

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

FACULTAD DE ARQUITECTURA
UNIDAD ACADÉMICA DE ARQUITECTURA DE PAISAJE

Manual de técnicas de análisis de material edáfico y vegetal

TESIS QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE ARQUITECTO PAISAJISTA

PRESENTA:

IVAN SAID SAINZ ARELLANO

ASESORES

DRA. EN ARQ. ISABEL ROCÍO LÓPEZ DE JUAMBELZ
M.EN ARQ. ALEJANDRO CABEZA PÉREZ
ARQ.PSJ ALICIA RÍOS MARTÍNEZ

CIUDAD UNIVERSITARIA. JUNIO 2015





Universidad Nacional
Autónoma de México



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

La realización del manual de técnicas de análisis de material edáfico y vegetal fue auspiciada para la definición de recolectas, tratamiento de muestras, análisis físicos y químicos por el Programa de Apoyo a Proyectos para la Innovación y Mejoramiento de la Enseñanza, PAPIIME. PE401613
“Consolidación del laboratorio para la conservación del patrimonio natural y cultural.”

La realización del manual de técnicas de análisis de material edáfico y vegetal fue auspiciada para la definición del capítulo 1 referente a Levantamiento con escáner laser por el Programa de Apoyo a Proyectos de Investigación e Innovación Tecnológica, PAPIIT. IG700414
“Incorporación de nuevas tecnologías para generar lineamientos de conservación y restauración en zonas patrimoniales sujetas a diversas condiciones ambientales.”

ÍNDICE

INTRODUCCIÓN	1
LEVANTAMIENTO	2
INVENTARIO	4
RECOLECTA	8
PREPARACIÓN DE MUESTRAS	12
SOLUCIONES	20
ANÁLISIS FÍSICOS	25
ANÁLISIS QUÍMICOS	35
VALORES DE REFERENCIA	48
MANEJO DE EQUIPO	56
GLOSARIO DE TÉRMINOS	65
CONCLUSIONES	66
BIBLIOGRAFÍA	67

INTRODUCCIÓN

El presente manual tiene por objetivo dar a conocer, principalmente a los arquitectos paisajistas, las técnicas utilizadas para el análisis del suelo y la vegetación como elementos que conforman el paisaje. El manual presenta las técnicas que permiten definir los parámetros físicos y químicos del suelo y el manejo de la vegetación, tanto para su identificación, como para el análisis elemental que permite definir el estado nutricional de éstas.

El estudio del paisaje es una práctica transdisciplinar que surge del manejo intencionado del hábitat del hombre y el profundo conocimiento del comportamiento de la naturaleza. Actualmente la inter y multidisciplinaria son indispensables para un acercamiento integral al manejo del paisaje y cada vez los profesionales de esta disciplina deben adquirir conocimientos que permitan una interpretación correcta de las variables que intervienen en la conformación de éste, donde los aspectos químicos y físicos del suelo, las rocas y las plantas permiten una lectura profunda y una definición correcta del paisaje.

El paisaje como constructo mental¹ nacido de la cultura, conforma parte del patrimonio que en muchas ocasiones puede ser considerado como patrimonio natural y cultural², ya que en el paisaje se cumplen las determinantes que permiten esta ambivalencia, como valor extraordinario de composición arquitectónica y espacial ligados a periodos de la historia, pero que en él, también se encuentran muestras de belleza natural y estética excepcional, que al mismo tiempo representa procesos ecológicos en la evolución de un ecosistema y son el crisol de hábitats para la conservación de la diversidad natural. Por estas razones, el paisaje debe ser estudiado desde diversos enfoques y especialmente, como se muestra en este trabajo, el que permite entender la composición del paisaje, para así, realizar intervenciones de conservación basadas en la razón. Por ello desde el ámbito de la arquitectura de paisaje se hace un esfuerzo para elaborar este manual que contenga las técnicas que permitan un acercamiento del paisaje natural y cultural mediante métodos tradicionales hasta la aplicación de nuevas tecnologías para las diversas formas de trabajo. Asimismo, el presente manual es una herramienta de utilidad para cualquier profesionista que requiera conocer las características físicas y químicas de suelo, las rocas y la vegetación.

Se retoman las técnicas y procedimientos validados en Norma Oficial Mexicana³. Que establece las especificaciones de fertilidad, salinidad y clasificación de suelos. Las técnicas se presentan en una forma sencilla, estructuradas por una breve introducción que trata el parámetro a analizar y las bases de la técnica; a continuación se enlista el material y equipo necesario para la realización de ésta, los reactivos que se requieren y el método de desarrollo, posteriormente se presentan los cálculos para la obtención de los resultados.

El manual está conformado por 10 capítulos, que se dividen en 1.- Levantamiento aquí se presenta la técnicas de nueva tecnología para obtener levantamiento físico los elementos naturales o artificiales que participan en la conformación del paisaje. 2.- Inventario aquí se tratan las formas de sistematizar la toma de muestras e información tanto para los suelo como para la vegetación. 3.- Recolección se refiere a la recolección de las muestras propiamente dicho, es decir a la forma y partes que deben ser recogidas y la manera de efectuarlo. 4.- Preparación de muestras, este capítulo está dedicado a las acciones que continúan después de recolectar la muestra. 5.- Preparación de soluciones, este es un apartado pensado particularmente en los paisajistas quienes no están familiarizados con las técnicas químicas, en donde se explica paso a paso el tipo de soluciones que existe, su preparación y manejo. 6.- Análisis físicos, esta sección presenta todos los análisis de parámetros físicos que se realizan en el suelo. 7.- Análisis químicos, aquí se tratan las pruebas que determinan el comportamiento elemental principalmente, y que son aplicables tanto al suelo, como a rocas y plantas. 8.- Valores de Referencia aquí se estipulan los valores normales y la información necesaria para la interpretación de los resultados. 9.- Equipo, se estipula de una manera sistematizada y comprensible el uso del equipo existente en el laboratorio. 10.- Glosario se aclara el significado de términos de difícil comprensión.

¹ López de Juambelz, 2008, pág. 82

² International Council on Monuments and Sites (ICOMOS), 1999, pág. 1

³ SEMARNAT, 2002

1.- LEVANTAMIENTO

1.- Escáner láser

Levantamiento del latín *levāntis*⁴, proveniente de levante, este término utilizado en topografía hace referencia a recoger datos⁵ y a proceder su representación a través del dibujo de un plano.

Mediante un levantamiento se determina la configuración de un terreno en la superficie de la tierra, de elementos naturales o instalaciones construidas por el hombre. En un levantamiento topográfico se deben tomar los datos necesarios mediante diversos instrumentos que al final permiten la representación gráfica o elaboración del mapa del área u objeto de estudio⁶

⁴ Echegaray, 1889, pág. 115

⁵ Real Academia de la Lengua Española, 1996, pág. 882

⁶ Casanova Matera, 2003, pág. 13

LEVANTAMIENTO – ESCÁNER LÁSER

INTRODUCCIÓN.

El escáner láser constituye una nueva tecnología aplicada al levantamiento de espacios y objetos muebles e inmuebles, entre otros usos, utiliza como medio el rayo láser para generar modelos tridimensionales que contienen la imagen, son mensurables y pueden transformarse en planos bidimensionales. El escáner proyecta un rayo láser que al momento de chocar genera un punto con valor de coordenadas x,y,z para formar escenas. Los factores que determinan este trabajo son la calidad, que es el número de veces que el rayo láser toca el mismo punto y la resolución es el número de puntos que emite, determina el tiempo y peso del escaneo. En los objetos con mayor brillantez y los entornos con mucha luz deben escanearse con mayor calidad y resolución. El levantamiento mediante el escáner puede realizarse en absoluta oscuridad e incluso se obtienen mejores resultados. Una vez obtenidas las diferentes escenas la información se gestiona en el software del escáner; se combinan mediante los objetos de referencia, se limpian, se editan y se exportan. Para así llegar a la creación del modelo completo en 3D, el cual puede ser trabajado en diversos software de diseño y manipulación de nube de puntos. El modelo puede ser geo referenciado mediante un GPS si así se requiere.

Material

Escáner láser Faro, Trimble o similar.
Tripié con nivel de burbuja.
Memoria extraíble SD.
Objetos de referencia (esferas y/o tableros).
Computadora con el programa SCENE y programa de diseño asistido.

Método

- 1.- Determinar el perfil del levantamiento: interior hasta 10 m, interior a partir de 10 m, exterior
- 2.- hasta 20 m y exterior a partir de 20 m, la selección del perfil es importante, ya que de este depende la calidad y resolución con la que el escáner levanta los datos.
- 3.- Definir la hora en que se realiza el escaneo, evitando el horario de mayor incidencia solar.
- 4.- Decidir el sitio de inicio del escaneo en función a las características del espacio a levantar, asegurando las secuencia de los escaneos.
- 5.- Determinar los sitios para la colocación de los objetos de referencia, que deberán ser visibles por el escáner al menos 3 de inicio y 3 finales a cada 20 m por escaneo sin repetir el patrón de acomodo. También es importante observar que no se reflejen, ni se tapen.
- 6.- Formatear en la computadora la memoria extraíble
- 7.- El escáner láser se monta en el tripié, se nivela, se enciende e insertar la memoria extraíble.
- 8.- Se crea un nuevo proyecto, nombrarlo de acuerdo al sitio y fecha.
- 9.- Seleccionar los parámetros: perfil, calidad, resolución y color.
- 10.- Colocar el escáner láser a 10 metros de los objetos de referencia iniciales y finales.
- 11.- Iniciar el escaneo colocarse atrás del escáner láser y oprimir el botón start scan.
- 12.- Pararse detrás del escáner, siguiendo su movimiento mientras se realiza el escaneo.
- 13.- Esperar se termine el escaneo y aparezca en la pantalla la imagen de la escena.
- 14.- Colocar el escáner en el siguiente punto y repetir los pasos del 9 al 12 hasta finalizar el levantamiento del espacio.
- 15.- Apagar el escáner, retirar la memoria extraíble y recoger los objetos de referencia.
- 16.- Insertar la memoria en la computadora donde se hará el pos – procesamiento.
- 17.- Abrir el programa SCENE, el cual automáticamente detectara la memoria extraíble.
- 18.- Aceptar la transferencia de información.
- 19.- Abrir el espacio de trabajo, cargar escaneos, unirlos, generar la nube de puntos, limpiar la nube de puntos, exportar la nube de puntos al formato deseado para su futuro trabajo.⁷

Errores más frecuentes.

- No colocar correctamente los objetos de referencia.
- Colocas el escáner láser a más de 10 m de las referencias.
- No formatear la tarjeta de memoria extraíble.
- No nivelar bien el tripie.

⁷ Sainz A. & Rodríguez V., 2015

INVENTARIO

- 1.- Plantas
- 2.- Suelo

Inventario del latín *inventāriūm* proveniente de *invēnīre* – hallar⁸. Esta palabra se aplica a la lista o memoria de hacienda y bienes. Los inventarios se refieren a relaciones exactas y ordenadas de elementos homogéneos. Este tipo de trabajo es muy importante porque constituyen la base de conocimiento de un tema en particular, a partir de lo cual se realiza la caracterización de cada uno de los elementos que le componen⁹.

De acuerdo a esta definición se abre un apartado para precisar las formas básicas del estudio y recuento de los diversos elementos con los que se cuenta en un proyecto dado, ya que lo que se intenta, es tener la relación ordenada de lo existente de ese tema particular.

⁸ Echegaray, 1889, pág. 880

⁹ Real Academia de la Lengua Española, 1996, pág. 837

INVENTARIO – PLANTAS

INTRODUCCIÓN

Las plantas son un elemento importante en el sistema de la vida, del que dependen los organismos heterótrofos y aeróbicos, ya que ésta realiza diversos procesos en los que se incluyen la captura, transformación, translocación y almacenamiento de energía. También participa en la protección y estabilización de los suelos¹⁰, al reducir la erosión y evitar deslizamientos que resultan en la destrucción del hábitat y sedimentación en los cuerpos de agua. El estudio de la vegetación se inicia a través de inventarios que permiten conocer las características de las especies, como aspectos taxonómicos, dendrométricos y fitosanitarios, que ayudan a identificar las necesidades y requerimientos de las plantas.

“...los conocimientos sobre la vegetación se inician indudablemente, con el comienzo de la humanidad misma”¹¹

DEFINICIÓN DE VEGETACIÓN

El conjunto de plantas silvestres y cultivadas que crecen espontáneamente dentro de un área determinada y que existe una relación entre sí¹².

INVENTARIO TAXONÓMICO – DENDROMÉTRICO – FITOSANITARIO¹³

El primer acercamiento al estudio de las plantas desde el análisis paisajístico, es la construcción de un inventario que tome en cuenta la identificación taxonómica, las medidas y el estado sanitario de las plantas en un sitio dado, lo que se relaciona a la localización topográfica de los ejemplares (LEVANTAMIENTO), estos son datos necesarios para el manejo de la vegetación durante las fases de análisis, diagnóstico y potencial en la intervención de las áreas verdes.

INVENTARIO TAXONÓMICO

Consiste en identificar la vegetación de un sitio determinado, mediante sus características fenológicas, con la finalidad de registrar la familia, género y especie a la que pertenece, con lo que se obtiene el nombre científico de los ejemplares, también se especifica el nombre común local, estos datos son para cada individuo inventariado.

INVENTARIO DENDROMÉTRICO

La medición que se realiza para cada individuo es la altura total, fuste, diámetro de la copa, diámetro ancho pecho, la obtención de estos datos es indispensable para conocer la cobertura que el ejemplar provoca sobre el terreno, también permite obtener datos prácticos como la cantidad de madera que se produce durante una poda o derribo.

INVENTARIO FITOSANITARIO

Radica en identificar el estado sanitario y los daños mecánicos o biológicos de los árboles. Los datos que se registran son: desbalanceo por dominio, marchitez de la fronda, daños en corteza, raíz, presencia de plagas y enfermedades lo que permite diagnosticar la afectación. Con esto se define el plan de manejo previo a la obra.

Materiales

Plano topográfico de la ubicación de los árboles

Rotulador Dymo® o similar

Engrapadora

Flexómetro

Cinta diamétrica

Clisímetro

Tabla de Inventario Taxonómico – Dendrométrico – Fitosanitario

¹⁰ López de Juambelz, 2005, pág. 83

¹¹ Rzedowski, 2006, pág. 12

¹² Font Quer, 1993, pág. 1093

¹³ López de Juambelz R. , 2014, pág. 340

INVENTARIO – PLANTAS

Método

- 1.- Los árboles deben ser numerados de acuerdo al plano topográfico y marcados con un número escrito en el Dymo y la cinta con dicho número se engrapa en la corteza del árbol.
- 2.- El número debe aparecer en la primera columna de la Tabla de Inventario Taxonómico – Dendrométrico – Fitosanitario. Esta Tabla contiene en cada columna la información que debe ser levantada de cada ejemplar.
- 3.- El nombre común y científico se escribe en los espacios correspondientes, en caso de no conocer la especie se toma una muestra completa y se herboriza (PREPARACIÓN DE MUESTRAS)¹⁴.
- 4.- Los datos dendrométricos se levantan: altura con el clisímetro, la medida tomada por este corresponde al cateto opuesto y se obtiene mediante:

$$(1) \frac{\text{cateto opuesto}}{\text{cateto adyacente}} = \text{tangente } \alpha$$

$$(2) (\text{cateto adyacente}) (\text{tangente } \alpha) = \text{cateto opuesto}$$

- 5.- Se mide la distancia del tronco hacia el observador con el flexómetro y mediante el clisímetro a la altura de los ojos, se observa la parte más alta de la fronda y se obtiene el ángulo, estos datos se utilizan para sacar la altura del árbol mediante la fórmula (2). Si la ubicación del observador y la base del árbol esta al mismo nivel, para obtener la altura total se suma el valor en metros de la distancia de los ojos al suelo. En el caso de que exista un desnivel se obtiene la altura midiendo con el clisímetro de los ojos hacia la base del árbol y aplicando la misma fórmula (2) y se suman ambas cantidades¹⁵.

$$(3) \text{ cateto opuesto superior} + \text{ distancia del suelo a los ojos} = \text{ altura total del árbol (en plano)}$$

$$(4) \text{ cateto opuesto superior} + \text{ cateto opuesto inferior} = \text{ altura total del árbol (en pendiente)}$$

- 6.- El diámetro de la fronda se obtiene midiendo sobre el piso de lado a lado de la línea de goteo, pasando por el centro.
- 7.- Obtención de DAP, referido al diámetro del tronco a la altura del pecho, para lo cual se utiliza una cinta diamétrica, colocándola alrededor del tronco.
- 8.- Se realiza la observación de la fronda, corteza, raíz y se especifican los daños.
- 9.- Se detecta la presencia de plagas y enfermedades en el follaje y la corteza, se registra.
- 10.- Los datos levantados se utilizan para dar las recomendaciones.
- 11.- Los datos se registran en la Tabla de Inventario Taxonómico – dendrométrico – fitosanitario¹⁶

¹⁴ López de Juambelz R. , 2014, pág. 340

¹⁵ Romahn de la Vega & Ramirez Maldonado, 2010, pág. 9

¹⁶ López de Juambelz R. , 2014, pág. 341

INVENTARIO – SUELO

INTRODUCCIÓN

El suelo es un bien básico del que depende la vida en la tierra, su estudio se vuelve indispensable para conocer las características del recurso. Se inicia con la comprensión de la conformación de dicho elemento, para lo cual se realiza el perfil edáfico como punto de partida del estudio y de la relación ordenada que permite valorar al suelo dentro de un paisaje determinado.

DEFINICIÓN DE SUELO

El suelo se conforma por los 2 m de la parte superior de la corteza terrestre en contacto con la atmósfera. Está conformado por minerales, materia orgánica, aire y agua^{17,18}.

PERFIL EDÁFICO

Los perfiles de suelo se desarrollan de diferente manera por los efectos de los factores formadores de suelo. Una roca ígnea, metamórfica o sedimentaria origina diferentes horizontes y subhorizontes en un perfil del suelo. La profundidad del perfil indica en la mayoría de los casos, la evolución y desarrollo de este. Las características del suelo se ven modificadas por la pendiente, exposición, drenaje, vegetación, usos, entre otros, por lo que en la apertura de un perfil edáfico se deben registrar estas condiciones del paisaje.

Materiales

Flexómetro de 5 m
Pala recta de jardinero
Pala de punta redonda
Pala carbonera
Pico
Barreno
Bitácora

Método

- 1.- En el área seleccionada para realizar el perfil se traza un cuadro de 80 cm por lado.
- 2.- Se despalma el cuadro de 80 x 80 cm.
- 3.- Se excava y afloja la tierra con el pico, barreno y las palas, para crear el perfil, la profundidad es determinada por la presencia del material parental. El ancho se modifica debido a la profundidad.
- 4.- Se limpia una cara del perfil con la pala recta de jardinero, para identificar cada horizonte.
- 5.- Se mide con el flexómetro la altura total del perfil y el espesor de cada horizonte.
- 6.- Se anota en la bitácora: fecha, lugar y clave del perfil, las medidas y características del perfil y de cada horizonte.
- 7.- Información: textura, color, pH, materia orgánica, carbonatos, drenaje, presencia de raíces. La información se obtiene mediante las pruebas rápidas de campo (ANÁLISIS FÍSICOS Y ANÁLISIS QUÍMICOS).

¹⁷ IUSS, Grupo de trabajo WRB, 2007, pág. 11

¹⁸ López de Juambelz R. , 2014, pág. 335

RECOLECTA

- 1.- Plantas
- 2.- Suelo

Recolecta del latín *recollectus*¹⁹. Acción de juntar personas o cosas dispersas, también se aplica a recoger la cosecha²⁰. La recolecta entendida como la obtención del material que será trabajado en el laboratorio, trátase de rocas, suelos o plantas.

A través de la recolecta se adquieren las muestras que permitirán emitir los resultados, de ahí la importancia de que las muestras a trabajar sean representativas del universo a estudiar.

¹⁹ Echegaray, 1889, pág. 80

²⁰ Real Academia de la Lengua Española, 1996, pág. 1035

RECOLECTA - PLANTAS

INTRODUCCIÓN

La recolecta permite contar con una muestra representativa del universo estudiado, que servirá para obtener las características del objeto de análisis. La recolecta de las plantas, para los fines del presente manual, tiene como propósito obtener ejemplares que serán herborizados o material vegetal utilizado para el análisis nutricional y de toxicidad a partir de los tejidos vegetales. Esta descripción de la recolecta, no describe procesos, ni métodos para realizar muestreos con validez estadística, ya que el fin es conocer el estado del suelo y la vegetación en ámbitos de la arquitectura de paisaje; pero el método de la recolecta en propiamente dicho, es útil para cualquier objetivo que se persiga.

Material

Tijeras de poda
Tijera telescópica
Bolsas de papel de estraza
Bolsas plásticas
Etiquetas de colgar

Método

1.- Las plantas utilizadas como ejemplares para herborizar deben contener hojas maduras y los órganos representativos del grupo taxonómico al que pertenece. No se deben recolectar individuos juveniles, ni adultos infértiles, ya que será difícil su identificación.

2.- Se hace una ficha de recolecta, se asigna una clave a cada especie recolectada y se utiliza en todos los ejemplares de esa misma especie, se registran los datos fenotípicos del ejemplar, además se consigna la fecha, el lugar exacto de la recolección, donde se incluye: altitud, de ser posible las coordenadas geográficas, país, estado, municipio, localidad y señas del sitio. Se anotan las características ambientales como humedad, asoleamiento, características visuales del suelo, nicho que ocupa y relación con otras plantas. Se incluye el uso local de la planta, si es posible el nombre común que la población le asigna; así como el nombre del colector²¹.

3.- Cada recolecta debe contener al menos tres ejemplares de cada especie o individuo. La rama de recolecta debe contener al menos tres hojas, para apreciar la filotaxia. Las partes carnosas o gruesas pueden cortarse longitudinal o transversalmente y retirar el tejido craso intermedio. Las muestras que superan el tamaño de la hoja reglamentaria, se deben plegar en zig-zag, esto ocurre en trepadoras y hojas de palma, entre otras. Si se trata de plantas pequeñas, se recolectan varios individuos que se montan en la misma hoja.

Recolecta de helecho:

La fronda debe contener pinas, raquis y esporangios, también parte del rizoma e incluso raíz. En ejemplares dimórficos se recolectan frondas vegetativas y reproductivas. En los helechos arborescentes se incorpora una porción de tallo.

Recolecta de hierba:

El ejemplar debe incluir raíz, tallo, hojas, flores y frutos, estar limpio sin tierra. Si las flores son unisexuales, recolectar material de ambos sexos, indicando si son dioicos o monoicos. También deben recolectarse los órganos subterráneos en caso de existir, tales como: tubérculos, bulbos, rizomas, raíces gemíferas, etc. Para lo cual se excava cuidadosamente extrayendo un pan de tierra con la parte subterránea. Desmenuzar suavemente la tierra restante hasta que quede descubierto el sistema subterráneo del ejemplar. Registrar el color de flores y órganos vegetativos, las características morfológicas que no pueden ser apreciada en el material posteriormente disecado.

Árboles y arbustos:

Cortar ramas con flores y frutos, si es posible del mismo individuo. Si el árbol es muy alto se utiliza la tijera telescópica o un hilo de nailon o tanza con un peso atado al extremo a modo de boleadora.

²¹ Lot & Chiang, 1986, pág. 52

RECOLECTA - PLANTAS

Corte una rama aproximadamente de 40 cm que incluya hojas, flores y/o frutos. Si las ramas estériles muestran diferencias con aquellas floríferas, también deben ser recolectadas. Si las flores son unisexuales, asegurarse de recolectar material de ambos sexos e identificar si la planta es dioica, diclino-monoica o polígama. Si la especie es heterófila se recolectan ramas con cada tipo²².

En la ficha de recolecta, además de los datos generales se debe registrar: porte, altura, DAP, color de la corteza, forma de la copa, si es perenne o caducifolio, etc. Las porciones u órganos duros se recolectan por separado y se colocan en bolsas para su posterior acondicionamiento antes del secado. Los frutos y semillas se recolectan en sobres, o en su defecto, en bolsas plásticas.

INTRODUCCIÓN

La recolecta de material vegetal para análisis tisular depende de los objetivos de la investigación que se realiza, cuando se analizan hierbas normalmente se recolectan las plantas completas que incluyen raíz, tallo y hojas al menos, aunque es común que sea de interés el comportamiento del fruto y la semilla. En ejemplares arbustivos y arbóreos por lo general no se recolectan la raíz y los tallos leñosos.

Material

Pala de jardinero
Pala de mano
Tijeras de podar
Bolsas de papel o tela
Contenedor

Método

- 1.- Se eligen los ejemplares de acuerdo al tipo de muestreo seleccionado.
- 2.- Se obtienen los ejemplares completos o las porciones que sean pertinentes.
- 3.- Se deben transportar al laboratorio lo más rápido posible para evitar cambios en el contenido de los elementos, dentro de las bolsas de papel o tela, que se colocan en el contenedor.
- 4.- En el laboratorio las muestras se bañan rápidamente con agua corriente y se secan con toallas de papel, antes de su preparación²³ (PREPARACIÓN DE MUESTRAS).

²² Bridson & Forman, 1999, pág. 154

²³ Allen S. , 1989, pág. 49

RECOLECTA - SUELO

INTRODUCCIÓN

La recolecta de suelo tiene como finalidad obtener muestras que permitan realizar análisis físico y químicos para determinar los parámetros que caracterizan dicho suelo. Las muestras deben ser porciones de suelo homogéneas, representativas, suficientes, libres de contaminación externa y estar perfectamente identificadas tomadas dentro de un área homogénea. El correcto muestreo es de vital importancia para los resultados. Para entender mejor el muestreo de suelos, es necesario diferenciar entre exactitud y precisión. La exactitud es la representatividad del valor que tiene el comportamiento del suelo en campo. La precisión es la reproducibilidad de resultados. La precisión y exactitud están determinadas por el número de muestras. Los procedimientos que resultan en muestreos con altos niveles de precisión y exactitud, garantizan una muestra que representa al comportamiento que tiene el suelo en un área dada²⁴. La metodología para los muestreos puede ser diversa, esto depende de las características del suelo y los factores a analizar.

Materiales.

Pala de mano.

Bolsas de papel o plástico con cerrado hermético.

Etiquetas.

Cajas o contenedores.

Método

Después de haber realizado el perfil de suelo (INVENTARIO) e identificar los horizontes se lleva a cabo la toma de muestras tanto para los análisis de laboratorio como para las pruebas rápidas de campo.

- 1.- Mediante la pala de mano se extrae la muestra de suelo de cada horizonte, iniciando de abajo hacia arriba para evitar se contamine la muestra siguiente.
- 2.- La muestra debe de ser de 1 kg. mínimo.
- 3.- Se almacena en una bolsa de plástico o papel. Estos materiales interfieren con las características de las muestras, ya que el almacenaje en papel hace que la muestra pierda humedad, pero no hay cambios significativos en el comportamiento de los parámetros; cuando las muestras son almacenadas en este material, se realiza el peso inicial in situ o transportan rápidamente al laboratorio. El almacenaje en plástico incrementa la temperatura, modifica el comportamiento de la humedad y el nitrógeno, cuando se elige este material porque las muestras están demasiado húmedas se enfría en una hielera durante el transporte. La elección del material de almacenaje depende del tiempo que dura el transporte hasta el laboratorio y el tipo de pruebas que se realizarán.
- 4.- Se hace la ficha que debe contener una clave de identificación, fecha, lugar, y los datos de las pruebas rápidas de campo (ANÁLISIS FÍSICOS Y ANÁLISIS QUÍMICOS).
- 5.- Se etiquetan las muestras con la misma clave que se dio en la ficha.
- 6.- Las bolsas se guardan en un contenedor o caja con la identificación del sitio específico.
- 7.- Se realizan las pruebas rápidas de campo (ANÁLISIS FÍSICO Y ANÁLISIS QUÍMICOS), para lo cual, con la pala de mano se toma una muestra de cada horizonte de aproximadamente 20 g.

²⁴ Swenson, Dahnke, & Patterson, 1984, pág. 25

PREPARACIÓN DE MUESTRAS

- 1.- Plantas
- 2.- Suelo
- 3.- Digestión
- 4.- Extracción

Muestra del latín *monstrāre* proveniente de *mostrar* – manifestar, se refiere a cualquier cosa que se registra para reconocerla²⁵. También es una parte o porción extraída de un conjunto por métodos que permiten considerarla como representativa de él²⁶.

A través de una muestra se puede realizar una detallada descripción del paisaje correspondiente al área de muestreo. De una muestra seleccionada de manera aleatoria, se espera que sus propiedades sean extrapolables a toda la población de la que pertenece esa muestra. Este proceso permite ahorrar recursos, y a la vez obtener resultados parecidos a los que se alcanzarían si se realizase un estudio de toda la población.

²⁵ Echegaray, 1889, pág. 436

²⁶ Real Academia de la Lengua Española, 1996, pág. 954

PREPARACIÓN - PLANTAS

INTRODUCCIÓN

Las muestras para identificación taxonómica se obtienen mediante la herborización de los ejemplares, que se resguardan en los herbarios. La herborización de los ejemplares muestreados (RECOLECTA), tiene cinco fases: prensado, secado, desinfección, montaje y etiquetado. Es deseable que antes de montar la planta sea identificada para el llenado de la etiqueta.

Material

Prensa botánica
Cartón corrugado
Papel secante
Tijeras
Láminas de hule espuma
Lámina de aluminio corrugado
Papel celofán o "Kleenex"
Hilo "Omega 10"
Aguja de caneva
Carton "Bristol" 110 g
Etiquetas de colgar
Etiquetas de herbario en papel 40% algodón
Atomizador con solución de formol, alcohol y éter
Resistol/ Agua al 50%
Masking tape
Congelador a -20° C/ cloroformo
eter – formol - alcohol
Bolsas de cierre hermético

Método

- 1.- Las muestras recolectadas (RECOLECTA) se prensan con la prensa botánica, entre papel secante o periódico de 32 x 40 cm, se extiende el tallo, mostrando las hojas por haz y envés²⁷.
- 2.- La flor debe muestra sus órganos y en plantas inferiores, las estructuras reproductivas.
- 3.- Si las hojas son caedizas, como ocurre en los ejemplares de las leguminosas, bignoniáceas, y los ficus se rocían con la solución formol, alcohol, éter mediante el atomizador.
- 4.- Si el acomodo de las hojas se dificulta, se fijan en el papel secante con tiritas de masking tape.
- 5.- Las flores delicadas se cubren por ambas caras con el papel celofán o Kleenex, cubriéndolo con otro papel secante, se repite con tres ejemplares de textura fina y se coloca un cartón corrugado.
- 6.- En el caso de que algún ejemplar sea voluminoso inmediatamente se pone cartón.
- 7.- En los ejemplares crasos, entre los cartones se colocan láminas de aluminio corrugado.
- 8.- En flores muy delicadas o secciones voluminosas se usan láminas de hule espuma, ya que permiten una presión homogénea sobre el ejemplar.
- 9.- El cambio del periódico durante los primeros días es diario, conforme las plantas se secan, la frecuencia de cambio se espacia.
- 10.- Los ejemplares secos deben de ser desinfectados antes de pasar a ser parte de la colección.
- 11.- Desinfección por congelamiento, colocar el ejemplar sobre un cartón en una bolsa de cierre hermética y poner en el congelador a -20°C en un lapso no menor a 120 hrs.
- 12.- Desinfección por atmósfera enrarecida, colocar los ejemplares en un ambiente de cloroformo por una semana. En una caja de vidrio herméticamente cerrada una caja Petri con el cloroformo, encima se coloca una tela de alambre evitando que el ejemplar se moje.
- 13.- Los ejemplares desinfectados se montan en cartulina Bristol de 110 g cortada de 11 X 16 pulgadas.
- 14.- Los tallos se cosen con el hilo Omega 10, las hojas caedizas se exponen ligeramente a un cristal barnizado con solución de Resistol al 50 % y se coloca en su posición definitiva sobre la cartulina de montaje y se cose.
- 15.- Se coloca la etiqueta de herbario llena con los datos de campo y taxonómicos.

²⁷ Lot & Chiang, 1986, pág. 110

PREPARACIÓN - PLANTAS

Introducción

El análisis tisular resulta de gran utilidad para estudios relacionados con la nutrición vegetal, a través de estos análisis se detectan deficiencia de minerales. También se utilizan para medir toxicidad de elementos en plantas crecidas en medios contaminados o por mal suministro de fertilizantes. A través de este tipo de análisis se puede conocer los procesos de translocación mineral dentro de la planta y relacionarlo con el comportamiento estacional del ecosistema. El análisis tisular exige muestras homogéneas y se puede realizar en los tejidos de la planta completa o en tejidos específicos como raíz, tallo, hoja, flor, fruto o semilla en forma independiente, de acuerdo a los objetivos que se tengan para realizar el análisis. La mayoría de trabajos se hacen con base a peso seco de los tejidos, pero en algunos casos se prefiere trabajar con el material fresco, esto es especialmente útil en especies con hojas muy pequeñas.

Material

Bolsas de papel de estraza

Tijeras

Licuadaora

Muestras de plantas

Método²⁸

- 1.- Las plantas se lavan con agua y se secan con toallas de papel.
- 2.- Se eligen los tejidos que serán analizados en forma general o independiente.
- 3.- Con las tijeras se separan los tejidos a analizar.
- 4.- Se colocan en las bolsas de papel abiertas.
- 5.- Se secan al aire o a temperaturas que no rebasen 60°C en estufa de focos.
- 6.- Una vez secos se muelen en la licuadora para obtener material homogéneo.
- 7.- Se guardan en bolsas perfectamente etiquetadas.

²⁸ Allen S. , 1989, pág. 49

PREPARACIÓN - SUELO

INTRODUCCIÓN

Los análisis de los parámetros de suelo, requieren preparación previa de las muestras para homogeneizar el material. Esta preparación consiste en los procesos de secado, molido, tamizado y almacenaje.

Suelos francos y arenosos.

Material

Tamiz con malla de 2 mm o número 10
Tamizador tipo Tyler® modelo RX – 812
Mazo de madera
Papel libre de tinta o tela
Charola de plástico
Etiquetas
Bolsas de plástico con cerrado hermético
Contenedores

Método

- 1.- La muestra de suelo se coloca en bolsas de papel abiertas y se seca al aire. Este procedimiento ayuda a homogeneizar las muestras y es necesario para reportar los resultados con base a peso seco.
- 2.- Extender las muestras sobre papel estraza libre de tinta o sobre tela, en una superficie plana como una bandeja de plástico o aluminio.
- 3.- Romper manualmente los agregados grandes para acelerar el secado.
- 4.- Eliminar manualmente las gravas y trozos de materia orgánica macroscópica. Si estos materiales son muy abundantes deben cuantificarse, por separado al término de la fase de secado.
- 5.- Voltar las muestras al menos 1 vez al día para facilitar la pérdida de humedad.
- 6.- Cambiar el papel o tela sobre la que se puso a secar la muestra cada vez que sea necesario.
- 7.- La muestra seca se muele si es necesario. Para lo cual se extiende sobre una charola de plástico.
- 8.- Se rompen los agregados golpeándolos ligeramente con un mazo de madera. El molido no debe ser excesivo.
- 9.- Se procede a tamizar la muestra, que consiste en seleccionar los componentes sólidos de acuerdo al tamaño de las partículas.
- 10.- Colocar la muestra de suelo ya seca y molida dentro del tamiz de 2 mm o número 10.
- 11.- El tamiz se coloca en la charola colectora en el tamizador y se asegurar bien la tapa.
- 12.- Tamizar por un periodo de 10 minutos.
- 13.- Se retirar el tamiz del tamizador.
- 14.- La muestra se recoge de la charola colectora.
- 15.- Se almacena en bolsas de papel estraza, cerradas y etiquetadas, dentro de cajas de cartón en un sitio seco y fresco.

PREPARACIÓN - DIGESTIÓN

INTRODUCCIÓN

El proceso de digestión ácida permite la destrucción total de la materia orgánica, se utiliza para determinar elementos totales presentes en las muestras. Esto se realiza mediante oxidaciones realizadas con ácidos fuertes, por lo que es un proceso que debe realizarse con precaución, donde se observan los siguientes cuidados: trabajar con pequeñas cantidades, no dejar que los tubos se sequen durante la digestión y no digerir materiales ricos en grasas²⁹.

A.- Digestión para material vegetal³⁰

Material

Digestor kjeldhal 2520 Auto Foss ®
Tubos de digestión de 250 ml
Matraz Erlenmeyer de 1l
Balanza analítica
Probeta de 500 ml
Pipeta de 10 ml
Frascos de polietileno o borosilicato
Muestras de planta

Reactivos

420 ml ácido sulfúrico (H₂SO₄)
350 ml peróxido de hidrógeno (H₂O₂)
14 g sulfato de litio (LiSO₄)
0.42 g de polvo o granalla de Selenio (Se)

Método

Preparación del reactivo de digestión

- 1.- Colocar Se y LiSO₄ en un matraz Erlenmeyer de 1 l.
- 2.- Agregar H₂O₂.
- 3.- Agregar H₂SO₄ despacio y poco a poco, mezclando durante intervalos para que se enfríe.

Preparación de muestra

- 1.- Pesar en la balanza analítica 200 mg de muestra de planta, colocarla dentro del tubo de digestión.
- 2.- Agregar 10 ml del reactivo de digestión.
- 3.- Las muestras y blancos se hacen por duplicado.
- 4.- Colocar en el digestor. (MANEJO DE EQUIPO)
- 5.- Programar a un ciclo de 420 C° por 2 horas.
- 6.- Dejar reposar durante 1 hora. Si la muestra no se usa para destilación se afora a 50 ml.

B.- Digestión para material vegetal³¹

Reactivos

12 ml ácido sulfúrico (H₂SO₄) por muestra
2 pastillas catalizadoras de cobre Kjeltabs® Cu 3.5

Preparación de muestra

- 1.- Pesar en la balanza analítica 200 mg de muestra de planta, colocarla dentro del tubo de digestión.
- 2.- Agregar 2 pastillas catalizadoras de Cu.
- 3.- Agregar 12 ml de H₂SO₄ despacio y poco a poco.
- 4.- Las muestras y blancos se hacen por duplicado.
- 5.- Colocar en el digestor. (MANEJO DE EQUIPO)
- 6.- Programar a un ciclo de 420°C por 2 horas.
- 7.- Dejar reposar durante 1 hora.

²⁹ Allen S. , 1989, pág. 57

³⁰ Allen, 1989, pág. 59

³¹ FOSS Analytical AB, 2003, pág. 1

PREPARACIÓN - DIGESTIÓN

A.- Digestión para suelo³²

Material

Digestor kjeldhal 2520 Auto Foss ®
Tubos de digestión de 250 ml
Matraz Erlenmeyer de 1 l
Balanza analítica
Matraz aforado de 50 ml
Pipeta de 10 ml
Frascos de polietileno o borosilicato
Muestras de suelo

Reactivos

Ácido perclórico (HClO₄) al 60%
Ácido nítrico (HNO₃)
Ácido sulfúrico H₂SO₄)
Agua destilada

Método

- 1.- Pesar de 0.30 g de suelo preparado.
- 2.- Colocar la muestra en el tubo de digestión.
- 3.- Agregar 1 ml de HClO₄ al 60%, 5 ml de HNO₃ y 0.5 ml de H₂SO₄.
- 5.- Agitar suavemente.
- 5.- Colocar en el digestor. (MANEJO DE EQUIPO)
- 6.- Programar a un ciclo de 420 C° por 2 horas.
- 7.- Después de la liberación de humos blancos continuar la digestión por 10 minutos.
- 8.- Dejar enfriar.
- 9.- Agregar 10 ml de agua.
- 10.- Filtrar con papel filtro Wattman® 44, si hay sólidos.
- 11.- Aforar a 50 ml.

B.- Digestión para suelo³³

Reactivos

12 ml ácido sulfúrico (H₂SO₄) por muestra
2 pastillas catalizadoras de cobre Kjeltabs® Cu 3.5

Preparación de muestra

- 1.- Pesar 100 mg de muestra de suelo.
- 2.- Colocar dentro del tubo de digestión.
- 3.- Agregar 2 pastillas catalizadoras de Cu.
- 4.- Agregar 12 ml de H₂SO₄ despacio y poco a poco.
- 5.- Las muestras y blancos se hacen por duplicado.
- 6.- Colocar en el digestor. (MANEJO DE EQUIPO)
- 7.- Programar a un ciclo de 420 C° por 2 horas.
- 8.- Dejar reposar durante 1 hora.

³² Allen, 1989, pág. 59

³³ FOSS Tecator AB, 2001, pág. 1

PREPARACIÓN - EXTRACCIÓN

INTRODUCCIÓN

Las técnicas de extracción permiten determinar la presencia de los elementos que están disponibles a las plantas, aunque la determinación exacta de este proceso no es posible, provee datos admisibles para definir la fertilidad de un suelo.

Material

Agitador Orbital
Matraz Erlenmeyer de 1l
Matraz volumétrico de 1 l
Matraz Erlenmeyer de 125 ml
Frascos de polietileno o de borosilicato 100 ml
Papel filtro Wattman ® # 44
Embudos
Báscula analítica
Muestras de suelo preparado (PREPARACIÓN DE MUESTRA)

Solución extractante para calcio, sodio, potasio y magnesio Acetato de amonio, pH7³⁴

Reactivos

Ácido Acético Glacial (CH₃COOH)
Acetato de amonio (CH₃COONH₄)
Hidróxido de amonio (NH₄OH)
Solución Amoniacal (NH₄OH)
Agua destilada

Método

Preparación de reactivo

- 1.- Disolver 77.08 g de CH₃COONH₄ en 200 ml de agua.
- 2.- Agregar 58 ml de CH₃COOH al 99%.
- 3.- Llevar a 600 ml con agua.
- 4.- Agregar por las paredes del matraz 70 ml de NH₄OH en una campana de extracción.
- 5.- Esperar a que la solución se enfríe.
- 6.- Ajustar el pH a 7 con gotas de NH₄OH o CH₃COOH.
- 7.- Aforar a 1l.

Preparación de muestra

- 1.- Pesar 2 g de suelo y colocarlo en un matraz de 125 ml.
- 2.- Agregar 30 ml de reactivo.
- 3.- Agitar durante una hora en agitador orbital a 150 rpm.
- 4.- Filtrar en papel Wattman® # 44, desechar los primeros 5 ó 10 ml.
- 5.- Almacenar en frascos borosilicatados o de polietileno por un máximo de 24 horas.

Solución extractante para fósforo

El proceso de secado del suelo puede afectar el nivel de extracción del fósforo, con un secado a 40°C se incrementa hasta un 30% el contenido de este elemento.

A.- Extracción de Truog³⁵: Utilizado para todo tipo de suelos, especialmente en suelos calcáreos.

Reactivos

Ácido Sulfúrico (H₂SO₄) 0.05 M
Agua destilada
Sulfato de amonio ((NH₄) SO₄)

³⁴ Simard, 1993, pág. 39

³⁵ Allen S. (1989) *Chemical analysis of ecological materials*. Blackwell Scientific Publications. UK. Pág. 43

PREPARACIÓN - EXTRACCIÓN

Método

Preparación de reactivo

Aforar 20 ml de H₂SO₄ 0.05 M en 1l de agua

Agregar 3 g (NH₄) SO₄ y mezclar bien

Preparación de la muestra

- 1.- Pesar 0.625 g de suelo secado al aire y tamizado en un frasco de polietileno.
(Si se utiliza muestra de suelo fresco entonces usar 1.25 g)
(Si es suelo orgánico utilizar 6.25 g)
- 2.- Agregar 125 ml de reactivo de Troug.
- 3.- Agitar 30 minutos en un agitador orbital a 150 rpm.
- 4.- Filtrar en papel Wattman® # 44.

B.- Extracción de ácido acético³⁶: método menos utilizado, pero muy útil para suelos arenosos. Puede ser utilizado para la extracción de cationes. No es deseable para suelo calcáreo.

Reactivos

Ácido acético al 2.5% v/v

Método

- 1.- Pesar 2.5 g de suelo.
- 2.- Agregar 125 ml de reactivo.
- 3.- Agitar durante una hora en el agitador orbital a 150 rpm.
- 4.- Filtrar con papel Wattman® # 44.
- 5.- Retirar los primeros 5 o 10 ml.

Solución extractante para nitrato

Reactivos

Cloruro de potasio (KCl) al 6%³⁷ (puede ser sustituido por cloruro de sodio 6%³⁸)

Método

- 1.- Pesar 1 g de suelo.
- 2.- Agregar 25 ml de reactivo.
- 3.- Agitar en agitador orbital por 10 minutos a 150 rpm.
- 4.- Filtrar con papel Wattman® # 44.
- 5.- Retirar los primeros 3 ml.

³⁶ Allen, 1989, pág. 43

³⁷ Allen, 1989, pág. 41 y 127

³⁸ Allen, 1989, pág. 129

SOLUCIONES

- 1.- Preparación de soluciones
- 2.- Soluciones para curva patrón
- 3.- Gráfica de curva patrón

Solución, del latín *solutio*³⁹. Acción o efecto de disolver⁴⁰. Las soluciones son un sistema material conformado por dos fases un soluto y solvente, donde la fase soluto se conforma por un sólido o líquido y la fase solvente es líquida. El tamaño de la partícula del soluto es de $0.001\mu\text{m}$.

Las soluciones pueden ser falsas o moleculares, el sistema se conforma por el tamaño de la partícula, y verdaderas o iónicas, donde existe una disociación eléctrica de la molécula.

³⁹ Echegaray, 1889, pág. 371

⁴⁰ Real Academia de la Lengua Española, 1996, pág. 1139

PREPARACIÓN DE SOLUCIONES

INTRODUCCIÓN

La solución es una mezcla homogénea de dos o más componentes sólidos o líquidos. El componente que determina el estado de la disolución es el solvente y está en mayor proporción. La sustancia dispersada es el soluto y se encuentra en menor proporción⁴¹. La solución se define como la concentración disuelta de soluto en una determinada cantidad de solvente.

Mol-Milimol

1 mol (mol) = al peso molecular de una sustancia expresada en gramos.

1 milimol (1 mmol) = al peso molecular de una sustancia expresada en miligramos.

Porcentual (%)

Es la relación porcentual que se establece entre la cantidad de soluto y solvente dado en una relación peso a volumen o volumen a volumen. Pueden ser de tres tipos:

P/P= 1gr de soluto en 100 gr de solución

P/V = 1gr de soluto en 100 ml de solución

V/V = 1ml de soluto en 100 ml de solución

Normalidad (N)

Se define como el número de equivalentes de soluto por litro de solución. Esto es cuando 1 equivalente reacciona con 1 equivalente.

$$N = \frac{\# \text{ de equivalentes}}{\text{litro}} = \frac{\# \text{ mili equivalentes}}{\text{mililitros}}$$

El # equivalentes esta dada por:

$$\# \text{Equivalentes} = \frac{\text{Peso Molecular}}{e^-}$$

El número de electrones e^- es el número de valencia con el que trabaja el compuesto.

Molaridad (M)

La molaridad se define como el número de moles de soluto en un litro de solución. Un mol es el peso molecular de una sustancia expresada en gramos.

$$M = \frac{\text{moles de soluto}}{1 \text{ litro de solución}}$$

Molalidad (m)

La molalidad se define como el número de moles del soluto por kilogramo de solvente. La molalidad no varía con la temperatura, contrariamente a lo que pasa con la molaridad o cualquier otra expresión que incluya un volumen de líquido o gas.

$$m = \frac{\text{moles de soluto}}{\text{kg de solvente}}$$

Partes por millón

Es una unidad que se emplea frecuentemente para expresar concentraciones muy bajas de elementos. Se define como los miligramos de soluto contenidos en un litro de solución.

$$\text{ppm} = \frac{1 \text{ mg de soluto}}{1 \text{ litro de solución}}$$

Ejemplo:

0.1 mg = 0.1 ppm

0 – 50 ppm

1mg/1000ml

0.1 mg / 1ml 100 ppm

⁴¹ Urizar & Orellana, 2011, pág. 6

SOLUCIONES PARA CURVA PATRÓN

INTRODUCCIÓN

Una solución patrón se refiere a aquella preparación cuya concentración es conocida y que se utiliza como referencia para una valoración o estandarización. La curva patrón se utiliza en las mediciones que se realizan a través de la absorbancia de los elementos y cuyo comportamiento se produce de acuerdo a la Ley de Lambert – Beer que se refiere a la relación que se establece entre la absorbancia de luz monocromática y la concentración de un cromóforo en solución, este es el elemento de análisis. Permite hallar la concentración de una especie química a partir de la medida de la intensidad de luz absorbida por la muestra. Siempre se debe incluir en la disolución la apropiada cantidad del ácido de la digestión o el extractante con el mismo procedimiento para que el color se desarrolle en la curva patrón igual que en las muestras.

A.- Patrón de calcio⁴²

Solución madre: 1 ml \equiv 0.1 mg Ca \equiv 1000 ppm de Ca

Disolver 2.497 gr CaCO_3 seco en 200 ml de agua que contengan 5 ml de HCl

Se calienta hasta sacar el CO_2 , se deja enfriar y se afora a un litro.

Se toma 5 ml de la solución madre y se afora a 100 ml donde 1 ml \equiv 50 ppm

Solución patrón: Diluir la disolución para obtener un rango 0 a 50 ppm

B.- Patrón de calcio

Solución madre comercial: concentración 1 ml \equiv 1000 ppm de Ca

Se toma 5 ml de la solución madre y se afora a 100 ml donde 1 ml \equiv 50 ppm

Solución patrón: Diluir la disolución para obtener un rango 0 a 50 ppm

A.- Patrón de potasio⁴³

Solución madre: 1 ml \equiv 1000 ppm de K

Disolver 1.9068 gr de KCl seco y aforar a 1 lt

Solución para curva patrón: Diluir la solución madre para obtener un rango de 0 a 100 ppm

B.- Patrón de potasio

Solución madre comercial: concentración 1 ml \equiv 1000 ppm de K

Solución patrón: Diluir la disolución para obtener un rango 0 a 100 ppm

Patrón de sodio⁴⁴

Solución madre: 100 ppm de Na

Disolver 0.2542 g de NaCl en agua y aforar a 1 l

Solución para curva patrón: Diluir la solución madre para obtener un rango de 0 a 5 ppm

B.- Patrón de sodio

Solución madre comercial: concentración 1 ml \equiv 1000 ppm de Na

Se toma 0.5 ml de la solución madre y se afora a 100 ml donde 1 ml \equiv 5 ppm

Solución patrón: Diluir la disolución para obtener un rango 0 a 5 ppm

Patrón de fósforo⁴⁵

Solución madre: 1ml \equiv 0.1 mg \equiv 100 ppm

Disolver 0.4393 gr de KH_2PO_4 seco en agua y llevar a un litro

Solución patrón: Diluir la solución para obtener un rango 0 a 5 ppm

⁴² Allen, 1989, pág. 88

⁴³ Allen, 1989, pág. 143

⁴⁴ Allen, 1989, pág. 149

⁴⁵ Allen, 1989, pág. 141

SOLUCIONES PARA CURVA PATRÓN

PATRON POTASIO		
ml Solución	ml Agua	ppm
0	50	0
1	49	2
2	48	4
4	46	8
8	42	16
10	40	20
12.5	37.5	25
25	25	50
37.5	12.5	75
50	0	100

PATRON CALCIO		
ml Solución	ml Agua	ppm
0	50	0
2	48	2
4	46	4
8	42	8
16	34	16
20	30	20
25	25	25
50	0	50

PATRON FOSFORO		
ml Solución	ml Agua	ppm
0	50	0
0.5	49.5	1
1	49	2
1.5	48.5	3
2	48	4
2.5	47.5	5

PATRON SODIO		
ml Solución	ml Agua	ppm
0	50	0
10	40	1
20	30	2
30	20	3
40	10	4
50	0	5

GRÁFICA DE CURVA PATRÓN

INTRODUCCIÓN

Una curva patrón es la representación gráfica de la relación que existe entre la absorbancia y la concentración del analito. La función que resulta de la lectura describe una curva que debe ser calibrada, lo que requiere un modelo que determina el factor de linealidad de esa curva. y en consecuencia, la capacidad de un método analítico para obtener resultados que sean directamente proporcionales a la concentración de un elemento en una muestra, dentro de un determinado intervalo de trabajo⁴⁶.

Material

Programa de Excel

Datos de la lectura de curva patrón y muestras

Método

- 1.- Se crea tabla Excel con valores de concentración y absorbancia, abscisa, variable independiente y ordenada, variable dependiente. Seleccionar datos de tabla, ir a menú **insertar**, seleccionar **insertar gráfico de dispersión con líneas suavizadas y marcadas**. Generar gráfica de concentración vs absorbancia, se interpola la absorbancia leída en las muestras y se obtiene la concentración.
- 2.- Nombrar la gráfica para lo cual se da click sobre **Título del gráfico** y se sobre escribe.
- 3.- Nombrar los ejes, para esto se selecciona la gráfica, ir al menú **diseño**, click en **agregar elemento de gráfico** y **títulos de los ejes**, después **Horizontal primario**, se escribe concentración y la unidad.
- 4.- Repetir la operación eligiendo **Vertical primario** donde se escribe absorbancia.
- 5.- Posicionar el puntero sobre uno de los puntos generados en la gráfica y damos un click con el botón derecho y seleccionamos **agregar línea de tendencia**.
- 6.- En el menú que se muestra seleccionar en opciones de línea de tendencia **lineal**, nombre de línea de tendencia **automático**, habilitamos las casillas: **señalar intersección** y ponemos los valores 0.0, **presentar ecuación de gráfico**, **presentar el valor R cuadrado en el Gráfico**.
- 7.- Se obtiene la ecuación de la recta que predice los valores de concentración de acuerdo a los valores de la absorbancia.
- 8.- La pendiente es igual al valor y.
- 9.- El intercepto es igual al valor x, como la línea de tendencia comienza en cero, x tiene este valor y no aparece escrito.
- 10.- R^2 corresponde al coeficiente de regresión al cuadrado, el cual debe de encontrarse dentro del rango 0.99⁴⁷, si la recta no se encuentra dentro de este valor se debe repetir.
- 11.- A partir de los valores de la variable de lectura de las muestras y los blancos, se crea una nueva tabla, por lo que se genera una columna con el título de los valores absorbancia.
- 12.- El valor de la concentración se obtiene dividiendo los valores de la absorbancia entre la pendiente más el intercepto: $concentración = absorbancia / pendiente + intercepto$
- 13.- Para agregar a la gráfica los valores de las muestras, cuando la nueva tabla está completa se selecciona el contenido de ésta, dando click izquierdo sobre la imagen de la gráfica; entonces dar click derecho y escoger la opción **seleccionar datos**.
- 14.- En la sección: **entradas de leyenda (Series)**, dar click en **agregar**.
- 15.- En la casilla **Nombre de la serie** se identifica la variable escribiendo el nombre de la misma.
- 16.- En la casilla **valores x de la serie** damos click sobre el botón de **seleccionar rango**, y se seleccionan las casillas correspondientes a la concentración de la segunda tabla.
- 17.- En la casilla **valores y de la serie** damos click sobre el botón de **seleccionar rango**, se seleccionan las casillas correspondientes a los valores de la variable de lectura de la segunda tabla, se acepta.
- 18.- A través de este método se obtiene la concentración del elemento analizado y la curva que describe su comportamiento.

⁴⁶ Dosal & Villanueva, 2008, pág. 16 y 17

⁴⁷ Dosal & Villanueva, 2008, pág. 26

ANÁLISIS FÍSICOS

- 1.- Friabilidad
- 2.-Color
- 3.- Drenaje
- 4.- Humedad
- 5.- Textura
- 6.- Densidad aparente
- 7.- Densidad real
- 8.- Espacio poroso

Análisis físicos, términos que etimológicamente se refieren, como Análisis que proviene del griego *ἀνάλυσις* que se forma de tres sufijos *ἀνά* = arriba, *λύειν* = soltar, *σις* = acción, que alude a disolver las cosas en sus partes elementales y físico que proviene del latín *physica*⁴⁸, referido en la antigüedad al estudio de la naturaleza, acepción que se mantiene hasta la edad media en donde se aplica a lo natural, pero especialmente a los médicos y a partir del siglo XVIII la palabra física se utiliza para denominar una rama de la ciencia dedicada al estudio de la energía y la materia⁴⁹.

Estas palabras conjuntas hacen referencia a la comprensión íntima de las características relacionadas con el estado y forma independiente a la composición atómica o molecular. Los parámetros físicos permiten entender la parte estructural y morfológica, así como la relación que el suelo, rocas u otros agregados tiene con el agua y el aire, sin que estos elementos participen de la composición química.

⁴⁸ Echegaray, 1889, pág. 309

⁴⁹ Abbagnano, 2001

ANÁLISIS FÍSICOS – TEXTURA

INTRODUCCIÓN

La textura del suelo es la proporción relativa de los tamaños de partículas: arena, limo y arcilla, que al combinarse categorizan al suelo en 12 clases texturales. La textura del suelo depende de la naturaleza de la roca madre y de los procesos de evolución y formación del suelo⁵⁰. Este parámetro se relaciona con las características de drenaje, capacidad de campo y adsorción, ya que la arena permite el drenaje y aireación, la arcilla otorga la capacidad de retención de agua y adsorción de nutrientes, mediante la formación de un sistema coloidal que hace posible la nutrición vegetal. El análisis de la textura es primordial para la determinación de las características del suelo. El paquete básico de análisis del suelo dentro de un proyecto de arquitectura de paisaje considera: textura, pH, materia orgánica y salinidad. Existe varias técnicas para analizar este parámetro.

TEXTURA POR SEDIMENTACIÓN

Material

Parrilla eléctrica
Probeta de 500 ml
Vaso de precipitado de 250 ml
Agitador de cristal
Balanza digital a una cifra
500 g de muestras de suelo

Reactivos

Peróxido de hidrógeno (H₂O₂) a 50 volúmenes
Agua corriente.

Método

- 1.- Pesar 150 g de suelo y vaciar en un vaso de precipitado.
- 2.- Mezclar con 100 ml de agua, para humedecer la muestra.
- 3.- Calentar en una parrilla eléctrica.
- 4.- Añadir 50 ml de H₂O₂.
- 5.- Calentar hasta quemar la materia orgánica, cuando la materia orgánica se ha quemado, el H₂O₂ deja de burbujear.
- 6.- Retirar la mezcla.
- 7.- Agregar la muestra a la probeta.
- 8.- Adicionar agua hasta alcanzar 450 ml.
- 9.- Esperar la sedimentación por una hora mínimo, ya que en suelos arcillosos el proceso de sedimentación es más lento, en el caso de que se formen burbujas de aire, se deben desbaratar y esperar la sedimentación nuevamente.
- 10.- Medir con una regla desde el cero de la probeta hasta donde termina la muestra, esta medida corresponde al 100%.
- 11.- Identificar en la columna de la probeta los cambios granulométricos,
- 12.- Medir con una regla la altura cada estrato y mediante una regla de tres se define el porcentaje de cada textura se compara con el triángulo de textura. (VALORES DE REFERENCIA)

MÉTODO DE BOUYOCOS

INTRODUCCIÓN

El método consiste en eliminar la materia orgánica y la floculación debida a los cationes calcio y magnesio. No se eliminan otros cementantes como carbonatos. El tiempo de lectura para la separación de partículas mayores de 0.05 mm (arena) es de 40 segundos y de 2 horas para partículas de diámetro mayores de 0.002 mm (limo y arcilla)⁵¹.

⁵⁰ Valencia I., 2008, pág. 13

⁵¹ SEMARNAT, 2002, pág. 25

ANÁLISIS FÍSICOS – TEXTURA

Material

Vaso de precipitados de 500 ml
Vaso de precipitados de 250 ml
Hidrómetro de Bouyoucos con escala de 0-60
Probetas de 1000 ml ó cilindro de Bouyoucos
Agitador orbital
Agitador de mano
Parrilla
Termómetro de -10 a 110°C
Muestras de suelo

Reactivos

Agua oxigenada al 50%.
Oxalato de sodio saturado. Disolver 30 g de oxalato de sodio en 1 l de agua.
Metasilicato de sodio. Disolver 50 g de metasilicato de sodio en 1 l de agua ajustar la solución con agua hasta que se obtenga una lectura de 36 g/l en el hidrómetro de Bouyoucos o densímetro.
Hexametáfosfato de sodio (calgón). Disolver 50 g de $(\text{Na}_3\text{PO}_3)_6$ en agua destilada y aforar a un litro.

Método

- 1.- Pesar 60 g de suelo de textura fina o 120 g de suelo de textura gruesa en un vaso de precipitados de 500 ml.
- 2.- Agregar 40 ml de agua oxigenada y poner a evaporar hasta sequedad en la parrilla.
- 3.- Agregar otros 40 ml y observar la reacción. Evaporar nuevamente a sequedad. Repetir hasta que no haya efervescencia con el agua oxigenada.
- 4.- Pesar 50 g de suelo de textura arcillosa o 100 g de suelo de textura arenosa y ponerlos en un vaso de precipitados de 250 ml.
- 5.- Adicionar agua hasta cubrir la superficie con una lámina de 2 cm.
- 6.- Agregar 5 ml de oxalato de sodio y 5 ml de metasilicato de sodio y dejar reposar durante 15 minutos. Si el suelo tiene mucha arcilla puede prolongarse el tiempo hasta media hora.
- 7.- Colocar las muestras en el agitador orbital.
- 8.- Agitar durante 5 minutos a 150 rpm.
- 9.- Pasar el contenido a una probeta de 1000 ml o al cilindro de Bouyoucos enjuagando con ayuda de una piseta.
- 10.- Agregar agua destilada hasta completar un litro con el hidrómetro dentro de la suspensión en el caso de la probeta y si utiliza el cilindro de Bouyoucos llevar a la marca inferior a 1113 ml con el hidrómetro dentro de la suspensión.
- 11.- Sacar el hidrómetro y suspender el suelo con un agitador de mano durante un minuto.
- 12.- Tomar las lecturas del hidrómetro a los 40 segundos y después de 2 horas de terminada la dispersión con el agitador de mano.
- 13.- Para hacer una lectura, colocar el hidrómetro dentro de la probeta 20 s antes del momento de la determinación, cuidando de alterar lo menos posible la suspensión.
- 14.- Después de hacer la lectura, se saca el hidrómetro, se lava, se seca y se toma la temperatura.
- 15.- Si se acumula espuma alrededor del hidrómetro se agregan gotas de alcohol etílico.

Cálculos

Corregir las lecturas del hidrómetro agregando 0.36 por cada grado centígrado arriba de 19.5°C restando la misma cantidad por cada grado abajo de dicha temperatura (tabla de corrección por temperatura, VALORES DE REFERENCIA). La lectura a los 40 segundos multiplicada por 2 es igual al porcentaje de arcilla más limo. Restando de 100 se obtiene el porcentaje de arena. La lectura obtenida a 2 horas multiplicadas por 2 es igual al porcentaje de arcilla. El porcentaje de limo se obtiene por diferencia. Cuando se usan 100 g no debe multiplicarse por 2 ya que el hidrómetro está calibrado en porcentajes considerando 100 g de suelo. Con los porcentajes de limo, arena y arcilla se determina la textura correspondiente con el triángulo de texturas (VALORES DE REFERENCIA).

ANÁLISIS FÍSICOS - COLOR

INTRODUCCIÓN

El color es la primera impresión que nuestro ojo capta de los suelos, siendo por tanto una de las primeras características de diferenciación de los horizontes en el perfil del suelo. El color del suelo, en gran medida está definido, tanto por los minerales presentes en cada horizonte, como por los procesos ambientales que tiene efecto sobre un suelo en particular⁵². El color puede ser definido mediante el sistema de Munsell.

TABLA MUNSELL

La tabla de Munsell es el sistema que permite homogenizar la apreciación del color⁵³. La determinación se realiza mediante la comparación del color de la muestra de suelo colocada sobre la placa de porcelana contra el color de la tabla. La observación se realiza con el suelo en seco y en húmedo⁵⁴. El color del suelo corresponde al dominante, cuando éste es mayor al 50% sólo ese se identifica, pero cuando ninguno llega a ese porcentaje se determinan todos los que se observan, en orden descendente. El color en la Tabla Munsell se define de acuerdo a tres parámetros que conforma la apreciación del color:

Matiz (Hue): es el color dominante del espectro electromagnético relacionado con la longitud de onda de la luz que domina.

Claridad (Value): Se refiere a la claridad del matiz y es inversamente proporcional al valor del 2.5 al 8 donde el menor valor es más oscuro.

Pureza (Chroma): Es la pureza con la que se expresa el color. Los valores menores son los grises y los mayores se acercan al color puro^{55, 56}.

Material

Tablas de color Munsell (Munsell Soil Color Charts)

Placa de porcelana

Piseta

Agua

Muestras de suelo

Método

- 1.- El análisis del color en el suelo se puede realizar en campo con el suelo directamente tomado del horizonte o en el laboratorio con las muestras de suelo previamente secas al aire y tamizadas.
- 2.- Se toman pequeñas cantidades de suelo seco y se colocan en la placa de porcelana.
- 3.- Colocar la tabla de Munsell sobre las muestras en placa de porcelana.
- 4.- Recorra las páginas que considere tienen una mayor similitud entre el color que presenta el suelo y el color de las tarjetas, hasta encontrar el color que más se parezca a la muestra del suelo.
- 5.- Una vez ubicado el color registre el valor del Hue que se encuentra en la parte superior derecha de la página, asimismo, registre el Value ubicado en el eje vertical de la página y la Chroma ubicado en el eje horizontal de la página.
- 6.- Se repite el procedimiento para el suelo en estado húmedo.

⁵² Aguilera H., 1989, pág. 152

⁵³ Ovalle V., 2003

⁵⁴ SEMARNAT, 2002, pág. 53

⁵⁵ Valencia I., 2008, pág. 28

⁵⁶ Ovalle V., 2003

ANÁLISIS FÍSICOS - HUMEDAD

INTRODUCCIÓN

El agua es esencial para todos los seres vivos porque participa en varias reacciones metabólicas, actúa como un solvente, es portador de los nutrientes y los ioniza, para que las plantas los tomen del suelo. El agua también es un agente de intemperismo de las rocas y minerales, además induce la biodegradación de la materia orgánica. La obtención de la humedad en el suelo se realiza mediante diferencia de peso.

Material

Balanza analítica
Espátula
Estufa
Charola de aluminio
Muestra de suelo

Método

- 1.- Pesar la charola de aluminio en la balanza y anotar el peso.
- 2.- Agregar a la charola 20 g de muestra de suelo.
- 3.- Colocar la charola con la muestra dentro de la estufa a 105°C de 12 a 24 horas aproximadamente, hasta peso constante.
- 4.- Sacar la charola con la muestra y dejarla enfriar dentro del desecador.
- 5.- Pesar la muestra con todo y charola.
- 6.- Calcular los porcentajes de humedad en el suelo por la diferencia de pesos.

Cálculo

$$\% \text{ Humedad del suelo} = [(P_i - P_f) / P_i] \cdot 100$$

Donde:

P_i: Peso inicial charola +suelo + humedad

P_f: Peso final charola + suelo

ANÁLISIS FÍSICOS – DENSIDAD REAL

INTRODUCCIÓN

La densidad aparente del suelo es la relación entre el peso del suelo seco que es el peso de la fase sólida y el volumen total, incluyendo al espacio poroso⁵⁷; su valor depende de la relación entre las partículas minerales, orgánicas y la cantidad de poros. Este parámetro resulta de utilidad práctica para el cálculo de la lámina de riego, para la aplicación de fertilizante, abonos o mejoradores químicos, tales como materiales de encalado o enyesado que se aplican en un suelo⁵⁸. También ayuda a predecir los movimientos de la humedad, el grado de formación de arcillas y la acumulación de carbonatos en el suelo⁵⁹. El aumento de la densidad aparente de un suelo, a lo largo del tiempo, se relaciona con manejo inadecuado, que propicia la compactación del mismo.

MÉTODO DE PROBETA

Material

Probeta de 10 ml
Espátula
Balanza analítica
Muestra de suelo

Método

- 1.- Pesar una probeta (completamente seca) de 10 ml
- 2.- Llenarla hasta la marca de 10 ml con suelo seco al aire y tamizada, procurando que caiga libremente dentro de la probeta sin agitarla.
- 3.- Golpear la base de la probeta diez veces utilizando siempre la misma fuerza, sobre la palma de la mano o un material que evite el golpe seco para evitar romperla.
- 4.- Aforar la probeta, hasta la marca de 10 ml y sin volver a golpear, pesar la probeta aforada.
- 5.- Realizar 15 repeticiones de cada muestra.

Nota.- Si durante el aforo se sobrepasan los 10 ml es necesario hacer nuevamente esa repetición.

Cálculo

Se realizan los cálculos para cada repetición

$$DA = M/V_t$$

Donde:

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

V_t = Volumen total = Volumen de la probeta = 10 ml = 10 cm³

DA = Densidad aparente

De los quince valores de densidad aparente obtenidos eliminar el valor máximo y el mínimo, y posteriormente promediar los 13 valores para obtener la densidad aparente promedio para la muestra.

⁵⁷ Flores D. & Alcalá M., 2010, pág. 36

⁵⁸ Valencia I., 2008, pág. 22

⁵⁹ Aguilera H., 1989, pág. 64

ANÁLISIS FÍSICOS – DENSIDAD REAL

INTRODUCCIÓN

La densidad real se define como el peso de un volumen conocido comparado con el peso de un volumen igual de agua, se refiere al peso por unidad de volumen⁶⁰.

Material

Matraz aforado de 25 ml limpio y seco
Desecador de vacío
Bomba de vacío
Balanza analítica
Agua destilada, hervida y fría
Embudo de plástico
Termómetro
Muestra de suelo seco tamizado con malla de 2 mm

Método

- 1.- Pesar el matraz aforado, anotarlo (P_m).
- 2.- Colocar en el interior del matraz 5 g de suelo usando un embudo plástico.
- 3.- Anotar el peso del matraz con el suelo (P_{ms}), manteniendo el matraz completamente limpio, sin humedad y/o grasa de las manos.
- 4.- Adicionar agua destilada hervida recientemente y fría hasta la mitad del volumen de matraz; girar éste entre los dedos con mucha suavidad y colocarlo en el desecador al vacío.
- 5.- Hacer vacío durante 15 min para eliminar todo el aire retenido en el suelo. La succión deberá aumentarse paulatinamente para evitar pérdidas de material por formación de espuma.
- 6.- Dejar reposar dentro del desecador por 30 min aproximadamente y eliminar el vacío del desecador paulatinamente, sacar el matraz y aforar con agua destilada hervida y fría, secar perfectamente el exterior y pesar (P_{sa}).
- 7.- Tomar la temperatura de la suspensión.
- 8.- Vaciar el matraz, enjuagarlo perfectamente y llenarlo hasta aforo con agua destilada, hervida y fría. Pesar el matraz con agua (P_{ma}) y tomar la temperatura, anotarla.

Cálculo

$$(1) P_s = P_{ms} - P_m$$

$$(2) V_s = \frac{P_{ma} - P_m}{p_w} - \frac{P_{sa} - P_{ms}}{p_w}$$

$$(3) DR = \frac{P_s}{V_s}$$

Donde:

P_m = peso de matraz

P_{ms} = peso de matraz con suelo

P_s = Peso del suelo

P_{sa} = peso del matraz con suelo y agua destilada sin aire

P_{ma} = peso del matraz con agua

P_w = densidad del agua (Métodos de lectura,

V_s = Volumen del suelo

DR = Densidad real

⁶⁰ Aguilera H., 1989, pág. 66

ANÁLISIS FÍSICOS – ESPACIO POROSO

INTRODUCCIÓN

El porcentaje de espacio poroso (% EP) en el suelo se refiere a los intersticios que quedan entre las partículas sólidas y permiten la presencia de agua y aire. Mediante este parámetro se infieren las condiciones hídricas y de aireación del suelo. Se obtiene como función de la densidad aparente y la densidad real.

Material

Valor de DA

Valor de DR

Método

- 1.- Obtener los valores de la densidad real y densidad aparente
- 2.- Realizar los cálculos que permiten obtener el parámetro de porcentaje de espacio poroso

Cálculo de porcentaje de espacio poroso

Los valores de densidad aparente promedio y densidad real promedio obtenidos, se sustituyen en la siguiente fórmula:

$$\%EP = 100(DA/DR)$$

Donde:

EP = espacio poroso

DA = Densidad Aparente

DR = Densidad Real

ANÁLISIS FÍSICOS – FRIABILIDAD

INTRODUCCIÓN

Determina la plasticidad y desmoronamiento del suelo en condiciones ligeramente húmedas. Proporciona una idea cualitativa sobre la textura del suelo, que debe corroborarse en el laboratorio.

Material

Pala de mano
Piseta
Agua
Muestra de suelo

Método

- 1.- Tomar una porción de la muestra de suelo con la pala, suficiente para ser manipulada en la palma de la mano.
- 2.- Depositar la muestra sobre la palma y agregar con la piseta agua para humedecerla.
- 3.- Amasar con la mano el suelo húmedo.

Observación

- (1) Si el suelo se desgrana y no es posible compactarlo se determina como suelo arenoso.
- (2) Si el suelo se puede moldear y no se fragmenta se considera suelo arcilloso.
- (3) Si al aplicar presión se compacta y después es posible fragmentarlo es suelo franco.

Al término de cada análisis lavar la palma de la mano

ANÁLISIS FÍSICOS – DRENAJE

INTRODUCCIÓN

El drenaje es el movimiento del agua a través del perfil de suelo por los espacios libres descendiendo por su propio peso hacia el subsuelo hasta encontrar el nivel freático. Un buen drenaje se obtiene cuando el nivel freático se encuentra entre 90 - 120 cm por debajo de la superficie⁶¹. La mayor parte de la vegetación se desarrolla mejor en un suelo con un buen sistema de drenaje.

Material

Pala recta de jardinería
Pala ancha de construcción
Contenedor de agua.
Cronómetro
Agua

Método

- 1.- Trazar un cuadrado de 80 x 80 cm en el terreno natural, con la pala recta.
- 2.- Se realiza la excavación a 80 cm de profundidad, con la pala ancha.
- 3.- Se perfila la excavación con la pala recta.
- 4.- Terminada la excavación se procede a vaciar el contenedor de agua hasta llenar el hueco.
- 5.- A partir de este momento se toma el tiempo en el que el suelo infiltra el total del agua
- 6.- Con el tiempo de infiltración se obtiene el drenaje. (VALORES DE REFERENCIA)

⁶¹ Aguilera H., 1989, pág. 76

ANÁLISIS QUÍMICOS

- 1.- pH
- 2.- Carbonatos
- 3.- Materia orgánica
- 5.- Conductividad
- 6.- Determinación de N-NH₄
- 7.- Determinación de P-PO₄
- 8.- Determinación de Na, K, Ca, Li, Ba

Análisis químico, términos que etimológicamente se refieren, como análisis que proviene del griego *ἀνάλυσις* que se forma de tres sufijos *ἀνά* = arriba, *λύειν* = soltar, *σις* = acción, alude a disolver las cosas en sus partes elementales y químico que proviene de una palabra que identifica a Egipto, *kēme* = negro o tierra negra y representa a esta civilización porque tuvo grandes avances en esos conocimientos. El término pasa al árabe como *kīmiya*, al griego como *kimia* o *khēmia* y al persa como *khemeia*, en todos ellos se refiere a transformación, evoluciona en el árabe hacia *al-khemia*, que propone la **transformación de los elementos negros en metales nobles como el oro**⁶².

Las características químicas se refieren a la composición atómica y molecular de la materia, permite identificar la interacción que ocurre entre los componentes. Los componentes químicos se identifican como inorgánicos y orgánicos. Inorgánicos son aquellos simples que no contienen carbono en su estructura. Los orgánicos se refieren a aquellos compuestos cuya base molecular es el carbono y que se relacionan con los organismos vivos⁶³. Los análisis básicos para el estudio del suelo, las rocas y otros materiales pétreos, así como los análisis foliares para la nutrición vegetal, están basados primordialmente en la comprensión de los componentes inorgánicos que les constituyen.

⁶² (WordPress.org, 2014)

⁶³ (Real Academia de la Lengua Española, 1996)

ANÁLISIS QUÍMICOS – pH

INTRODUCCIÓN

El pH es una de las mediciones más comunes en los análisis químicos rutinarios de suelo, ya que controla reacciones químicas y biológicas de este⁶⁴ y su valor permite comprender las características básicas asociadas, tales como presencia y descomposición de la materia orgánica o existencia de sales en la solución del suelo, lo que se manifiesta como acidez, neutralidad o alcalinidad, esto sucede debido a los hidrogeniones (H^+) e hidroxilos (OH^-). El valor del pH corresponde al logaritmo negativo de la concentración de hidrogeniones y siempre se expresa en números positivos, del 0 al 14, relación definida en 1909 por Sørensen⁶⁵. Técnica de acuerdo a la NOM 021 – RECNAT – 2000⁶⁶.

Determinación cuantitativa

Material

Potenciómetro con electrodo de vidrio en combinación con electrodo de referencia térmica

Balanza con 0.1 g de sensibilidad

Frascos de vidrio o plástico transparente de boca ancha con capacidad de 50 a 100 ml

Pipeta volumétrica de 20 ml

Agitador manual vidrio o vortex

Piseta

Agua destilada

Muestra de suelo

Reactivos

Soluciones reguladoras de referencia, pH 4.00, 7.00 y 10.00, las cuales se adquieren preparadas o concentradas para diluirse de acuerdo a la instrucción de empaque

Estas soluciones deben estar a temperatura ambiente al momento de calibrar el medidor de pH

Método

- 1.- Pesar 10 g de suelo en un frasco de vidrio o plástico de boca ancha.
- 2.- Adicionar 20 ml de agua destilada al frasco conteniendo el suelo.
- 3.- Agitar manual o mecánicamente la mezcla de suelo – agua a intervalos de 5 minutos dejando reposar uno, 6 veces equivalente a 30 minutos.
- 4.- Dejar reposar durante 15 minutos.
- 5.- Introducir el electrodo en el sobrenadante
- 6.- Registrar el pH al momento en que la lectura se haya estabilizado.
- 7.- Si la lectura tarda o tiene variación, se debe calibrar.
- 8.- Calibrar con las soluciones reguladoras. Si el pH es ácido se utilizan las soluciones 4.00 y 7.00, si el suelo es básico se usan las 7.00 y 10.00. (MANEJO DE EQUIPO)
- 9.- Las soluciones amortiguadoras deben conservarse en refrigeración y colocarlas a temperatura ambiente al momento de la calibración del equipo. No se deben almacenar por mucho tiempo.
- 10.- El potenciómetro debe ser calibrado cada 6 meses
- 11.- La alta concentración de materia orgánica forma gruesos grumos, en la relación 1:2, por lo que debe usarse una relación 1:4 o más
- 12.- Se obtiene el valor de medición. (VALORES DE REFERENCIA)

⁶⁴ Valencia I., 2008, pág. 40

⁶⁵ Aguilera H., 1989, pág. 88

⁶⁶ SEMARNAT, 2002, pág. 14

ANÁLISIS QUÍMICOS – pH

INTRODUCCIÓN

La medición rápida del pH, que puede realizarse en el campo se hace con papel pH. El más básico de estos, se denomina papel tornasol y está hecho con un papel absorbente tratado con indicador universal que reacciona con la concentración de iones hidrógeno, entonces en condiciones ácidas vira a rojo y en condiciones alcalinas se torna azul, si el ambiente es neutro se mantiene incoloro.

El Papel pH es capaz de responder ante la concentración de hidrogeniones que contiene una solución a través de una escala comparativa de pH que se manifiesta mediante distintos colores. (VALORES DE REFERENCIA)

Método cualitativo (Método de campo)

Material

Tubo de ensayo
Rejilla
Piseta
Espátula
Papel pH
Muestra de suelo

Reactivos

Agua destilada

Método

- 1.- Tomar con la espátula una porción de cada muestra de suelo de 3 g y depositarlos dentro del tubo de ensayo.
- 2.- Agregar con la piseta agua destilada en una proporción 1:2 suelo – agua.
- 3.- Agitar hasta obtener una mezcla homogénea y dejar reposar en la rejilla hasta que sedimente.
- 4.- En el sobrenadante introducir la tira de papel indicador de pH.
- 5.- Retirar el papel pH de la muestra y comparar con la tabla de códigos de colores.
- 6.- Identificar el valor de pH.
- 6.- Limpiar el tubo de ensayo con el agua de la piseta para evitar contaminar la siguiente muestra.

ANÁLISIS QUÍMICOS – CO₃

INTRODUCCIÓN

Los carbonatos (CO₃⁻) son componentes de algunos suelos, limitan el desarrollo de las especies vegetales y abaten el rendimiento de los cultivos⁶⁷. La presencia excesiva de carbonatos provoca deficiencias de hierro, zinc, fósforo y nitrógeno. La conformación de capas por acumulación de carbonato en el perfil edáfico causa la muerte de la yema apical en las plantas, después de haber tenido un desarrollo inicial normal⁶⁸. El perfil se debe excavar con suficiente profundidad, para observar la presencia de capas dúricas y muestrear para analizar su composición, sobretodo en siembras de especies arbóreas como frutales.

Determinación cuantitativa.

Material

Bureta

Frascos de polietileno de 250 ml con boca ancha para agitación

Agitador orbital

Muestra de suelo seca al aire y tamizada

Reactivos

Ácido clorhídrico, 0.2 M.

Solución de ácido clorhídrico, 0.1 M valorado.

Solución de hidróxido de sodio, 0.1 M. valorarlo inmediatamente por titulación con material de referencia certificado de HCl 0.1 M, usando fenoftaleína como indicador.

Solución etílica de indicador fenoftaleína, 0.1%.

Método

- 1.- Pese 5.0000 g de suelo dentro de las botellas de agitación. Incluya dos blancos y una muestra de referencia con 500 mg de CaCO₃ puro.
- 2.- Agregue 100 ml de HCl 0.2 M con pipeta y agite.
- 3.- Cierre holgadamente la tapa de rosca y agite durante una hora en el agitador orbital a 150 rpm.
- 4.- Reposar durante 8 horas.
- 5.- Posteriormente agite durante 2 horas en el agitador orbital.
- 6.- Permita que la suspensión precipite, esto puede realizarse con la centrífuga o fíltrese.
- 7.- Pipetee 10 ml del sobrenadante de la solución, en un matraz Erlenmeyer
- 8.- Agregue 25 ml de agua y 5 gotas de indicador fenolftaleína.
- 9.- Titule con NaOH 0.1 M hasta cambio de color.
- 10.- Anote el gasto de NaOH.

Cálculos

$$\%CaCO_3 \text{ equivalente} = (M) \frac{a - b}{s} (50mcf)$$

Donde:

a = ml de NaOH usados para el blanco.

b = ml de NaOH usados para la muestra.

s = peso de la muestra seca al aire en gramos.

M = molaridad de la solución de NaOH.

50 = 0.00050 x 10 x 100% (50 = peso equivalente del CaCO₃).

mcf =factor de corrección por humedad.

⁶⁷ Fernández Linares & et al, 2006, pág. 76

⁶⁸ Valencia I., 2008, pág. 49

ANÁLISIS QUÍMICOS – CO₃

INTRODUCCIÓN

Mediante una prueba rápida de campo se puede determinar la presencia de carbonatos (CO₃²⁻) en forma cualitativa.

Determinación cualitativa.

Material

Gotero
Piseta
Placa de porcelana
Espátula
Agua destilada
Muestras de suelo

Reactivos

Ácido clorhídrico al 10%. (HCL)

Método

- 1.- Tomar con la espátula una porción de cada muestra de suelo (1 g aproximadamente).
- 2.- Depositarla sobre la placa de porcelana.
- 3.- Agregar con el gotero de 3 a 5 gotas de ácido clorhídrico al 10%.
- 4.- Observar efervescencia en la muestra, que indica presencia de carbonatos en el suelo.
- 5.- Limpiar la placa de porcelana con el agua destilada de la piseta.
- 6.- Repetir 2 veces.

ANÁLISIS QUÍMICOS – MATERIA ORGÁNICA

INTRODUCCIÓN

La materia orgánica del suelo es la fracción que consta de tejido vegetal o animal en diversas etapas de descomposición. Las principales funciones en las que interviene son:

1.- Propiedades Físicas: a) Reduce el impacto de la gota de lluvia. b) Proporciona estructura al suelo al actuar como agente estructurador de las partículas, forma parte del complejo húmico arcilloso. c) Aumenta el espacio poroso. d) Incide sobre el balance hídrico del suelo, ya que favorece la retención de humedad y mejora la infiltración del agua. e) Minimiza la erosión eólica. f) Reduce la oscilación térmica.

2.- Propiedades químicas: a) Suministra nutrientes esenciales (nitrógeno, fósforo y azufre, entre otros). b) Actúa como regulador de pH al moderar los cambios de acidez o alcalinidad. c) Inactiva a los elementos químicos y los compuestos orgánicos tóxicos. d) Es reservorio de nutrientes debido a su elevada capacidad de intercambio catiónico⁶⁹.

Materia orgánica vía húmeda (Método de Walkey y Black)

Material

Matraz Erlenmeyer de 250 ml
Vaso de precipitado de 100 ml
Probeta de 100 ml
Probeta de 10 ml
Pipeta graduada de 10 ml
Pipeta volumétrica de 5 ml
Espátula
Piseta
Balanza analítica
Bureta de 25 ml
Soporte con pinzas para bureta
Reloj con segundero
Muestra de suelo

Reactivos

Ácido sulfúrico (H₂SO₄) concentrado
Ácido fosfórico (H₃PO₄) concentrado
Dicromato de potasio (K₂Cr₂O₇) 1/6 M.
Sulfato Ferroso (FeSO₄) 1/2 M.
Indicador bariosulfonato de difenilamina al 0.16%.

Método

- 1.- Pesar 0.2000 g suelo seco al aire, tamizado por triplicado.
- 2.- Vaciar en un matraz Erlenmeyer, etiquetar las muestras y un matraz vacío para el blanco.
- 3.- Agregar 5 ml de K₂Cr₂O₇ 1/6 M a cada matraz con muestra incluyendo al blanco.
- 4.- Adicionar a cada matraz 10 ml de H₂SO₄. El matraz debe girarse para evitar que el calor se concentre en un sólo punto y se rompa.
- 5.- Agitar cada matraz en forma circular, por espacio de 1 minuto exactamente, teniendo cuidado de que el suelo no se adhiera a las paredes.
- 6.- Dejar en reposo por espacio de 30 minutos exactamente.
- 7.- Adicionar 100 ml de agua destilada y 5 ml de H₃PO₄.
- 8.- Agregar 5 gotas del indicador.
- 9.- Titular con sulfato ferroso, hasta color verde esmeralda.

Cálculos

$$\% MO = 10 \frac{1-M}{B} \times 1.34$$

⁶⁹ Valencia I., 2008, pág. 34

ANÁLISIS QUÍMICOS – MATERIA ORGÁNICA

Donde:

MO = Materia orgánica

M = ml de sulfato ferroso gastados en la muestra problema

B = ml de sulfato ferroso gastados en el blanco

INTRODUCCIÓN

La obtención de la materia orgánica por ignición, es rápida y sencilla, está basada en la conversión de cualquier compuesto orgánico en bióxido de carbono (CO₂); pero cualquier compuesto formado por ligaduras de carbón, mediante esta técnica se pierde como CO₂ y por tanto se detecta como materia orgánica, lo que en algunos suelos provoca un factor de incertidumbre. Esta misma característica puede ser utilizada en el análisis de sitios con desechos para calcular la presencia de plásticos, ya que en esta técnica serán leídos como CO₂ perdidos, pero en la técnica de obtención de contenido de materia orgánica por vía húmeda no será detectado, por lo que la diferencia del valor obtenido por ambas técnicas corresponde al contenido de plásticos.

Materia orgánica por ignición.

Material

Mufla

Crisoles

Pinzas para crisol

Bascula analítica

Charola

Desecador

Muestra de suelo seco al aire y tamizado

Método

- 1.- Pesar un crisol seco en la báscula analítica y anotar el peso.
- 2.- Tarar la báscula.
- 3.- Añadir un gramo de suelo exacto.
- 4.- Con las pinzas retirar el crisol con el suelo de la báscula y colocarlo dentro de la mufla.
- 5.- Realizar tres repeticiones por muestra de suelo, identificando su acomodo dentro de la mufla.
- 6.- Encender la mufla y programarla a 600° C durante 8 horas.
- 7.- Retirar los crisoles con las pinzas para crisol y enfriarlos en el desecador.
- 8.- Se pesan los crisoles una vez fríos.

Cálculos

$$\% MO = \frac{P1-P2}{P2-C} \times 100$$

Donde:

MO = Materia orgánica

P1= Peso del crisol más suelo

P2= Peso del crisol más suelo después de la calcinación

C= Peso del crisol

ANÁLISIS QUÍMICOS – MATERIA ORGÁNICA

INTRODUCCIÓN

Esta es una prueba cualitativa que se realiza en campo y proporciona una idea estimativa de la presencia de materia orgánica en un suelo, que debe ser corroborada mediante los análisis de laboratorio.

Presencia de materia orgánica

Material

Gotero
Piseta
Placa de porcelana
Espátula

Reactivos

Peróxido de Hidrogeno. (H_2O_2)
Agua destilada
Muestras de suelo

Método

- 1.- Depositar con la espátula sobre la placa de porcelana una porción de suelo 1 g.
- 2.- Agregar con el gotero de 3 a 5 gotas de H_2O_2 .
- 3.- Observar la reacción de la muestra. La efervescencia indica la existencia de materia orgánica.
- 4.- Repetir 2 veces más este procedimiento para tener certeza de los resultados obtenidos.
- 5.- Limpiar con el agua de la piseta la placa de porcelana.

ANÁLISIS QUÍMICOS – CONDUCTIVIDAD

INTRODUCCIÓN

La conductividad eléctrica es la capacidad de una solución acuosa para transportar una corriente eléctrica, que generalmente se expresa en mmhos/cm o en mSiemens/m. Es una propiedad de las soluciones que se relaciona a la carga eléctrica, concentración total y relativa, movilidad de los iones, temperatura del líquido y contenido de sólidos disueltos. La determinación de la conductividad eléctrica es por lo tanto una forma indirecta de medir la salinidad⁷⁰.

Material

Balanza analítica
Frascos de plástico de boca ancha de 250 ml
Vaso de precipitado de 100 ml
Bureta
Espátula
Papel filtro Wattman ® # 41
Embudo Buchner
Pipeta de 10 ml
Matraz Kitazato
Piseta con agua destilada
Bomba de vacío
Probeta
Conductímetro
Frascos
Agua destilada
Matraz aforado de 100 ml
Muestra de suelo seco y molida en un mortero

Reactivos

Solución estándar de cloruro de potasio (KCl) 0.1 N.
Solución estándar de cloruro de potasio (KCl) 0.01 N. diluir mediante alícuota.

Método

A. Preparación de la pasta de saturación.

- 1.- Pesar 40 g de suelo seco y colocarlo en un recipiente de plástico; si el suelo es arenoso o franco – arenoso 120 g.
- 2.- Agregar agua destilada con la bureta y mezclar con la espátula hasta saturación.
- 3.- Golpear el recipiente con cuidado sobre la mesa de trabajo para asentar el suelo.
- 4.- La pasta estará lista cuando se observe un brillo en su superficie (formación de un espejo), esto no sucede en el caso de suelos con alto contenido de arcilla.
- 5.- Anotar el volumen en ml de agua gastada.
- 6.- Dejar reposar la pasta durante una hora y comprobar a criterio su saturación.
- 7.- Tapar el recipiente y dejarlo reposar por tres horas, excepto suelos arcillosos que deben dejarse reposar 24 horas.

B. Obtención del extracto del suelo.

- 1.- Colocar papel filtro sobre el embudo, humedecerlo con agua destilada, dejando drenar el exceso.
- 2.- Conectar el sistema de filtración al vacío.
- 3.- Mezclar nuevamente la pasta y colocarla en el embudo y aplicar vacío.
- 4.- Obtener un extracto de aproximadamente 50 ml.

C. Determinación de la conductividad eléctrica.

- 1) Calibrar el conductímetro. Antes de usar el medidor de conductividad debe calibrarse con una solución estándar realizada mediante soluciones de KCl, 0.1 N y 0.01 N, con cada una se ajusta el equipo a la conductividad indicada en la tabla siguiente.

⁷⁰ SEMARNAT, 2002, pág. 42

ANÁLISIS QUÍMICOS – CONDUCTIVIDAD

Solución estándar de KCl	Conductividad eléctrica a 25°C
0.1 N	12.9 dS/m
0.01 N	1.412 dS/m

2) Leer la conductividad eléctrica y la temperatura del extracto. Si la lectura se toma en μmhos , transformar los resultados a mmhos entre 1 000.

3) Hacer la corrección de las lecturas consultando la tabla de factores de corrección (Valores de referencia) para diferentes temperaturas, se multiplica el resultado de conductividad eléctrica por el valor correspondiente.

ANÁLISIS QUÍMICOS - CATIONES

INTRODUCCIÓN

Este método se basa en la formación de una molécula compleja, ácido fosfomolibdico, lo cual ocurre cuando el reactivo de molibdato ácido reacciona con la solución que contiene ortofosfato, ocurre la reducción compleja dando como resultado el característico color azul del molibdeno. El método ha sido ampliamente utilizado porque es sencillo y muy sensible. Desventajas: Condiciones alcalinas provocan el color azul del molibdeno en ausencia del fosfato, por lo que muestras alcalinas deben ser neutralizadas, antes de que se agregue el reactivo. Condiciones ácidas inhiben el desarrollo del color, por lo que es necesario que las muestras obtenidas mediante digestión ácida, sean diluidas hasta tener una concentración de ácido sulfúrico equivalente al 1% v/v, antes de que las alícuotas sean tomadas para desarrollar la reacción, también es necesario tener blancos y la curva patrón con el mismo pH. Presencia de hierro inhibe el desarrollo del color azul por lo que la concentración de este elemento se debe mantener por debajo de 10 mg/l. Ácidos nítrico y perclórico, como oxidantes, no afectan la fase de reducción, pero se debe permitir que durante la digestión se elimine el ácido perclórico. Silicatos y arsenatos provocan un color igual al del fosfato. Contaminación por fosfatos del propio laboratorio, por lo que la cristalería que se use deberá lavarse con NaOH, después H₂SO₄ diluido⁷¹.

Método de azul de molibdeno:

Determinación P – PO₄. Rango de sensibilidad del método 8 a 25 µg⁷²

Material

Matraz aforado de 50 ml
Pipeta de 10 ml
Fotocolorímetro
Vaso de precipitado

Muestras de extracción o digestión

Reactivos

Molibdato de amonio tetrahidratado ((NH₄)Mo₇O₂₄·4H₂O)
Ácido sulfúrico (H₂SO₄)
Cloruro de estaño dihidratado (SnCl₂·2H₂O)
Ácido clorhídrico (HCl) 2% v/v
Agua destilada

Método preparación de Reactivos

- 1.- Reactivo de Molibdato de amonio y ácido sulfúrico. Disolver 25 g de (NH₄)Mo₇O₂₄·4H₂O en 200 ml de agua en un vaso de precipitado, caliente ligeramente para disolver, agregue 280 ml de H₂SO₄ concentrado, cuidadosamente (mezclando y enfriando) en 400 ml de agua destilada, filtre la solución de molibdato en la mezcla de ácido, mezcle perfectamente, deje enfriar y afore a 1 l, almacene en un frasco ambar.
- 2.- Reactivo de cloruro de estaño. Disolver 0.5 gr SnCl₂·2H₂O en 250 ml de HCl 2% v/v, preparar inmediatamente antes de usar, si la solución aparece lechosa, marca contaminación de cloruro estánico proveniente de la sal, deberá ser desechada.

Método preparación de muestras

- 1.- Se pipetea una alícuota, normalmente hasta 10 ml de la solución de la extracción o digestión de muestras en matraces aforados de 50 ml. A partir de este punto, muestras y blancos reciben el mismo tratamiento.
- 2.- Diluir hasta 2/3 del volumen total de los matraces
- 3.- Agregar 2 ml del Reactivo de molibdato de amonio y mezcle

⁷¹ Allen S. , 1989, pág. 134

⁷² Kastner , s/año, pág. 112

ANÁLISIS QUÍMICOS - CATIONES

- 4.- Agregar 2 ml de Reactivo de cloruro de estaño y mezcle
- 5.- Afore a 50ml
- 6.- Repose la mezcla durante 30 minutos. La lectura debe realizarse antes de 40 min⁷³
- 7.- Mida la absorbancia a 700 nm o con filtro rojo, usando agua como referencia en el fotocolorímetro
- 8.- Prepare la curva patrón, use ésta para determinar concentración de mg P en las alícuotas de las muestras
- 9.- Sustraiga del valor de las muestras el valor encontrado en los blancos

Esta reacción obedece a la Ley de Beer – Lambert

Cálculo

Si C = mg P obtenido de la interpolación en la gráfica obtenida en la curva patrón, entonces:

Material vegetal y valor total en suelo:

$$P(\%) = \frac{C(\text{mg}) \times \text{volumen de la solución (ml)}}{10 \times \text{alícuota (ml)} \times \text{peso de muestra}}$$

Extractable en suelo:

$$PO_4^{-3}P(\text{mg l}^{-1}) \text{ ó } (\text{mg} \cdot 100\text{g}^{-1}) = \frac{C(\text{mg}) \times \text{volumen de la solución (ml)}}{10 \times \text{alícuota (ml)} \times \text{peso de muestra}} \times 10^3$$

Agua:

$$PO_4^{-3}P(\text{mg l}^{-1}) = \frac{C(\text{mg}) \times 10^3}{\text{alícuota (ml)}}$$

⁷³ Kastner , s/año, pág. 124

ANÁLISIS QUÍMICOS - CATIONES

INTRODUCCIÓN

El calor de la flama es capaz de excitar a los átomos, elevando el nivel energético, cuando este desciende, la pérdida de energía es emitida como radiación electromagnética. Esta energía es característica de cada elemento y varía con la concentración, por eso es posible realizar mediciones bajo este método.

Método de Fotoflamometría

Determinación de Na, K, Ca, Li, Ba

Material

Fotoflamómetro

Piseta

Vaso de precipitados 50 ml

Muestras de extracción o digestión

Reactivos

Agua destilada

Soluciones de curva patrón a las concentraciones adecuadas de acuerdo al catión.

Método

- 1.- Preparar las muestras por métodos de digestión o extracción
 - 2.- Seleccionar el filtro correspondiente al elemento por determinar en el fotoflamómetro.
 - 3.- Calibrar el equipo a 0 con el blanco.
 - 4.- Aspirar las soluciones de las muestras y determinar los valores de absorbancia de la curva patrón.
 - 5.- Obtener el valor de absorbancia de la muestra de análisis.
 - 6.- En cada cambio de muestra se debe enjuagar la manguera y dejar correr agua destilada.
 - 7.- Colocar la manguera de succión del fotoflamómetro dentro del vaso de precipitados de 50 ml y con la piseta enjuagar con agua destilada hasta que el aparato de valor de 0.
 - 8.- Obtener el valor de la siguiente muestra y registrarlo.
 - 9.- Revisar el ajuste de cero con frecuencia
- Realizar la gráfica de curva patrón con los valores de absorbancia obtenidos.
- 10.- Convertir los valores de absorbancia de las muestras a concentración del elemento mediante la curva patrón.

Cálculo

Si C = ppm del catión obtenido de la gráfica construida con la curva patrón, entonces:

Concentración total del catión en material vegetal y suelo:

$$\text{Cación (\%)} = \frac{c(\text{ppm}) \cdot \text{volumen de la solución (ml)}}{10^4 \cdot \text{peso de la muestra}}$$

Concentración del catión extractable en suelo:

$$\text{cación (mg} \cdot 100\text{g}^{-1}\text{ de suelo)} = \left\{ \frac{C(\text{mg}) \times \text{volumen de solución (ml)}}{10 \times \text{alícuota (ml)} \times \text{peso de la muestra}} \right\} 10^3$$

$$\text{me cación} \cdot 100\text{g}^{-1}\text{ de suelo} = \frac{\text{mg} \cdot \text{g}^{-1}\text{ obtenidos}}{39.1}$$

Concentración del catión en Agua:

$$\text{cación (mg} \cdot \text{l}^{-1}) = C (\text{ppm})$$

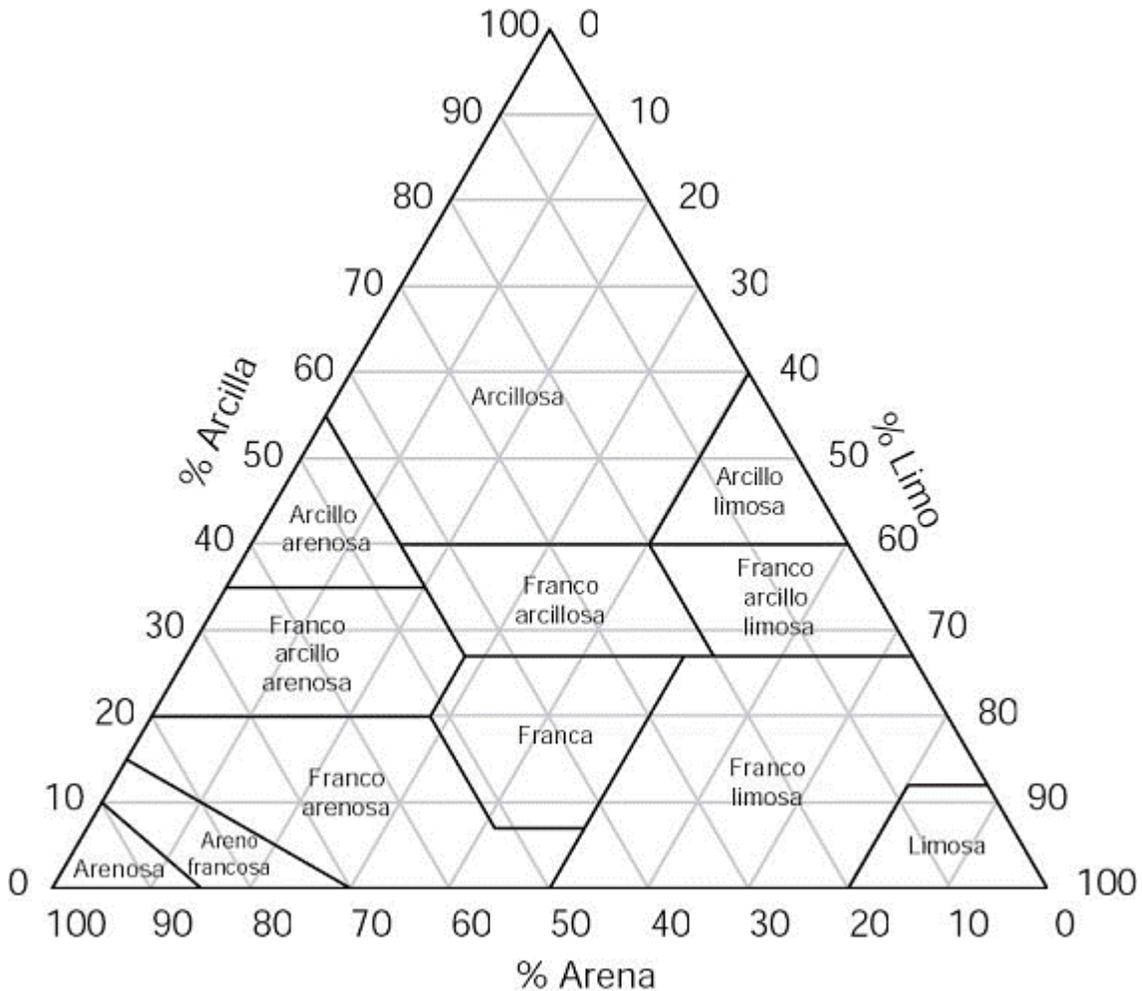
VALORES DE REFERENCIA

- 1.- Textura
- 2.- Densidad aparente
- 3.- Densidad real
- 4.- pH
- 5.- Conductividad
- 6.- Carbonatos
- 7.- Materia orgánica
- 8.- Salinidad
- 11.- Fosforo
- 12.- Potasio
- 13.- Sodio
- 14.- Calcio

La valoración se refiere a la acción y efecto de valorar que proviene del latín *valōris*. La valoración permite realizar el diagnóstico de las muestras analizadas, esto es importante para comprender el comportamiento de los diferentes parámetros físicos y químicos, por lo que esta sección presenta valores que permiten comprender el comportamiento de los materiales de donde provienen las muestras analizadas, la validación otorga fuerza a las decisiones.

VALORES DE REFERENCIA

TRIÁNGULO DE TEXTURA⁷⁴



La textura del suelo es: arenosa, limosa y arcillosa, cuando el material es puro y se acerca al 100%. La mezcla de las tres texturas en partes proporcionales, conforman un suelo franco. La dominancia de una partícula sobre otras se denomina franco con un calificativo que hace referencia al más abundante. Por ejemplo franco arcilloso, donde domina la arcilla. Franco arenoso o limoso se refiere a que las partículas mayoritarias son arena o limo. El suelo franco permite el desarrollo de la mayor parte de las plantas. El arenoso tiene muy buen drenaje y mala retención de agua y nutrientes. El suelo arcilloso es compacto con problemas de drenaje, pero buen reservorio de agua y nutrientes. De acuerdo a los resultados del análisis de las partículas, se observa en el triángulo y se determina la textura del suelo. En el establecimiento de áreas verdes la textura se mejora para procurar retención de agua, nutrientes, buen drenaje y aeración.

⁷⁴ SEMARNAT, 2002, pág. 26

VALORES DE REFERENCIA

CLAVES PARA LA DENOMINACIÓN TEXTURAL⁷⁵

Clave	Clase de textura
R	Arcillosa
RI	Arcillo limosa
Ra	Arcillo arenosa
Cr	Franco arcillosa
CrI	Franco arcillo limosa
Cra	Franco arcillo arenosa
C	Francosas
CI	Franco limosa
L	Limosa
Ca	Franco arenosa
Ac	Areno francosa
A	Arenosa

FACTOR DE CORRECCIÓN PARA LA TÉCNICA DE BOUYUCOS⁷⁶

TEMP. °C	CORRECCION	TEMP. °C	CORRECCION
15.0	- 1.62	21.5	+ 0.18
15.5	- 1.44	22.0	+ 0.90
16.0	- 1.26	22.5	+ 1.08
16.5	- 1.08	23.0	+ 1.26
17.0	- 0.90	23.5	+ 1.44
17.5	- 0.72	24.0	+ 1.62
18.0	- 0.54	24.5	+ 1.80
18.5	- 0.36	25.0	+ 1.98
19.0	- 0.18	25.5	+ 2.15
19.5	- 0	26.0	+ 2.34
20.0	+ 0.18	26.5	+ 2.52
20.5	+ 0.36	27.0	+ 2.70
21.0	+ 0.54	27.5	+ 2.858
		28.0	+ 3.06

De acuerdo a las indicaciones del Método de Bouyucus para la obtención de la textura, se aplica un factor de corrección de temperatura.

DRENAJE⁷⁷

Clasificación	cm/h
Extremadamente lento	<0.125
Muy lento	0.125 – 0.50
Lento	0.50 – 2.00
Moderado	2.00 – 6.25
Rápido	6.25 – 12.50
Muy rápido	12.50 – 25.00
Extremadamente rápido	>25.00

La determinación del drenaje es con base en la pérdida de agua en un lapso de tiempo de 1 hora.

⁷⁵ SEMARNAT, 2002, pág. 27

⁷⁶ SEMARNAT, 2002, págs. 26,27

⁷⁷ Aguilera H., 1989, pág. 77

VALORES DE REFERENCIA

RELACIÓN TEXTURA – DENSIDAD APARENTE⁷⁸

Tipos de suelos	g/cm ³
Orgánicos	0.15 – 0.30
Volcánicos	0.31 - 0.90
Minerales	
Arcilloso agregada	1.00
Arcilloso	1.05
Franco arcilloso	1.10
Franco limoso	1.15
Franco	1.20
Franco arenoso fino	1.30
Franco arenoso	1.40
Arenoso	1.55
Panes compactados	1.7 – 1.8

Se presentan los valores de densidad aparente calculados de acuerdo a la clase textural.

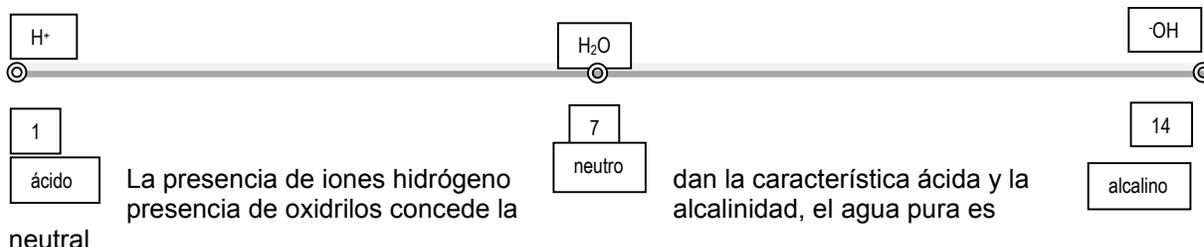
DENSIDAD DEL AGUA Y TEMPERATURA⁷⁹

Temperatura (°C)	Densidad del agua (g/cm ³)
10	0.99970
12	0.99950
14	0.99924
16	0.99894
18	0.99860
20	0.99820
22	0.99770
24	0.99730
26	0.99678

La densidad del agua es inversamente proporcional a la temperatura.

INTERPRETACIÓN DE pH⁸⁰

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



⁷⁸ SEMARNAT, 2002, pág. 17

⁷⁹ SEMARNAT, 2002, pág. 17

⁸⁰ SEMARNAT, 2002, pág. 16

VALORES DE REFERENCIA

FACTOR DE CORRECCIÓN DE CONDUCTIVIDAD DE ACUERDO A TEMPERATURA⁸¹

Temperatura °C	Factor de corrección
8	1.499
10	1.421
12	1.350
14	1.284
16	1.224
18	1.168
19	1.142
20	1.128
21	1.092
22	1.067
23	1.044
24	1.021
25	1.000
26	0.979
28	0.941
30	0.906
32	0.873
34	0.843

CONVERSIÓN DE CONDUCTIVIDAD ELÉCTRICA A SALINIDAD

Se corrige el valor de la conductancia de las muestras de acuerdo a la temperatura, multiplicando el valor de obtenido por el valor del factor de corrección. Este resultado se multiplica por el valor de la conductancia de la sal (NaCl) a 25°C.

Referencia	Conductancia (mhos · cm ⁻¹)	Temperatura (°C)
NaCl	604	25

salinidad = conductividad (mhos · cm⁻¹) X 604

INTERPRETACIÓN DE LA CONDUCTIVIDAD

Categoría del suelo	Valor (mmhos/cm)
No salino	0 - 2.0
Poco salino	2.1 - 4.0
Moderadamente salino	4.1 - 8.0
Muy salino	8.1 - 16.0
Extremadamente salino	>16.1

COMPORTAMIENTO DEL SUELO CON RESPECTO A LA SALINIDAD⁸²

Suelo	conductividad	PSI	pH	Color	Sales
No salino	< 4 mmhos	< 15 %	< 8.5		
Salino	≥ 4 mmhos	> 15 %	< 8.5	Costras blancas en superficie	Na/Mg/CaCl
Sódico	< 4 mmhos	< 15 %	8.5 – 10	Negro con manchas lustrosas	Ca/Mg/NaCO ₃ / SO ₄
Salino-Sódico	= 4 mmhos	>15 %	= 8.5	Manchones negros y costra salina negra	NaCa/Mg/NaCO ₃ /SO ₄

PSI = % de Sodio Intercambiable

INTERPRETACIÓN DE PRESENCIA DE CARBONATOS (CO₃)⁸³

⁸¹ SEMARNAT, 2002, pág. 48

⁸² Aguilera H., 1989, pág. 94

⁸³ SEMARNAT, 2002, pág. 51

VALORES DE REFERENCIA

Clase	% CaCO ₃
Muy bajo	<0.5
Bajo	0.5 - 2.0
Mediano	2.1 - 15
Alto	16 - 40
Muy alto	> 40

INTERPRETACIÓN DE MATERIA ORGÁNICA⁸⁴

Clase	Materia orgánica (%)	
	Suelos volcánicos	Suelos no volcánicos
Muy bajo	< 4.0	< 0.5
Bajo	4.1 - 6.0	0.6 - 1.5
Medio	6.1 - 10.9	1.6 - 3.5
Alto	11.0 - 16.0	3.6 - 6.0
Muy Alto	> 16.1	> 6.0

Fosforo (P)

Es un macroelemento, esencial para la vida, que en la naturaleza se encuentra en forma de fosfato, que son sales solubles en ácidos. El mineral que lo contiene es apatita cuya intemperización es muy lenta, aunado a la lixiviación y la demanda por las plantas, la concentración de éste en el suelo es muy baja, por lo que los suelos agrícolas presenten deficiencias en este elemento. El fósforo tiene un papel tanto estructural como metabólico en la vida de los organismo, participa en la formación de los ácidos nucleicos, lípidos y en los vertebrados tiene una fuerte participación en la formación de los huesos, como ión inorgánico es importante en el metabolismo celular como ATP – ADP, que transfiere energía en los procesos metabólicos⁸⁵, se puede considerar la moneda energética de la célula.

Contenido de Fósforo⁸⁶

Material	técnica	especificación	Rango mínimo	Rango máximo	Unidades en base a peso seco
Suelo	Total	Suelos minerales	0.02	0.15	%
		Suelos orgánicos	0.01	0.2	%
	Extractable		0.3	8	$mg \cdot 100 gr^{-1}$
Agua		Lluvia	2	50	$g \cdot l^{-1}$
		Dulce	5	500	$g \cdot l^{-1}$
Tejido vegetal			0.05	0.3	%
Tejido animal			0.3	4	%

Potasio (K)

Elemento abundante en los feldspatos y micas, se encuentra intercambiable o no intercambiable; es sumamente importante en la relación planta – suelo. El potasio es un elemento móvil, que se lixivia fácilmente sobre todo en suelos ligeros, en menor grado en suelos arcillosos y orgánicos. Este elemento esencial las plantas lo consumen en g/l, no tiene función estructural en plantas o animales; en las células vegetales mantiene niveles relativamente constantes, se requiere para funciones bioquímicas tales como activación enzimática, síntesis proteica y metabolismo energético. Su principal función es biofísica manteniendo la turgencia de las células, se relaciona a la apertura

⁸⁴ SEMARNAT, 2002, pág. 23

⁸⁵ Allen, 1989, pág. 134

⁸⁶ Allen, 1989, pág. 135

VALORES DE REFERENCIA

de estomas y economía hídrica de las plantas. Antagoniza con el calcio y el magnesio. La concentración de este elemento en el agua dulce es más uniforme que la del sodio o el calcio y refleja su origen de ambientes terrestres.

Contenido de Potasio⁸⁷

Material	técnica	especificación	Rango mínimo	Rango máximo	Unidades en base a peso seco
Suelo	Total	Suelos minerales	0.3	2	%
		Suelos orgánicos	0.02	0.2	%
	Extractable		5	50	$mg \cdot 100 gr^{-1}$
Agua		Lluvia	0.1	1.0	$mg \cdot l^{-1}$
Tejido vegetal			0.5	5	%
Tejido animal			0.3	1.5	%

Sodio (Na)

El sodio está presente en los feldspatos y anfíboles, pero generalmente, ausente en los minerales de las rocas sedimentarias. Los depósitos de halita que forman las rocas de sal son escasos y se encuentra hacia el continente. En los suelos no salinos es baja su presencia. La acción de este mineral en los organismos se relaciona con el balance osmótico de las células. Para la vida animal es esencial; pero las plantas no está clara su participación. Solamente las halófitas que presentan diferentes mecanismos de tolerancia a este elemento, pueden vivir en ambientes con las altas concentraciones de éste. En contraste en las plantas glicófitas la presencia del sodio limita su desarrollo e incluso su presencia.

Contenido de Sodio⁸⁸

Material	técnica	especificación	Rango mínimo	Rango máximo	Unidades en base a peso seco
Suelo	Total	Suelos minerales	0.1	2	%
		Suelos orgánicos	0.02	0.1	%
	Extractable		2	20	$mg \cdot 100 gr^{-1}$
Agua		Lluvia	0.5	15	$mg \cdot l^{-1}$
		Dulce	2	100	$mg \cdot l^{-1}$
Tejido vegetal			0.02	0.3	%
Tejido animal			0.2	1	%

Calcio (Ca)

La presencia de calcio en los diferentes tipos de suelo es variable, donde la calcita es el mineral dominante, el calcio es muy abundante, pero también existe en minerales como feldspatos piroxenos y anfíbolitas; en los suelos no – calcáreos el contenido de esta elementos es muy bajo. En los suelos ácidos el calcio se pierde por lixiviación, donde es remplazado por el aluminio. El calcio es un macronutrimiento para la nutrición vegetal; es el componente principal de la estructura de la pared vegetal, también participa en el funcionamiento de la membrana y de las vacuolas, no están establecidas concentraciones tóxicas para las plantas, aunque en suelos calcáreos se observa

⁸⁷ Allen, 1989, pág. 142

⁸⁸ Allen, 1989, pág. 148

VALORES DE REFERENCIA

desarrollo de clorosis. Las deficiencias en este elemento no son comunes pero provocan deformación en las hojas.

Contenido de Calcio⁸⁹

Material	técnica	especificación	Rango mínimo	Rango máximo	Unidades en base a peso seco
Suelo	Total	Suelos minerales	0.5	2	%
		Suelos orgánicos	0.1	0.5	%
	Extractable		10	200	$mg \cdot 100 gr^{-1}$
Agua		Lluvia	0.1	3	$mg \cdot l^{-1}$
		Dulce	0.1	100	$mg \cdot l^{-1}$
Tejido vegetal			0.3	2.5	%
Tejido animal			0.03	0.3	%

⁸⁹ Allen, 1989, pág. 87

MANEJO DE EQUIPO

- 1.- Escáner laser
- 2.- Balanza analítica
- 3.- Balanza digital compacta
- 4.- Potenciómetro de pH
- 5.- Fotocolorímetro
- 6.- Centrífuga
- 7.- Parrilla con agitación
- 8.- Licuadora
- 9.- Vortex
- 10.- Malteadora
- 11.- Agitador orbital
- 12.- Baño maría
- 13.- Tamizador
- 14.- Lavadora ultrasónica de tamices
- 15.- Digestor
- 16.- Mufla
- 17.- Flamo fotómetro

MANEJO DE EQUIPO

ESCÁNER LASER MARCA: FARO® MODELO: FOCUS 3D

INTRODUCCIÓN

El escáner laser es una de las nuevas tecnologías para realizar levantamiento del espacio y objeto, el cual es capaz de levantar hasta 900 000 puntos por segundo los cuales registran una coordenada y una medida. Los resultados obtenidos con el escáner láser nos dan múltiples posibilidades de trabajo, modelos tridimensionales, planos bidimensionales con posibilidad de impresión y recorridos.

Método

- 1.- Sacar el tripie, abrirlo y preajustarlo a la altura del pecho.
- 2.- Retirar el escáner laser de su portafolio protector.
- 3.- Montarlo sobre el tripie, fijándolo con los tornillos de sujeción.
- 4.- Encender el escáner láser y esperar a que cargue el sistema.
- 5.- Insertar una tarjeta de memoria SD previamente formateada, aparecerá en la pantalla en la parte superior derecha el logotipo de la tarjeta en color blanco y desaparecerá. Esto significa que la reconoció con éxito.
- 6.- Oprimir en la pantalla el botón **administrar**, desplazar con las flechas hasta la opción **servicio** y dar click en **formatear memoria**.
- 7.- Regresar al menú administrar y desplazarse hasta la opción **proyectos**, posicionados en el **proyecto default** dar click en el botón **+**.
- 8.- Nombrar el proyecto de escaneo dando click en **nombre del proyecto** y **aceptar**.
- 9.- Regresar al menú **inicio**, dar click sobre la opción **Parámetros** y seleccionar la opción **Perfil seleccionado**.
- 10.- Seleccionar el tipo de perfil, resolución y calidad necesarios para el escaneo. (LEVANTAMIENTO)
- 11.- Seleccionar si el escaneo se realiza a color o en blanco y negro y regresar al menú de inicio.
- 12.- Colocar el escáner montado en el tripie en el lugar donde se realiza el primer escaneo, ajustarlo con el espejo del escáner a la altura de los ojos del operador y nivelar el tripie.
- 13.- Comenzar el levantamiento dando click en el botón **start scan**.

BALANZA

INTRODUCCIÓN

La balanza es un instrumento que mide la masa de un cuerpo o sustancia, a través de la fuerza de la gravedad que actúa sobre él. En el laboratorio se utiliza la balanza para pesar sustancias con las que se preparan mezclas de componentes en proporciones definidas.

BALANZA ANALÍTICA MARCA OAHUS® MODELO: PA214

INTRODUCCIÓN

Su sensibilidad es de 4 cifras, por lo tanto es de alta precisión pero el peso máximo que soporta no puede rebasar de 150 gr.

Método

- 1.- Conectar la balanza a la corriente eléctrica.
- 2.- Oprimir el botón de encendido, esperar a que la balanza inicie y cargue, aparecerá en la pantalla **0.0000** junto con los símbolos  del lado izquierdo de la pantalla lo que significa que la balanza esta lista para pesar.
- 3.- Abrir las compuertas de cristal de la balanza y colocar el recipiente donde se va a colocar el material a pesar, anotar el peso del recipiente si la técnica lo pide.
- 4.- Oprimir el botón "0/T" para tarar la medida y regresar a **0.0000**.
- 5.- Colocar con la espátula poco a poco la sustancia hasta llegar al peso requerido
- 6.- Cerrar las compuertas de cristal de la balanza y esperar a que se establezca el peso cuando aparecen los símbolos .

MANEJO DE EQUIPO

- 7.- Al finalizar los pesajes, oprimir el botón **0/T** para que el peso regrese a **0.0000** y se limpie la memoria.
- 8.- Presionar por dos segundos el botón de encendido para apagar la balanza.
- 9.- Desconectar de la corriente eléctrica.

BALANZA DIGITAL COMPACTA MARCA: ADAM® MODELO: CQT5000

INTRODUCCIÓN

Su sensibilidad es de 1 cifra, por lo tanto no es de alta precisión y el peso máximo que soporta es de 5000 g.

Método

- 1.- Conectar la balanza a la corriente eléctrica.
- 2.- Oprimir el botón de encendido, esperar a que la balanza inicie y cargue, aparecerá en la pantalla **0g** lo que significa que la balanza esta lista para pesar.
- 3.- Colocar el recipiente donde se va a colocar el material a pesar, anotar el peso del recipiente si la técnica lo pide.
- 4.- Oprimir el botón **Tare** para tarar la medida y regresar a **0g**.
- 5.- Colocar con la espátula poco a poco la sustancia hasta llegar al peso requerido.
- 7.- Al finalizar los pesajes, oprimir el botón **Tare** para que el peso regrese a **0g** y se limpie la memoria.
- 8.- Presionar por dos segundos el botón de encendido para apagar la balanza.
- 9.- Desconectar de la corriente eléctrica.

POTENCIÓMETRO DE PH MARCA: HANNA® MODELO: HI-2211

INTRODUCCIÓN

El potenciómetro es un sensor utilizado en el método electroquímico para medir el pH de una disolución. La determinación de pH consiste en medir el potencial que se desarrolla a través de una membrana de vidrio que separa dos soluciones con diferente concentración de hidrogeniones.

Calibración

La calibración se realiza: cada vez que se sustituya el electrodo, por lo menos una vez a la semana, después de analizar sustancias agresivas.

Método

- 1.- Conectar el potenciómetro a la corriente eléctrica.
- 2.- Encender el potenciómetro de la parte de atrás, esperar a que inicie.
- 3.- Quitar del electrodo de cristal el tapón con líquido amortiguador y colocarlo en el sujetador que se encuentra en el brazo articulado de sujeción.
- 4.- Enjuagar el electrodo de cristal con la pisseta y agua destilada dentro de un vaso de precipitado. Si se requieren medir soluciones de rango ácido use como primer buffer el pH 7.01 y el segundo buffer el pH 4.01 y si se requieren hacer mediciones de pH alcalinos se utiliza como primer buffer el pH 7.01 y el pH 10.01 como segundo buffer.
- 5.- Colocar el electrodo en el buffer 7.01
- 6.- Oprimir el botón **CAL**, en la pantalla aparecerá **CAL**, **BUFF** y **7.01**, si la lectura en la pantalla no es exacta a 7.01, ajustar con las flechas **▲** **°C**.
- 7.- En la pantalla parpadeará el símbolo **☒**, hasta que se estabilice la lectura, aparecerá la palabra **READY** y parpadeará **CFM**.
- 8.- Oprimir el botón **CFM**.
- 9.- Después de confirmar el primer punto de calibración, retirar el electrodo y enjuagar con agua destilada y secar con papel.
- 10.- Colocar el electrodo en el segundo Buffer "pH 4.01 o pH 10.01".

MANEJO DE EQUIPO

11.- Sí la lectura en la pantalla no es exacta al buffer usado como segundo punto de referencia, ajustar con las flechas \uparrow °C.

12.- En la pantalla parpadeará el símbolo Σ , hasta que se establezca la lectura, aparezca la palabra **READY** y parpadee **CFM**.

13.- Oprimir el botón **CFM**.

14.- Retirar el electrodo de la solución buffer

15.- Enjuagar el electrodo con la pisseta y agua destilada dentro de un vaso de precipitado.

16.- Secar el electrodo de cristal tocando la punta de este con una toalla papel.

17.- Colocar el tapón con el líquido amortiguador en el electrodo de vidrio.

18.- Colocar los dos electrodos en el brazo articulado de sujeción.

Nota. Es importante que el electrodo siempre esté en la solución de mantenimiento del electrodo para su buen funcionamiento.

Método de lectura

Repetir los pasos 1, 2 y 3

4.- Colocar el electrodo de cristal dentro de la solución problema, introduciendo el electrodo de temperatura al mismo tiempo.

5.- Esperar a que la lectura se estabilice y anotarla.

6.- Retirar el electrodo de la solución problema.

Repetir los pasos 15, 16, 17,

10.- Apagar el potenciómetro.

FOTOCOLORÍMETRO marca: THERMO SCIENTIFIC® modelo: GENESYS 20

INTRODUCCIÓN

Mide la intensidad de luz que pasa a través de una sustancia y la compara con la intensidad de luz antes de pasar a través de la misma. El logaritmo del porcentaje de esa relación se conoce como absorbancia. Este fotolorímetro utiliza el espectro de luz visible de 400 a 800 nm, para caracterizar las soluciones en esta región del espectro. Se rige por la ley de Lambert – Beer.

Método

1.- Conectar el fotolorímetro a la corriente eléctrica.

2.- Encender el equipo de la parte de atrás, esperar a que inicie.

3.- Seleccionar la longitud de onda con la que se va a trabajar con los botones **nm** \uparrow **nm** \downarrow

4.- Abrir la compuerta donde se inserta la celda fotolorimétrica, insertar la celda, tomándola por la parte estriada y asegurándose que la parte translúcida esté en mismo sentido que el indicador.

5.- Oprimir el botón $\frac{0\text{ Abs}}{100\%T}$ para calibrar el fotolorímetro a 0.

6.- Esperar a que la medición se estabilice.

7.- Retirar la celda con el blanco e insertar las que contienen las muestras a medir.

8.- Esperar a que se estabilice la lectura y anotar el valor

9.- Apagar el equipo y desconectarlo.

CENTRÍFUGA clínica digital marca: LUZEREN® modelo: PRO1001127

INTRODUCCIÓN

La centrífuga es un equipo que separa partículas de una solución homogénea mediante un movimiento de rotación acelerado, provocando la sedimentación de sus componentes.

Método

1.- Conectar el equipo a la corriente eléctrica.

2.- Encender la centrífuga del costado derecho.

3.- Oprimir el botón $\frac{OPEN}{STOP}$ para abrir la centrífuga y colocar los tubos.

4.- Oprimir el botón **time** para entrar a la modalidad de tiempo, este está dado en minutos.

5.- Con los botones \downarrow \uparrow ajustar el tiempo necesario.

MANEJO DE EQUIPO

- 6.- Oprimir el botón **ENTER** para aceptar.
- 7.- Oprimir el botón **SPEED** para seleccionar la velocidad.
- 8.- Con los botones **▼▲** ajustar la velocidad necesaria.
- 9.- Oprimir el botón **ENTER** para aceptar.
- 10.- El botón **RCF** nos permite cambiar la velocidad a fuerza centrífuga, y se manipula de igual manera con los botones **▼▲** y **ENTER**
- 11.- Oprimir el botón **START** para comenzar el centrifugado, cuando el ciclo termine sonara la alarma y se abrirá automáticamente la tapa.
- 12.- Retirar los tubos de la centrifuga y apagarla.

PARRILLA CON AGITACIÓN TERMO AGITADOR MARCA: FELISA® MODELO: FE-311 **INTRODUCCIÓN**

Placa metálica con motor eléctrico debajo que produce fuerzas magnéticas para poner en rotación al imán. En la superficie se coloca un recipiente de fondo plano donde se introduce una barra de imán cubierta de plástico inerte que rota provocando el movimiento circular en el líquido; la velocidad es controlable y contiene un sistema de calefacción que controla la temperatura.

Método

- 1.- Conectar el equipo a la corriente eléctrica.
- 2.- Encender el termoagitador de la parte frontal.
- 3.- Colocar sobre el centro de la parrilla el contenedor con la solución a mezclar.
- 4.- Colocar dentro del contenedor y al centro la mosca.
- 5.- Seleccionar mediante la perilla **TEMP °C** la temperatura necesaria.
- 6.- Seleccionar mediante la perilla **VEL.RPM** las revoluciones requeridas, comenzando poco a poco para que la mosca no brinque y deje de mezclar.
- 7.- Terminada la mezcla regresar las perillas a **OFF** y **0**.
- 8.- Apagar el equipo y desconectarlo de la corriente eléctrica.

LICUADORA MARCA: WARING® MODELO: BLENDER HGBSS **INTRODUCCIÓN**

Motor eléctrico en una carcasa de metal con un eje que conecta al vaso, que contiene las cuchillas en forma de hélice, que al girar genera un torbellino que atrae el contenido, moliéndolo o triturándolo.

Método

- 1.- Colocar el vaso en la base de la licuadora.
- 2.- Vaciar dentro del vaso de la licuadora la sustancia a licuar y tapar el vaso.
- 3.- Conectar la licuadora a la corriente eléctrica.
- 4.- Seleccionar con el interruptor la velocidad de licuado.
- 5.- Al finalizar el licuado poner el interruptor en **OFF 0**.
- 6.- Retirar el vaso de la base.
- 7.- Desconectar el equipo de la corriente eléctrica.

AGITADOR VORTEX MARCA: SCIENTIFIC INDUSTRIES® MODELO: VORTEX GENIE 2 **INTRODUCCIÓN**

Dispositivo para agitar pequeños tubos tiene un motor eléctrico con el eje vertical unido a una goma, ligeramente excéntrico que transmite al líquido movimiento en vórtice.

Método

- 1.- Conectar el vortex a la corriente eléctrica.
- 2.- Seleccionar mediante la perilla la velocidad requerida.

MANEJO DE EQUIPO

- 3.- Colocar sobre la base del vortex el recipiente con la solución a mezclar y sostenerlo con una mano.
- 4.- Encender el equipo posicionando el interruptor en **ON**. La posición **TOUCH** permite dejar el vortex encendido y solo se activa al presionar la base.
- 5.- Una vez homogeneizada la mezcla regresar el interruptor a la posición **OFF** se retira el recipiente.
- 6.- Desconectar el equipo de la corriente eléctrica.

MALTEADORA MARCA: WARING® MODELO: WDM120 **INTRODUCCIÓN**

Equipo que permite batir, mezclar, esponjar y emulsionar mezclas, mediante un motor eléctrico que hace girar un eje, al cual se conecta a una varilla de metal con dos cuchillas circulares que al girar provocan el movimiento de batido que permite que el aire penetre en la mezcla.

Método

- 1.- Retirar el vaso de la malteadora jalando y deslizando hacia abajo.
- 2.- Colocar dentro del vaso el material a mezclar.
- 3.- Colocar el vaso de la malteadora en el tope bajo de la base, pegando a la pared de la malteadora la parte superior del vaso. El tope alto permite que la malteadora arranque automáticamente.
- 4.- Conectar el equipo a la corriente eléctrica.
- 5.- Seleccionar con el interruptor **LO – MED – HI** la velocidad requerida.
- 6.- Empujar la palanca **PULSE** para activar el motor de la malteadora.
- 7.- Terminada la mezcla, soltar la palanca **PULSE**.
- 8.- Desconectar el equipo de la corriente eléctrica
- 9.- Retirar el vaso de la malteadora.

AGITADOR ORBITAL MARCA: AOSHENG® MODELO: OS – 200 **INTRODUCCIÓN**

Es una plataforma paralela a la superficie de la mesa en donde se sujetan los contenedores que oscila horizontalmente propulsado por un motor eléctrico que produce un movimiento orbital excéntrico balanceado. Este equipo se utiliza principalmente para realizar extracciones.

Método

- 1.- Conectar el agitador a la corriente eléctrica.
- 2.- Colocar los matraces a agitar dentro de las bases.
- 3.- Hacer dos blancos por corrida.
- 4.- Encender el equipo de la parte posterior, esperar a que el agitador inicie.
- 5.- Presionar la perilla para entrar a la selección de velocidad.
- 6.- Gire la perilla para seleccionar la velocidad "RPM" requerida.
- 7.- Presionar nuevamente la perilla para entrar a la selección de tiempo.
- 8.- Girar la perilla para seleccionar el tiempo en minutos requerido.
- 9.- Oprimir la perilla para cambiar el tiempo a horas.
- 10.- Oprimir la perilla para salir del menú de selección.
- 11.- Presionar la perilla por 2 segundos para iniciar el ciclo de agitación, presionar nuevamente la perilla por dos segundos cancela el ciclo.
- 12.- Terminado el ciclo retirar los contenedores.
- 13.- Apagar el agitador de la parte posterior.
- 14.- Desconectar el agitador de la corriente eléctrica.

MANEJO DE EQUIPO

BAÑO MARÍA MARCA: RIOSSA® MODELO: B – 80

INTRODUCCIÓN

Cámara que confiere temperatura homogénea y lentamente, mediante la inmersión del contenedor de la sustancia en agua a ebullición.

Método

- 1.- Vaciar agua en el contenedor del baño María hasta tapar la resistencia.
- 2.- Colocar dentro del contenedor matraces o las gradillas con los tubos de ensayo.
- 3.- Tapar el contenedor si es necesario.
- 4.- Conectar el baño maría a la corriente eléctrica.
- 5.- Encender el baño maría girando la perilla del termostato hacia la derecha para obtener la temperatura deseada.
- 6.- La temperatura se logra después de haber dejado el aparato dejado el equipo trabajando durante 1 hora.
- 7.- Una vez terminado el ciclo girar la perilla del termostato hacia la izquierda hasta llegar a 0
- 8.-Retirar las gradillas.
- 9.- Desconectar el equipo de la corriente eléctrica.
- 10.- Vaciar el agua del baño maría.

TAMIZADOR MARCA: TYLER® MODELO: RX – 812

INTRODUCCIÓN

Equipo que separa partículas de diferente tamaño mediante un movimiento oscilatorio a través de un tamiz. Las partículas de menor tamaño pasan por la malla del tamiz atravesándolo y las grandes quedan atrapadas.

Método

- 1.- Conectar el tamizador a la corriente eléctrica.
- 2.- Colocar el Tamiz con el suelo dentro de la base del tamizador.
- 3.- Colocar sobre el Tamiz la placa y brazo de seguridad.
- 4.- Asegurar los aditamentos de seguridad apretando las tuercas en los espárragos.
- 5.- Mantener presionado el botón **MODE** para cambiar el formato del temporizador **SEGUNDOS – MINUTOS – HORAS**.
- 6.- Oprimir los botones **▲, ▼** para seleccionar el tiempo requerido.
- 7.-Oprimir el botón **START/RESUME** para iniciar el ciclo de tamizado, el botón **STOP** detiene el ciclo.
- 8.- Terminado el ciclo de tamizado, aflojar las tuercas de los espárragos.
- 9.- Retirar los aditamentos de seguridad.
- 10.- Retirar del tamizador, el tamiz y el suelo tamizado.
- 11.- Desconectar el tamizador de la corriente eléctrica.

LAVADOR ULTRASÓNICO DE TAMICES MARCA: TYLER® MODELO: HAVER USC - 200

INTRODUCCIÓN

Dispositivo de limpieza que utiliza ultrasonido a 40 Khz y agua que se desoxigena mediante las ondas sónicas y limpia las mallas de los tamices, evitando la oxidación.

Método

- 1.- Limpiar el tamiz a lavar con los cepillos, para retirar la mayor cantidad de suciedad de la malla.
- 2.- Colocar dentro de la lavadora la rejilla soporte.
- 3.- Vaciar dentro de la lavadora agua destilada hasta que se cubra por completo el tamiz.
- 4.- Tapar la lavadora y conectarla a la corriente eléctrica.
- 5.- Girar la perilla temporizadora al número **15** (minutos), con la finalidad de desoxigenar el agua.
- 6.- Terminado el ciclo de desoxigenación destapar la lavadora
- 7.- Centrar sobre la rejilla de soporte el tamiz con la malla hacia arriba.

MANEJO DE EQUIPO

- 8.- Tapar la lavadora y girar la perilla temporizadora al número **5** (minutos) para comenzar el ciclo de lavado.
- 9.- Terminado el ciclo de lavado retirar el tamiz y ponerlo a secar. Si el tamiz continúa sucio repetir el ciclo de lavado de **5** minutos.
- 10.- Tapar la lavadora y desconectar de la corriente eléctrica.

DIGESTOR KJELDAHL MARCA: FOSS® MODELO: DIGESTOR 2520 AUTO

INTRODUCCIÓN

Instrumento que rompe los lazos de unión de moléculas complejas en moléculas simples mediante alta temperatura en presencia de ácido, sal y catalizador, en el proceso se producen gases tóxicos que son neutralizados, para lo cual se aspiran los humos con una bomba y se neutralizan en el scrubber. Este equipo se utiliza para determinar nitrógeno, proteínas y elementos totales.

Método

- 1.- Conectar el equipo a la corriente eléctrica, esperar a que el led indicador de encendido del digestor prenda.
- 2.- Presionar el botón de encendido del digestor por dos segundos, esperar a que el digestor cargue por completo.
- 3.- Presionar el botón de encendido del scrubber para encenderlo, este se conectara automáticamente a la interfaz del digestor.
- 4.- Colocar los tubos en el rack y posteriormente éste, en la unidad de digestión.
- 5.- Colocar la unidad colectora de escape sobre el rack.
- 6.- Encender el digestor y programarlo a un ciclo de 420°C por 2 horas.
- 7.- Terminada la digestión quitar el rack del digestor y colocarlo en el soporte.
- 8.- Dejar reposar durante 1 hora.
- 9.- Apagar el scrubber presionando el botón de encendido.
- 10.- Apagar el digestor presionando el botón de encendido.
- 11.- desconectar el equipo de la corriente eléctrica.

MUFLA FURNACE MARCA: FELISA® MODELO: FE – 360

INTRODUCCIÓN

Horno con una cámara de paredes de cerámica refractaria que aísla la resistencia alcanza temperaturas de 50 a 1100°C con control de temperatura y tiempo.

Método

- 1.- Conectar la mufla a la corriente eléctrica.
- 2.- Abrir la mufla subiendo la palanca y jalándola.
- 3.- colocar dentro de la mufla los recipientes con el material a incinerar.
- 4.- Cerrar la mufla.
- 5.- Poner el interruptor en la posición de encendido.
- 6.- Oprimir el botón **SET** para comenzar a seleccionar las características del ciclo.
- 7.- Con los botones **▲ ▼** posicionar ciclo normal.
- 8.- Oprimir el botón **SET** para aceptar la selección.
- 9.- Con los botones **▲, ▼** ajustar la temperatura requerida.
- 10.- Oprimir el botón **SET** para aceptar la selección.
- 11.- Con los botones **▲ ▼** introducir el tiempo requerido del ciclo.
- 12.- Oprimir el botón **SET** para aceptar la selección.
- 13.- Oprimir el botón **SET** para iniciar el ciclo.
- 14.- Terminado el ciclo abrir la mufla con la ayuda de los guantes de asbesto.
- 15.- Retirar el contenido de la mufla.
- 16.- Cerrar la mufla.
- 17.- Apagar la mufla y desconectarla de la corriente eléctrica.

MANEJO DE EQUIPO

FLAMOFOTÓMETRO MARCA: SHERWOOD SCIENTIFIC® MODELO: 410

INTRODUCCIÓN

Equipo para la detección de cationes basado en la coloración característica de cada elemento químico. La llama es la fuente de excitación y un fotodetector electrónico el dispositivo de medición.

Método

- 1.- Colocar agua destilada en el depósito de drenado, con la finalidad que la manguera se vacíe de aire.
- 2.- Conectar la bomba de aire a la corriente eléctrica.
- 3.- Conectar el flamofotómetro a la corriente eléctrica.
- 4.- Abrir el paso de gas.
- 5.- Abrir la solapa de inspección.
- 6.- Colocar el interruptor en la posición de encendido.
- 7.- Observar por la solapa de inspección que se genere la flama y que se encienda el indicador led **FLAME** en la consola.
- 8.- De no ser así apagar y volver a encender el flamofotómetro.
- 9.- Seleccionar el filtro del elemento a medir.
- 10.- Colocar el blanco en la manguera de succión.
- 11.- Calibrar a 0.00 girando la perilla **BLANK** y la perilla **FINE** y **COARSE**
- 12.- Colocar las soluciones a determinar.
- 13.- Terminada la determinación de elementos, cerrar el paso de gas.
- 14.- Apagar el flamofotómetro.
- 15.-Desconectar el flamofotómetro de la corriente eléctrica.
- 16.- Desconectar la bomba de aire de la corriente eléctrica.

GLOSARIO DE TÉRMINOS

Absorbancia: Medida de la atenuación de radiación al atravesar una sustancia, se expresa como el logaritmo de la relación entre la intensidad saliente y la entrante.

Adsorción: Efecto de atraer y retener en la superficie de un cuerpo, moléculas o iones.

Aforar: Ajustar una medida exacta.

Alícuota: Parte que se toma de un volumen o masa.

Analito: Componente de interés analítico de la muestra.

Anfibol: Mineral de sílice y compuestos ferromagnesianos, negro con tono verde y brillo anacarado.

Borosilicato: Material componente del vidrio empleado en instrumentos ópticos y de laboratorio

Catión: Ion con carga positiva.

Cinta diamétrica: Cinta para medir el diámetro de los árboles.

Clisímetro: Herramienta topográfica que mide la pendiente de una visual.

Coloide: Sistema material formado de dos fases, dispersa y dispersora, donde la fase dispersa mide de 0.001 a 0.1 μ , presenta carga eléctrica igual, tiene movimiento browniano y efecto de Tyndall.

Cromóforo: El agrupamiento químico causante de la coloración de un suelo.

Dendrometría: Estudio de las dimensiones del árbol, su forma y volumen.

Diclino-monóica: Flores unisexuales en la misma planta.

Dimórfico: Especies animales o vegetales que tienen dos formas o aspectos anatómicos diferentes.

Dioica: Flores unisexuales en diferentes plantas.

Dúrico: Presencia de una capa de tepetate duro, cementado y endurecido por Sílice.

Feldespatos: Minerales de silicato de aluminio con sodio, potasio o calcio, formadores de rocas ígneas como el granito de color blanco, amarillento o rojizo, brillo resinoso o nacarado y gran dureza.

Fenológica: perteneciente a la parte de la meteorología que investiga las variaciones atmosféricas en su relación con la vida de animales y plantas.

Fenotípico: Manifestación visible del genotipo en un determinado ambiente.

Filotaxia: Disposición que presentan las hojas en el tallo.

Floculación: Agregación de partículas sólidas en un coloide, en general por la adición de agentes.

Gemífera: Tejido formador de yemas.

Glicófita: Plantas que se desarrollan en suelos no salinos.

Heterófila: Planta que hojas diferentes.

Hidrogenión: Catión de Hidrógeno.

Hidroxilo: Grupo funcional formado por un átomo de oxígeno y otro de hidrógeno.

Ionizar: Disociar una molécula en iones o convertir un átomo o molécula en ion.

Lípido: Grasa

Lixiviar: Lavar los componentes de un suelo.

Raquis: Eje de una espiga, pluma o fronda.

Tanza: Sedal de la caña de pescar.

Tijera telescópica: Tijera de poda, con mango largo y mecanismo de poleas para cortar a distancia.

Tisular: Perteneciente o relativo a los tejidos de los organismos.

Turgencia: Fenómeno que ocurre cuando una célula se hincha debido a la presión ejercida por los fluidos y por el contenido celular sobre las paredes de la célula.

Yema apical: Meristemo que se encuentra en la zona superior de crecimiento de la planta.

CONCLUSIONES

- El paisaje está conformado por elementos naturales, artificiales y adicionales, dentro de los elementos naturales se encuentran el suelo, la roca y la vegetación.
- La recolecta de los materiales a analizar constituye un paso de vital importancia ya que la buena ejecución de esta asegura la validez de los resultados.
- En el manual se formaliza la técnica de realización de las pruebas rápidas de campo forman parte del programa de trabajo de la asignatura de Paleta Vegetal.
- Los análisis químicos y físicos permiten identificar las características del suelo y las plantas.
- Las técnicas de análisis de laboratorio fundamentan las propuestas de diseño en el paisaje.
- Las propuestas para la conservación del patrimonio natural y cultural deben estar basadas en las nuevas tecnologías.
- Actualmente las nuevas tecnologías tanto químicas como digitales son un campo de reciente incursión en la arquitectura de paisaje.
- Las nuevas tecnologías son una herramienta invaluable en el inventario del espacio tanto natural como urbano y arquitectónico.
- La ejecución de las técnicas de análisis de los parámetros físicos del suelo, son de gran utilidad; ya que permiten realizar las propuestas de mejoramiento del suelo y de manejo de riego basados en datos reales de los espacios intervenidos.
- La ejecución de las técnicas de análisis de los parámetros químicos en el suelo permiten definir la fertilidad y toxicidad presentes en el sitio de trabajo, así como el estado nutricional de las plantas lo que permite definir programas de mantenimiento que es uno de los productos que deben de acompañar las propuestas paisajísticas.
- El conocimiento del manejo del equipo es indispensable para la obtención de resultados fidedignos y para la protección y durabilidad del equipo.
- El glosario nos permite manejar un lenguaje común a las disciplinas afines que dan sustento y solides al trabajo del paisajista.
- Las técnicas presentadas en este manual fueron probadas por alumnos de diversos niveles y especialidades dentro del diseño para corroborar la comprensión del texto.
- Este manual pretende apoyar el trabajo práctico de los alumnos de arquitectura de paisaje y ser una base para que se incremente el trabajo de laboratorio.

BIBLIOGRAFÍA

Bibliografía

- Aguilera H., N. (1989). *Tratado de edafología de México*. México: Facultad de Ciencias, UNAM.
- Allen, S. (1989). *Chemical Analysis of ecological materials*. London: Blackwell Scientific Publications.
- Allen, S. (1989). *Chemical analysis og ecological materials*. Great Britain: Blackwell Scientific Publications.
- Benítez de Rojas, C., & et al. (2006). *Botánica sisteática fundamentos para su estudio*. Maracay: UCV, Agronomía.
- Bridson, D., & Forman, L. (1999). *The herbarium Handbook*. Great Britain: Royal Botanic Garden Kew.
- Casanova Matera, L. (2003). *Topografía plana*. Venezuela: Taller de publicaciones de ingeniería, ULA.
- Dosal, M., & Villanueva, M. (2008). Introducción a la metrología química, Curvas de calibración en los metodos analíticos. En A. Queré, & Et. al, *Antología de química analítica experimental* (págs. 18 -26). México: UNAM.
- Echegaray, E. (1889). *Diccionario general etimológico de la lengua española*. Madrid: José María Faquineto.
- Espasa Calpe. (2000). *Diccionario de sinónimos y antónimos*. (Novena ed.). (J. Alonso, Ed.) Madrid, España: Espasa Calpe SA.
- Fernández Linares, L. C., & et al. (2006). *Manual de técnicas de análisis de suelos aplicadas a la remediación de sitios contaminados*. México: SEMARNAT.
- Flores D., L., & Alcalá M., J. (2010). *Manual de procedimientos analíticos, Laboratorio de física de suelos*. México: Instituto de Geología, UNAM.
- Font Quer, P. (1993). *Diccionario de botánica*. Barcelona: Labor, s.a.
- FOSS Analytical AB. (2003). Application subnote. *The determination of nitrogen according to kjeldahl in root vegetables ASN 3112*. Suecia: FOSS.
- FOSS Tecator AB. (2001). Application Sub note. *The determination on nitrogen according to kjeldahl in soil. ASN 3313*. Suecia: FOSS.
- Hernández Pérez, E., & Sainz Arellano, I. S. (s.f.). *Técnicas de análisis para materiales naturales y constructivos*. México: En prensa.
- International Council on Monuments and Sites (ICOMOS). (1999). Carta Internacional sobre Turismo Cultural. *La gestión del turismo en los sitios con patrimonio significativo* (pág. 6). ICOMOS, Comité Científico Internacional de Turismo Cultural. Recuperado el 14 de junio de 2015, de <http://www.planmaestro.ohc.cu/recursos/papel/cartas/1999-turismo.pdf>

BIBLIOGRAFÍA

- IUSS, Grupo de trabajo WRB. (2007). *Base referencia mundial del recurso suelo*. Roma: FAO.
- Kastner, M. (s/año). Secreción de fósforo durante la absorción de azúcares. *Métodos de determinación del fósforo*, 112 - 130. Recuperado el 2 de noviembre de 2013, de [http://www.scielo.br/pdf/mioc/v57n2/tomo57\(f2\)112-130.pdf](http://www.scielo.br/pdf/mioc/v57n2/tomo57(f2)112-130.pdf)
- López de Juambelz, R. (2005). *Taludes: aspectos formales y técnicos*. México: Facultad de Arquitectura/UNAM.
- López de Juambelz, R. (2008). *Diseño Ecológico: aspectos estéticos, formales y técnicos*. México: Tesis Doctoral, Facultad de Arquitectura/UNAM.
- López de Juambelz, R. (2014). ASPECTOS TÉCNICOS PARA EL MANEJO DE LA VEGETACIÓN EN EL DISEÑO. En J. G. Oliva Salinas, & E. Valdez Olmedo, *TECNOLOGÍA UNA CONTRIBUCIÓN SISTÉMICA DE ACCIÓN REFLEXIÓN Y ANÁLISIS* (págs. 333-353). México: Universidad Nacional Autónoma de México, Colección Textos FA.
- Lot, A., & Chiang, F. (1986). *Manual de herbario*. México: Consejo Nacional de la Flora de México A.C.
- Ovalle V., F. (S/fecha de Septiembre - diciembre de 2003). *Color del suelo: definiciones e interpretación*. (S. d. (SIAP), Editor) Recuperado el 21 de abril de 2015, de Revista Digital del Centro Nacional de Investigaciones Agropecuarias de Venezuela: http://sian.inia.gob.ve/repositorio/revistas_tec/ceniaphoy/articulos/n3/texto/fovalles.htm
- Pasten, P. S. (2013). *Manual de Prácticas de Ingeniería Civil*. (Primera ed.). Pachuca de Soto, Hidalgo.: Ciencias de la Tierra, ITP.
- Real Academia de la Lengua Española. (1996). *Diccionario de la lengua española* (Vigésima primera ed.). Madrid, España: Real Academia Española.
- Romahn de la Vega, C., & Ramírez Maldonado, H. (2010). *Dendrometría*. Ciudad de México: Universidad Autónoma Chapingo, División de Ciencias Forestales.
- Rzedowski, J. (2006). *Vegetación de México*. México: Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad.
- Rzedowski, J. (2006). Vegetación de México. En J. Rzedowski, *Vegetación de México* (pág. 12). México: Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad.
- Sainz A., S., & Rodríguez V., V. (2015). *Aplicación del escáner láser en levantamientos de espacios y monumentos (material didáctico)*. México: Laboratorio de Conservación del Patrimonio Natural y Cultural/Programa de Posgrado en Arquitectura/UNAM.
- SEMARNAT. (31 de Diciembre de 2002). Norma oficial mexicana nom-021-semarnat-2000 que establece las especificaciones de fertilidad, salinidad y clasificación de suelos, estudio, muestreo y análisis. *Diario Oficial*, págs. 1-85.

BIBLIOGRAFÍA

- Simard, R. (1993). Ammonium acetate-extractable elements. En M. Carter, *Soil sampling and methods of analysis* (págs. 39 - 42). USA: CRC Press.
- Sotti, M. (1996). *Dizionario di botanica orticola*. Bologna: Edagricole.
- Swenson, L., Dahnke, W., & Patterson, D. (1984). *Sampling for soil testing*. Estados Unidos: North Dakota State University, Dept of Soil Sci.
- Urizar, J., & Orellana, E. (2011). *Manual Basico de Quimica Universitaria*. Tarija: Sociedad Boliviana de Bioquímica Clínica.
- Valencia I., C. (2008). *Manual de prácticas de edafología*. México: UNAM, PAPIIME PE202407.
- Velázquez D., S., & González S., M. (2010). *Manual de prácticas*. México: Preparatoria Agrícola, Área de Agronomía, CHAPINGO.
- WordPress.org. (2014). *Diccionario on line*. (d. o. Definiciona, Editor) Recuperado el 2015 de mayo de 20, de Definiciona: <http://definiciona.com/quimica/>