida protección. Estar a favor del viento. Usar equipo de protección personal. Ventilar el área. Eliminar toda fuente de ignición. Usar agua en forma de rocío para reducir los vapores.	
SECCIÓN 7: MANEJO Y ALMACENAMIENTO	
Manejo:	Usar siempre protección personal así sea corta la exposición o la actividad que va a realizar con el producto. Mantener estrictas normas de higiene, no fumar, ni comer en el sitio de trabajo. Usar las menores cantidades posibles. Conocer en dónde está el equipo para la atención de emergencias. Leer las instrucciones de la etiqueta antes de usar el producto. Rotular los recipientes adecuadamente.
Almacenamiento:	Lugares ventilados, frescos y secos. Mantener lejos de fuentes de calor, chispa e ignición. Separar de materiales incompatibles. Rotular los recipientes adecuadamente y mantenerlos bien cerrados. Almacenar protegido de luz y a temperaturas inferiores a 35 °C. CONTENEDORES: Botellas de vidrio ámbar, garrafas, barriles de aluminio, barriles no retornables de polietileno con envoltura de fibra y acero; camiones y vagones cisterna.
SECCIÓN 8: CONTROLES DE EXPOSICION Y PROTECCIÓN PERSONAL	
Controles de Ingeniería:	Ventilación local y general, para asegurar que la concentración no exceda los

PEROXIDO DE HIDROGENO

CISPROQUIM 2

límites de exposición ocupacional o se mantenga lo más baja posible. Considerar la posibilidad de encerrar el proceso. Garantizar el control de las condiciones del proceso. Suministrar aire de reemplazo continuamente para suplir el aire removido. Disponer de duchas y estaciones lavavojos.

EQUIPO DE PROTECCIÓN PERSONAL

Protección de los ojos y rostro:	Usar las gafas o anteojos de seguridad apropiados para productos químicos según lo descrito por las regulaciones de la OSHA en 29 CFR 1910.133 o en el Estandar Europeo EN166.
Protección de piel:	Guantes largos, botas y ropa de protección impermeables al producto.
Protección respiratoria:	Respirador con filtro para vapores inorgánicos. Un programa de protección respiratoria que resuelve los requisitos de la OSHA 29 CFR:1910.134 y del ANSI Z88.2 o del Estándar Europeo EN 149 debe ser seguido siempre que el lugar de trabajo condicione el uso de un respirador.
Protección en caso de emergencia:	Equipo de respiración autónomo (SCBA) y ropa de protección TOTAL.

SECCIÓN 9: PROPIEDADES FÍSICAS Y QUÍMICAS

Apariencia, olor y estado físico:	Líquido incoloro con ligero olor.
Gravedad específica (Agua=1):	1.2 a 20°C
Punto de ebullición (°C):	141
Punto de fusión (°C):	-11
Densidad relativa del vapor (Aire=1):	1.0
Presión de vapor (mm Hg):	18.3 a 30°C
Viscosidad (cp):	1.245 a 20°C
pH:	5.1
Solubilidad:	Soluble en agua y alcohol.

SECCIÓN 10: ESTABILIDAD Y REACTIVIDAD

Estabilidad química:	Estable bajo condiciones normales de presión y temperatura.
Condiciones a evitar:	Choque mecánico, sustancias incompatibles, luz, fuentes de ignición, generación de polvo, exceso de calor.
Incompatibilidad con otros materiales:	Materiales combustibles, agentes reductores, iones metálicos, materiales oxidables, hierro, cobre, latón, bronce, cromo, cinc, plomo, plata, manganeso.
Productos de descomposición peligrosos:	Oxígeno, Gas de hidrógeno, agua.
Polimerización peligrosa:	N.R.

SECCIÓN 11: INFORMACIÓN TOXICOLÓGICA

DL50 (oral, ratas) = 376 mg/kg. Efectos: peritonitis, cambio en la cuenta de leucocitos.
 DL50 (piel, ratas) = 4.06 g/kg.
 LC50 (inhalación, ratas) = 2 g/m³ en 4h. Efectos: sobre los pulmones, tórax: embolia pulmonar.

No es listado como Carcinógeno por la ACGIH, IARC, NIOSH, NTP y OSHA.

Ensayos en ojos:

Una dosis de concentración entre 5 - 30% de Peróxido de hidrógeno en los ojos de los conejos causó cataratas.

Mutagenicidad:

Presenta cambios en el DNA para la bacteria (E. Coli) y mutaciones en la Saccharomyces cerevisiae.

SECCIÓN 12: INFORMACIÓN ECOLÓGICA

CL50 (trucha) = 40 ppm/tns agua salada.
 CL50 (Daphnia Magna) = 0.007 g/L durante 24h.

SECCIÓN 13: CONSIDERACIONES DE DISPOSICIÓN

PEROXIDO DE HIDROGENO

CISPROQUIM 3

El material derramado puede ser recogido y recuperarse, o diluirse con abundante agua y desecharse según normatividad.
SECCIÓN 14: INFORMACIÓN SOBRE TRANSPORTE
Etiqueta amarilla de sustancia comburente, clase UN 5.1, grupo II. No transportar con ningún tipo de sustancia química. Proteger los contenedores del daño físico y del calor.
SECCIÓN 15: INFORMACIÓN REGLAMENTARIA
1. Ley 769/2002. Código Nacional de Tránsito Terrestre. Artículo 32: La carga de un vehículo debe estar debidamente empacada, rotulada, embalada y cubierta conforme a la normatividad técnica nacional. 2. Los residuos de esta sustancia están considerados en: Ministerio de Salud. Resolución 2309 de 1986, por la cual se hace necesario dictar normas especiales complementarias para la cumplida ejecución de las leyes que regulan los residuos sólidos y concretamente lo referente a residuos especiales. 3. Ministerio de Transporte. Decreto 1609 del 31 de julio de 2002. Por el cual se reglamenta el manejo y transporte terrestre automotor de mercancías peligrosas por carretera. 4. Ministerio de Transporte. Resolución número 3800 del 11 de diciembre de 1998. Por el cual se adopta el diseño y se establecen los mecanismos de distribución del formato único del manifiesto de carga.
SECCIÓN 16: OTRAS INFORMACIONES
La información relacionada con este producto puede no ser válida si éste es usado en combinación con otros materiales o en otros procesos. Es responsabilidad del usuario la interpretación y aplicación de esta información para su uso particular.
Bibliografía

HOJA DE DATOS DE SEGURIDAD PARA SUSTANCIAS QUÍMICAS

FECHA DE ELABORACIÓN	FECHA DE REVISIÓN	NOMBRE DE LA EMPRESA	
17-ene-97	05-oct-98	<i>Productos Químicos Monterrey, S.A. de C.V.</i>	

SECCIÓN I.- DATOS GENERALES DEL RESPONSABLE DE LA SUSTANCIA QUÍMICA			
1.- NOMBRE DEL FABRICANTE O IMPORTADOR: <i>Productos Químicos Monterrey, S.A. de C.V.</i>		2.- EN CASO DE EMERGENCIA COMUNICARSE A: OFICINAS: TELS: (8) 345-5113, 01-800-021-0900 FAX: (8)342-3606 PLANTA: TELS: (8) 336-1623, 336-3707, 336-2988 FAX: (8)336-1979	
3.- DOMICILIO COMPLETO:			
CALLE <i>Mirador</i>	No. EXT. <i># 201</i>	COLONIA <i>El Mirador</i>	C.P. <i>64070</i>
DELG / MUNICIPIO <i>Monterrey</i>	LOCALIDAD O POBLACIÓN <i>Monterrey</i>	ENTIDAD FEDERATIVA <i>Nuevo León</i>	

SECCIÓN II.- DATOS GENERALES DE LA SUSTANCIA QUÍMICA	
1.- NOMBRE COMERCIAL <i>Acido Fosfórico</i>	2.- NOMBRE QUÍMICO <i>Acido Fosfórico</i>
3.- PESO MOLECULAR 98.0	4.- FAMILIA QUÍMICA Compuestos de los fosfatos
5.- SINÓNIMOS Acido Ortofosforico, Fosfato Triacido	6.- OTROS DATOS Formula: H₃PO₄

SECCIÓN III.- COMPONENTES RIESGOSOS				
1.- % Y NOMBRE DE LOS COMPONENTES Acido Fosfórico	2.- Nº CAS 7664-38-2	3.- Nº UN 1805	4.- CANCERÍGENOS O TERATOGENICOS No se dispone de datos específicos.	
5.- LIMITE PERMISIBLE DE CONCENTRACIÓN 1 mg/m3 CPT 8Hrs de exposicion 3 mg/m3 CCT Exposicion de corto tiempo LC50(oral rata): 1530 mg/kg	6.- IPVS ppm No se dispone de informacion	7.- GRADO DE RIESGO:		
		7.1.- SALUD Moderado	7.2.- INFLAMABILIDAD Ninguna	7.3.- REACTIVIDAD Moderada

SECCIÓN IV PROPIEDADES FÍSICAS	
1.- TEMPERATURA DE FUSIÓN, °C: 21°C (Punto de Congelamiento) Sol. 85%	2.- TEMPERATURA DE EBULLICIÓN, °C: 158°C (Sol.85%) el agua se consume
3.- PRESIÓN DE VAPOR, mmHg A 20°C: No aplica	4.- DENSIDAD RELATIVA: 1.685 (agua = 1)
5.- DENSIDAD DE VAPOR (AIRE=1): No aplica	6.- SOLUBILIDAD EN AGUA, g/ml: Completamente Soluble
7.- REACTIVIDAD EN AGUA: No reacciona (pero se genera calor por la hidrolisis)	8.- ESTADO FÍSICO, COLOR Y OLOR: LiquidoClaro, Incoloro, Viscoso e Inodoro.
9.- VELOCIDAD DE EVAPORACIÓN (BUTIL ACETATO=1): No aplica	10.- PUNTO DE INFLAMACIÓN: No es combustible
11.- TEMPERATURA DE AUTOIGNICION (°C): No aplica	12.- PORCIENTO DE VOLATILIDAD, % : No aplica
13.- LIMITES DE INFLAMABILIDAD (%):	
INFERIOR: No aplica	SUPERIOR: No aplica

SECCIÓN V.- RIESGOS DE FUEGO O EXPLOSIÓN				
1.- MEDIO DE EXTINCIÓN: Este material no se quema, use el medio apropiado para extinguir la fuente.				
☒ NIEBLA DE AGUA a fuegos grandes y pequeños	☐ ESPUMA	☐ HALON:	☒ CO2 para fuegos pequeños	☒ POLVO QUÍMICO SECO para fuegos pequeños
2.- EQUIPO ESPECIAL DE PROTECCIÓN (GENERAL) PARA COMBATE DE INCENDIO: Mascarilla con suministro de oxígeno y ropa protectora para prevenir contacto con la piel y ojos.				
3.- PROCEDIMIENTO ESPECIAL DE COMBATE DE INCENDIO: No combatir con chorro de agua directamente, no introducir agua a los contenedores.				
4.- CONDICIONES QUE CONDUCEN A UN PELIGRO DE FUEGO Y EXPLOSIÓN NO USUALES: No aplica				
5.- PRODUCTOS DE LA COMBUSTIÓN: Monóxido y Dióxido de carbono				

SECCIÓN VI.- DATOS DE REACTIVIDAD		
1.- SUSTANCIA		2.- CONDICIONES A EVITAR
ESTABLE ☐ SI ☐	INESTABLE ☐	Almacenamiento junto a materiales incompatibles
3.- INCOMPATIBILIDAD (SUSTANCIAS A EVITAR): Sulfuros, Fosfatos, Cianuros, Acetileno, Fluoruros, Silicatos y carburos, Oxidantes Fuertes y Bases.		
4.- DESCOMPOSICIÓN DE COMPONENTES PELIGROSOS: Las reacciones liberan gases inflamables y/o venenosos.		
5.- POLIMERIZACIÓN PELIGROSA:		6.- CONDICIONES A EVITAR:
PUEDEN OCURRIR ☐	NO PUEDEN OCURRIR ☒	No se dispone de información

SECCIÓN VII.- RIESGOS PARA LA SALUD		
VÍAS DE ENTRADA	SÍNTOMAS DEL LESIONADO	PRIMEROS AUXILIOS
1.- INGESTIÓN ACCIDENTAL	El producto causa quemaduras y ulceraciones del tractogastrointestinal provoca vomito de sangre y daño al riñón.	De a beber inmediatamente agua, si las molestias persisten Solicite atención medica.
2.- CONTACTO CON LOS OJOS	Concentraciones altas pueden causar severas quemaduras y daños permanentes. Concentraciones bajas causan irritación fuerte.	Lavar suavemente con agua corriente durante 15 minutos abriendo ocasionalmente los párpados. Solicitar atención medica de inmediato.
3.- CONTACTO CON LA PIEL	Este producto es extremadamente irritante para la piel, altas concentraciones pueden causar severas quemaduras.	Lavar con agua corriente durante 15 min. al mismo tiempo quitarse la ropa contaminada y calzado. Solicite atención medica
4.- ABSORCIÓN	No identificado	No se dispone de información
5.- INHALACIÓN	Irritación en las vías tractorespiratorias Puede causar bronconeumonía y edema pulmonar.	Traslade a un lugar con ventilación adecuada, Si respira con dificultad suministrar oxígeno. Si NO respira inicie la respiración artificial. Solicite atención medica.
6.- SUSTANCIA QUÍMICA CONSIDERADA COMO CANCERÍGENA: STPS (INST. No.10) SI ☐ NO ☒ OTROS ☐ SI ☐ NO ☐ ESPECIFICAR		

HOJA DE DATOS DE SEGURIDAD ACIDO SULFURICO

Rótulo NFPA



Rótulos UN



Fecha Revisión: 27/12/2005

SECCIÓN 1: PRODUCTO QUÍMICO E IDENTIFICACIÓN DE LA EMPRESA

Nombre del Producto:	ACIDO SULFURICO
Sinónimos:	Aceite de vitriolo, Acido para baterías, Sulfato de hidrógeno, Acido de decapado, Espíritus de Azufre, Acido electrolito, Sulfato de dihidrógeno
Fórmula:	H ₂ SO ₄
Número interno:	
Número UN:	1830 al 1832
Clase UN:	8
Compañía que desarrolló la Hoja de Seguridad:	Esta hoja de datos de seguridad es el producto de la recopilación de información de diferentes bases de datos desarrolladas por entidades internacionales relacionadas con el tema. La alimentación de la información fue realizada por el Consejo Colombiano de Seguridad, Carrera 20 No. 39 - 62. Teléfono (571) 2886355. Fax: (571) 2884367. Bogotá, D.C. - Colombia.

Teléfonos de Emergencia:

SECCIÓN 2: COMPOSICIÓN E INFORMACIÓN SOBRE INGREDIENTES

COMPONENTES				
Componente	CAS	TWA	STEL	%
Acido Sulfúrico	7664-93-9	0,2 mg/m ³ como peso de la partícula torácica. (ACGIH 2004)	N.R. (ACGIH 2004)	50-100
Uso:	En la manufactura de fosfato y sulfato de amonio. Otros usos importantes incluye la producción de rayón y fibras textiles, pigmentos inorgánicos, explosivos, alcoholes, plásticos, tintas, drogas, detergentes sintéticos, caucho sintético y natural, pulpa, papel, celulosa y catalizadores. Es usado en la refinación del petróleo, acero y otros metales. En electroplateado y como reactivo de laboratorio.			

SECCIÓN 3: IDENTIFICACIÓN DE PELIGROS

VISIÓN GENERAL SOBRE LAS EMERGENCIAS:

Apariencia: Líquido aceitoso incoloro. **Peligro.** Corrosivo. Higróscopico. Reacciona con el agua. Puede ocasionar daños en riñones y pulmones, en ocasiones ocasionando la muerte. Causa efectos fetales de acuerdo a estudios con animales de laboratorio. **Peligro de cancer.** Puede ser fatal si se inhala. Ocasiona severas irritaciones en ojos, piel, tracto respiratorio y tracto digestivo con posibles quemaduras..

EFFECTOS ADVERSOS POTENCIALES PARA LA SALUD:

Inhalación:	Irritación, quemaduras, dificultad respiratoria, tos y sofocación. Altas concentraciones del vapor pueden producir ulceración de nariz y garganta, edema pulmonar, espasmos y hasta la muerte.
Ingestión:	Corrosivo. Quemaduras severas de boca y garganta, perforación del estómago y esófago, dificultad para comer, náuseas, sed, vómito con sangre y diarrea. En casos severos colapso y muerte. Durante la ingestión o el vómito se pueden broncoaspirar pequeñas cantidades de ácido que afecta los pulmones y ocasiona la muerte.
Piel:	Quemaduras severas, profundas y dolorosas. Si son extensas pueden llevar a la muerte (shock circulatorio). Los daños dependen de la concentración de la solución de ácido sulfúrico y la

ACIDO SULFURICO

CISPROQUIM 1

	duración de la exposición.
Ojos:	Es corrosivo y puede causar severa irritación (enrojecimiento, inflamación y dolor) Soluciones muy concentradas producen lesiones irreversibles, opacidad total de la córnea y perforación del globo ocular. Puede causar ceguera.
Efectos crónicos:	La repetida exposición a bajas concentraciones puede causar dermatitis. La exposición a altas concentraciones puede causar erosión dental y posibles trastornos respiratorios. El efecto crónico es la generación de cáncer.

SECCIÓN 4: PROCEDIMIENTOS DE PRIMEROS AUXILIOS

Inhalación:	Trasladar al aire fresco. Si no respira administrar respiración artificial. Si respira con dificultad suministrar oxígeno. Evitar el método boca a boca. Mantener la víctima abrigada y en reposo. Buscar atención médica inmediatamente.
Ingestión:	Lavar la boca con agua. Si está consciente, suministrar abundante agua para diluir el ácido. No inducir el vómito. Si éste se presenta en forma natural, suministre más agua. Buscar atención médica inmediatamente.
Piel:	Retirar la ropa y calzado contaminados. Lavar la zona afectada con abundante agua y jabón, mínimo durante 15 minutos. Si la irritación persiste repetir el lavado. Buscar atención médica inmediatamente.
Ojos:	Lavar con abundante agua, mínimo durante 15 minutos. Levantar y separar los párpados para asegurar la remoción del químico. Si la irritación persiste repetir el lavado. Buscar atención médica.
Nota para los médicos:	Después de proporcionar los primeros auxilios, es indispensable la comunicación directa con un médico especialista en toxicología, que brinde información para el manejo médico de la persona afectada, con base en su estado, los síntomas existentes y las características de la sustancia química con la cual se tuvo contacto.

SECCIÓN 5: MEDIDAS EN CASO DE INCENDIO

Punto de inflamación (°C):	N.A.
Temperatura de autoignición (°C):	N.A.
Limites de inflamabilidad (%V/V):	N.A.
Peligros de incendio y/o explosión:	No es inflamable, ni combustible, pero diluido y al contacto con metales produce hidrógeno el cual es altamente inflamable y explosivo. Puede encender materias combustibles finamente divididas. Durante un incendio se pueden producir humos tóxicos e irritantes. Los contenedores pueden explotar durante un incendio si están expuestos al fuego o por contacto con el agua por la alta liberación de calor.
Medios de extinción:	Usar el agente de extinción según el tipo de incendio del alrededor. No use grandes corrientes de agua a presión. Use polvo químico seco, espuma tipo alcohol, dióxido de carbono.
Productos de la combustión:	Dióxido de azufre y trióxido de azufre los cuales son irritantes y tóxicos.
Precauciones para evitar incendio y/o explosión:	Mantener alejado de materiales combustibles finamente divididos y de metales. Evitar el contacto con agua porque genera calor. Mantener retirado de materiales incompatibles.
Instrucciones para combatir el fuego:	Evacuar o aislar el área de peligro. Restringir el acceso a personas innecesarias y sin la debida protección. Ubicarse a favor del viento. Usar equipo de protección personal. Si usa agua (agua en forma de rocío) para apagar el fuego del alrededor evitar que haga contacto con el ácido. Mantenerse a favor del viento. Si es posible, retirarlo del fuego.

SECCIÓN 6: MEDIDAS EN CASO DE VERTIDO ACCIDENTAL

Evacuar o aislar el área de peligro. Restringir el acceso a personas innecesarias y sin la debida protección. Ubicarse a favor del viento. Usar equipo de protección personal. Ventilar el área. Eliminar toda fuente de ignición. No tocar el material. Contener el derrame con diques hechos de arena, tierras diatomáceas, arcilla u otro material inerte para evitar que entre en alcantarillas, sótanos y corrientes de agua. No adicionar agua al ácido. Neutralizar lentamente, con ceniza de soda, cal u otra base. Después recoger los productos y depositar en contenedores con cierre hermético para su posterior

ACIDO SULFURICO

CISPROQUIM 2

disposición.

SECCIÓN 7: MANEJO Y ALMACENAMIENTO

Manejo:	Usar siempre protección personal así sea corta la exposición o la actividad que realice con el producto. Mantener estrictas normas de higiene, no fumar, ni comer en el sitio de trabajo. Usar las menores cantidades posibles. Conocer en donde está el equipo para la atención de emergencias. Leer las instrucciones de la etiqueta antes de usar el producto. Rotular los recipientes adecuadamente. Evitar la formación de vapores o neblinas de ácido. Cuando diluya adicione el ácido al agua lentamente. Nunca realice la operación contraria porque puede reaccionar violentamente.
Almacenamiento:	Lugares ventilados, frescos y secos. Lejos de fuentes de calor, ignición y de la acción directa de los rayos solares. Separar de materiales incompatibles. Rotular los recipientes adecuadamente. No almacenar en contenedores metálicos. No fumar porque puede haberse acumulado hidrógeno en tanques metálicos que contengan ácido. Evitar el deterioro de los contenedores. Mantenerlos cerrados cuando no están en uso. Almacenar las menores cantidades posibles. Los contenedores vacíos deben ser separados. Inspeccionar regularmente la bodega para detectar posibles fugas o corrosión. El almacenamiento debe estar retirado de áreas de trabajo. El piso debe ser sellado para evitar la absorción. Los equipos eléctricos, de iluminación y ventilación deben ser resistentes a la corrosión. Disponer en el lugar de elementos para la atención de emergencias.

SECCIÓN 8: CONTROLES DE EXPOSICION Y PROTECCIÓN PERSONAL

Controles de ingeniería:	Ventilación local y general, para asegurar que la concentración no exceda los límites de exposición ocupacional. Control exhaustivo de las condiciones de proceso. Debe disponerse de duchas y estaciones lavajos.
EQUIPO DE PROTECCIÓN PERSONAL	
Protección de los ojos y rostro:	Gafas de seguridad para químicos con protección lateral y protector facial completo si el contacto directo con el producto es posible.
Protección de piel:	Guantes, botas de caucho, ropa protectora de cloruro de polivinilo, nitrilo, butadieno, viton, neopreno/butilo, polietileno, teflón o caucho de butilo
Protección respiratoria:	Respirador con filtro para vapores ácidos.
Protección en caso de emergencia:	Respirador de acuerdo al nivel de exposición. Traje de caucho, nitrilo, butadieno, cloruro de polivinilo, polietileno, teflón, caucho de butilo, o vitón. En contracción no conocida use traje encapsulado.

SECCIÓN 9: PROPIEDADES FÍSICAS Y QUÍMICAS

Apariencia, olor y estado físico:	Líquido aceitoso incoloro o café. Inodoro, pero concentrado es sofocante e higroscópico.
Gravedad específica (Agua=1):	1.84(98%), 1.4(50%).
Punto de ebullición (°C):	274 (100%), 280(95%)
Punto de fusión (°C):	3 (98%); -64(65%).
Densidad relativa del vapor (Aire=1):	3.4
Presión de vapor (mm Hg):	Menor de 0.3 / 25°C, 1.0 / 38°C
Viscosidad (cp):	21 / 25°C.
pH:	0.3 (Solución acuosa 1 N).
Solubilidad:	Soluble en agua y alcohol etílico (descompone en este último).

SECCIÓN 10: ESTABILIDAD Y REACTIVIDAD

Estabilidad química:	Descompone a 340°C en trióxido de azufre y agua. El producto reacciona violentamente con el agua, salpicando y liberando calor.
Condiciones a evitar:	Calor, humedad, incompatibles.
Incompatibilidad con otros materiales:	Reacciona vigorosamente en contacto con el agua. Es incompatible además con Carburos, cloratos, fulminatos, metales en polvo, sodio, fósforo, acetona, ácido nítrico, nitratos, picratos, acetatos, materias orgánicas, acrilonitrilo, soluciones alcalinas, percloratos, permanganatos, acetiluros, epíclorhidrina, anilina, etilendiamina,

Productos de descomposición peligrosos:	alcoholes con peróxido de hidrógeno, ácido clorosulfónico, ácido fluorhídrico, nitrometano, 4-nitrotolueno, óxido de fósforo, potasio, etilenglicol, isopreno, estireno. Vapores Tóxicos de óxido de azufre cuando se calienta hasta la descomposición. Reacciona con el agua o vapor produciendo vapores tóxicos y corrosivos. Reacciona con carbonatos para generar gas dióxido de carbono y con cianuros y sulfuros para formar el venenoso gas cianuro de hidrógeno y sulfuro de hidrógeno respectivamente.
Polimerización peligrosa:	No ocurre polimerización.
SECCIÓN 11: INFORMACIÓN TOXICOLÓGICA Las propiedades toxicológicas son dadas para la sustancia pura. DL50 (oral, ratas)= 2140 mg/Kg. LC50 (Inhalación, conejillo de Indias) = 18 mg/m3. LC50/2H (Inhalación, rata) = 510 mg/m3. LC50/2H (Inhalación, ratón) = 320 mg/m3. El producto (forma de neblina) se ha clasificado como : cancerígeno humano categoría 1 (IARC); sospechoso como cancerígeno humano, grupo A2 (ACGIH), carcinógeno OSHA. Se reportan efectos teratogénicos y mutagénicos en animales de laboratorio. Se considera un irritante primario. No existe información disponible sobre efectos neurotóxicos y reproductivos.	
SECCIÓN 12: INFORMACIÓN ECOLÓGICA Perjudicial para todo tipo de animales Toxicidad acuática: LC50/48H(agua aireada, camarón)=80-90ppm/48h. Condiciones de bioensayo no especificada. CL50/48H Camarón adulto, agua salada=42.5-48 ppm. Condiciones de bioensayo no especificadas. En el agua el producto se disuelve rápidamente, produciendo una disminución de la viscosidad, facilitando su difusión en cuerpos de agua. A pH 6 y pH menor a 5, aumenta la concentración de iones calcio (provenientes de rocas y suelos). El ácido sulfúrico reacciona con el calcio y magnesio presentes para producir sulfatos. Es considerado tóxico para la vida acuática. En el suelo el producto puede disolver algunos minerales como calcio y magnesio, deteriorando las características de estos. En la atmósfera el producto puede removerse lentamente por deposición húmeda. En el aire puede ser removido por deposición en seco.	
SECCIÓN 13: CONSIDERACIONES DE DISPOSICIÓN Neutralizar las sustancia con carbonato de sodio o cal apagada. Descargar los residuos de neutralización a la alcantarilla. Una alternativa de eliminación es considerar la técnica para cancerígenos, la cual consiste en hacer reaccionar dicromato de sodio con ácido sulfúrico concentrado (la reacción dura aproximadamente 1-2 días). Debe ser realizado por personal especializado. La incineración química en incinerador de doble cámara de combustión, con dispositivo para tratamiento de gases de chimenea es factible como alternativa para la eliminación del producto.	
SECCIÓN 14: INFORMACIÓN SOBRE TRANSPORTE Etiqueta negra y blanca de sustancia corrosiva. No transporte con sustancias explosivas, sustancias que en contacto con agua pueden desprender gases inflamables, sustancias comburentes, peróxidos orgánicos, materiales radiactivos, ni alimentos. Grupo de empaque: II.	
SECCIÓN 15: INFORMACIÓN REGLAMENTARIA 1. Ley 769/2002. Código Nacional de Tránsito Terrestre. Artículo 32: La carga de un vehículo debe estar debidamente empacada, rotulada, embalada y cubierta conforme a la normatividad técnica nacional. 2. Decreto 1609 del 31 de Julio de 2002, Por el cual se reglamenta el manejo y transporte terrestre automotor de mercancías peligrosas por carretera. 3. Ministerio de Transporte. Resolución número 3800 del 11 de diciembre de 1998. Por el cual se adopta el diseño y se establecen los mecanismos de distribución del formato único del manifiesto de carga. 4. Los residuos de esta sustancia están considerados en: Ministerio de Salud. Resolución 2309 de 1986, por la cual se hace necesario dictar normas especiales complementarias para la cumplida ejecución de las leyes que regulan los residuos sólidos y concretamente lo referente a residuos especiales. 5. Ministerio de Justicia. Ley 30 de 1985. Por la cual se adopta el Estatuto Nacional de Estupefacientes y se dictan otras disposiciones.	

Ministerio de Justicia. Resolución 0009 del 18 de febrero de 1987. Consejo Nacional de Estupefacientes. Resolución No 0031 de junio 13 de 1991. Consejo Nacional de Estupefacientes. Resolución No 007 de 1992. Consejo Nacional de Estupefacientes. Resolución 0001 del 30 de enero de 1995 por el cual se adiciona la resolución 09 de 1987. Mediante las cuales se establecen regulaciones para aquellas sustancias que puedan utilizarse para el procesamiento de drogas que producen dependencia.

SECCIÓN 16: OTRAS INFORMACIONES

La información relacionada con este producto puede no ser válida si éste es usado en combinación con otros materiales o en otros procesos. Es responsabilidad del usuario la interpretación y aplicación de esta información para su uso particular

Bibliografía

Edafología (Prácticas de laboratorio)

El presente manual capacita al alumno para utilizar distintas técnicas analíticas para realizar la caracterización física y química de diversos tipos de suelos obtenidos por medio de un muestreo planeado y hecho por él mismo; al realizar la interpretación de los resultados de campo y de laboratorio podrá concluir sobre las características generales de los suelos de la zona de estudio, lo que le permitirá hacer, por primera vez, un estudio edafológico. Asimismo, reconocerá las propiedades características del suelo que es susceptible de modificarse con la intervención del hombre, sin que se produzcan cambios inadecuados y visualizará el deterioro que puede ocasionar al realizar un manejo inadecuado del mismo.

