

Guía Rápida para muestreo de suelos



Dr. Aurelio Báez Pérez

M.C Brenda Zulema Guerrero Aguilar

Dr. Óscar Arath Grageda Cabrera

Dr. José Luis Pons Hernández

Dr. Mario Martin González Chavira

Dr. Luis Antonio Mariscal Amaro.

Contenido

Introducción	3
Muestreo de suelos	4
Suelos agrícolas	4
Suelos forestales	5
Métodos de muestreo	6
Profundidad de muestreo	7
Número de muestras	7
Herramientas y materiales para el muestreo	8
Obtención de la muestra de suelo	9
Limpieza del área a muestrear	10
Procedimiento de muestreo con barrena	10
Procedimiento de muestreo con pala	11
Muestreo en suelo forestales	12
Homogenización de las sub muestras	13
Densidad aparente	14
Secado	15
Precauciones con la muestra	15
Hoja técnica para el envío de la muestra de suelo al laboratorio	16
Referencia	17

Introducción

El concepto de suelo, de acuerdo con la USDA (1999), es un cuerpo natural tridimensional compuesto de sólidos (minerales y materia orgánica), líquidos y gases que se produce en la superficie de la tierra y que se caracteriza por la diferenciación de horizontes o capas, distinguibles a partir del material original como resultado de adiciones, pérdidas, transferencias y transformaciones de materia y energía o de la capacidad de soportar plantas enraizadas en un entorno natural. El suelo es un componente primario de los ecosistemas terrestres, sustenta la vida, funciona como un filtro de agua y es un gran digestor de la materia orgánica terrestre. El suelo influye de manera importante en regulación hidrológica y de varios ciclos biogeoquímicos en el planeta, en especial el del carbono, nitrógeno y fósforo, entre otros.

El suelo es base fundamental de la seguridad alimentaria. De acuerdo con La FAO (2021) se estima que se cultivan en el mundo alrededor de 1600 millones de hectáreas. Sin embargo, el deterioro actual de los mismos, por el uso intensivo de la tierra y las prácticas inadecuadas de manejo agronómico es un problema mundial. El suelo es considerado un recurso natural no renovable, por ello el manejo sostenible requiere de la implementación de prácticas adecuadas de manejo agronómico o forestal, para lo cual es pertinente tener información básica de las características químicas, físicas y biológicas. El muestreo de suelos es crítico para obtener resultados adecuados en el laboratorio. y así tener mayor certeza en la toma de decisiones, ya sea desde una perspectiva productiva, ambiental o de planificación territorial.

El procedimiento de muestreo de suelos depende del propósito y objeto del estudio. Un perfil del suelo en un ecosistema natural que presenta los estratos o capas con diferente espesor bien diferenciadas, mientras que, un suelo agrícola, perturbado por las labores de labranza y la inducción de plantas cultivadas, presenta una condición diferente. Sin embargo, la heterogeneidad natural que presentan *in situ*, tanto vertical como horizontal y a través del tiempo, debe considerarse para obtener

una muestra de suelo compuesta, que debe ser perfectamente homogenizada, la cual representará la condición promedio de una superficie determinada de terreno en el momento que fue colectada. El objetivo de este guía es destacar la importancia del muestreo de suelos con fines de diagnóstico y mostrar un procedimiento adecuado para este propósito.

Muestreo de suelos

El muestreo de suelos, para su análisis en laboratorio, proporciona un diagnóstico que nos da información importante que permita cuantificar las propiedades edáficas físicas, químicas y biológicas, las cuales dan una idea del nivel de fertilidad, biodiversidad y potencial productivo, de acuerdo a la interacción que hay con las condiciones climáticas.

El muestreo de suelos con fines de diagnóstico es un paso crítico para obtener información precisa sobre su caracterización y nivel de fertilidad. Las etapas del diagnóstico de la fertilidad y biodiversidad de los suelos son: muestreo de suelos, preparación de las muestras, análisis en laboratorio, cálculo de los resultados e interpretación de los mismos. Si el muestreo de suelos se hace de manera incorrecta, aunque las demás etapas del diagnóstico se efectúen de manera correcta, los resultados serán erróneos, por ello la importancia de implementar adecuadas técnicas de muestreo.

Suelos agrícolas

El primer paso para efectuar el muestreo de suelos en agro ecosistemas es definir en el campo áreas relativamente homogéneas en apariencia: color, pendiente, textura al tacto y manejo agronómico. En paisajes con pendientes la situación se complica porque en una parcela habría que considerar diferencias importantes a nivel edáfico en la parte alta, media y baja; es decir, que se triplicaría el número de muestras, lo que encarece el costo de los análisis. Un criterio válido, a falta de recursos, es considerar la parte media como una condición promedio.

Las dimensiones de las áreas relativamente homogéneas son variables y puede comprender unos cuantos metros cuadrados o varias hectáreas (**Figura 1**). Se requiere de observación, conocimientos agronómicos básicos y criterio para definirlo. En el caso del proyecto: **“Estimación de la biodiversidad de micro y macro organismos del suelo, en los módulos de intercambio de conocimiento e innovación en 23 regiones de México”** se cuenta con los módulos definidos, pero hay que precisar en el campo las áreas representativas a muestrear.



Figura 1. Delimitación de áreas relativamente homogéneas

Suelos forestales

El suelo en ecosistemas naturales presenta bajo grado de perturbación comparado con un agrosistema, porque conserva la vegetación natural y no hay remoción por las labores de labranza. Por ello, en el perfil del suelo pueden distinguirse horizontes de diagnóstico o capas con diferentes espesores, que deben evaluarse por separado para no incurrir en errores. Sin embargo, el espesor de dichas capas es variable en los distintos transeptos del terreno, lo que implica una alta heterogeneidad vertical y lateral, que puede ser mayor si se encuentra el terreno en pendiente.

Generalmente, en bosques y selvas el estrato superior corresponde a una capa orgánica compuesta mayormente por hojarasca, por debajo de ésta se distingue una capa de fermentación, que corresponde a la hojarasca en descomposición saturada de humedad. Le puede seguir una capa donde hay una interacción entre

el material orgánico descompuesto y la fracción mineral del suelo, y a medida que aumenta la profundidad del perfil pueden diferenciarse diferentes horizontes de diagnóstico como resultado de fenómenos de adiciones, pérdidas, transferencias y transformaciones de diversas partículas y sustancias, derivadas de las condiciones climáticas imperantes y el tipo de vegetación dominantes. La biodiversidad de microorganismos varía en los diferentes horizontes.

Métodos de muestreo

Los métodos de muestreo más usuales con fines de diagnóstico de fertilidad de suelos y biodiversidad son cuatro: (a) zigzag, (b) aleatorio, (c) sistematizado y (d) cinco de oros (**Figura 2**). Este último, a pesar de ser muy práctico puede ser el más impreciso para evaluación de la fertilidad del suelo, porque solo considera cinco submuestras por muestra compuesta, si se considerando el alto grado de heterogeneidad natural que presentan los suelos en general. Sin embargo, para evaluación de mesofauna del suelo si puede ser adecuado.

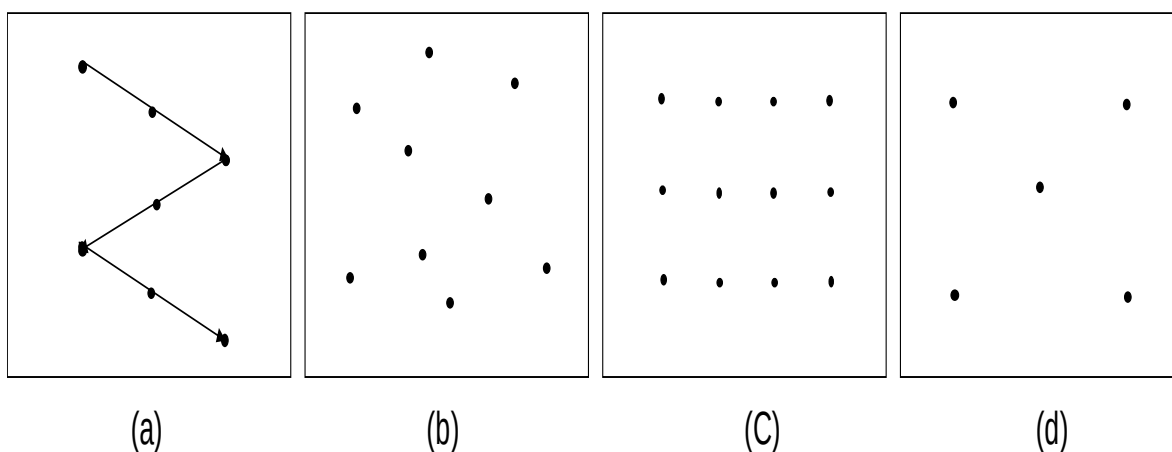


Figura 2. Tipos de muestreos (a) zigzag, (b) aleatorio, (c) sistematizado y (d) cinco de oros

Es importante adentrarse 10 a 20 m adentro de la parcela para descartar los efectos de orilla. El criterio es importante siempre y cuando se tenga un amplio conocimiento del manejo agronómico y las condiciones del terreno.

Profundidad de muestreo

Para fines agrícolas el muestreo de suelos regularmente se acota a la capa arable: de 0 a 30 cm de profundidad; Sin embargo, en lugares donde los suelos son delgados la profundidad suele ser menor, entonces debe indicarse en la profundidad hasta donde fue posible efectuar el muestreo.

Número de muestras

Las muestras de suelo con fines de diagnóstico de la fertilidad y biodiversidad son generalmente compuestas, es decir, conformadas a partir de varias sub muestras simples. A mayor número de sub muestras mayor precisión y exactitud en los resultados. De acuerdo con Swenson *et al.* (1984), la exactitud indica cuan cercano está el valor del análisis de suelo del contenido real del campo, y la precisión describe la reproducibilidad de los resultados. Tanto la precisión como la exactitud están determinadas por el número de sub muestras tomadas en el campo. Los procedimientos con muestreos de altos niveles de precisión y exactitud garantizan una muestra compuesta que representa el campo y cuyos resultados son reproducibles consistentemente cuando se vuelve a muestrear el sitio.

Para el objetivo de este proyecto se requiere de un mínimo de 10 sub muestras por muestra compuesta para obtener una muestra representativa de un área relativamente homogénea con fines de diagnóstico de la fertilidad y biodiversidad, que debe ser perfectamente homogenizada, la cual representará la condición promedio de una superficie determinada de terreno en el momento que fue colectada. Si bien, puede parecer complicado efectuar este trabajo en el campo, es claro que la obtención de una muestra de suelo no debe contener menos de 10 sub muestras.

Herramientas y materiales para el muestreo

Las herramientas para el muestreo de suelos deben cumplir con dos condiciones:

- 1) que adquiera una muestra uniforme de suelo desde la superficie hasta la profundidad deseada.
- 2) que se obtenga la misma cantidad de suelo en cada extracción, de manera que al finalizar la recolección se obtenga una muestra representativa sin anomalías para una mayor confiabilidad y criterio del resultado.

Los materiales que deben considerarse para el muestreo de suelos en campo se listan a continuación

- Mapa de la finca o de la zona a muestrear: de esta forma permite la ubicación de los puntos a muestrear, así como de las herramientas.
- Las barrenas están diseñadas especialmente para este propósito, preferentemente de acero inoxidable para evitar la contaminación de la muestra de suelo por hierro. Si este elemento no fuera requerido dentro del análisis químico, entonces no es necesario que el barreno sea de este material. Si no se cuenta con una barrena y se cuenta con suelos livianos o suaves, puede utilizarse un tubo de PVC y obtener fácilmente muestras uniformes y simétricas.

En suelos endurecidos puede utilizarse una pala, de preferencia recta, y tratar de obtener en lo posible bocados simétricos, cuidando que la proporción de suelo que se considera como muestra sea aproximadamente la misma en cada profundidad.

- Machete o cuchillo: en el caso de que el terreno presente alta población de arvenses, que limite o dificulte la entrada de la pala o barrena.
- Balde: es necesario para la mezcla homogénea de las submuestras.
- Marcadores, lápiz: elementos que permite una correcta identificación de las muestras recolectadas, se recomienda para el llenado de la hoja técnica el lápiz ya que si hay humedad no se difunde la información de los datos de la muestra si se utiliza el marcador normalmente se hace en el exterior de la bolsa ya que se fija mejor en la rotulación de la bolsa.

- Bolsas: elemento que sirve para el depósito de la muestra y para diligenciar los datos de la muestra con su respectiva identificación.

Las herramientas deben estar perfectamente limpias (**Figura 3**) ya que si están sucias o en mal estado pueden ocasionar problemas de contaminación. Herramientas oxidadas aportan abundantes óxidos de hierro que contaminan las muestras y puede detectarse en el laboratorio y sobreestimar la concentración de hierro (Fe), y reportar un diagnóstico equivocado, lo que implica un grave error.



Figura 3. Herramientas para muestreo de suelo

Obtención de la muestra de suelo en campos agrícolas

El método de muestreo a utilizar es cualquier de los métodos antes mencionados considerando obtener 10 sub muestras, este muestreo se realiza con el propósito de abarcar la totalidad de la parcela y que todas las unidades o elementos tengan la misma probabilidad de ser incluidos para finalmente obtener la mayor representatividad y uniformidad dentro de una parcela.

Cuando el terreno sea mayor de 10 ha este se debe subdividir en áreas uniformes para la toma de muestras.

Se recomienda no tomar muestras en los sitios cercanos de las orillas del predio. Las muestras se deben tomar en sitios de 10 a 20 m de las orillas.

Limpieza del área a muestrear

Este paso es importante para el muestreo en procedimiento en barrena como en pala, lo cual se debe limpiar la superficie del suelo para remover hierbas o residuos del cultivo anterior (**Figura 4**)



Figura 4. Limpieza de la superficie del punto a muestrear

Procedimiento de muestreo con barrena

Se clava la barrena en el suelo y se gira hasta llegar a la profundidad de 30 cm, para sacar la barrena con el suelo se debe girar en sentido contrario y así extraer la sub muestra. (**Figura 5**).



Figura 5. Extracción de las submuestras de suelo por medio de barrena.

Colocar la sub muestra de suelo en el balde (**Figura 6**) y repetir esta operación en cada uno de los nueve puntos, siguiendo las indicaciones del muestreo predefinido.



Figura 6. Colocación de la sub muestra en el balde

Procedimiento de muestreo con pala

Este método es el más sencillo y práctico, por lo que los técnicos o productores lo pueden realizar rápidamente. El proceso es el siguiente:

Una vez limpia el área a muestrear se marca la pala (de preferencia usar una pala recta) 30 cm y se clava haciendo un hueco en forma de “V” del ancho de la pala (**Figura 7**).

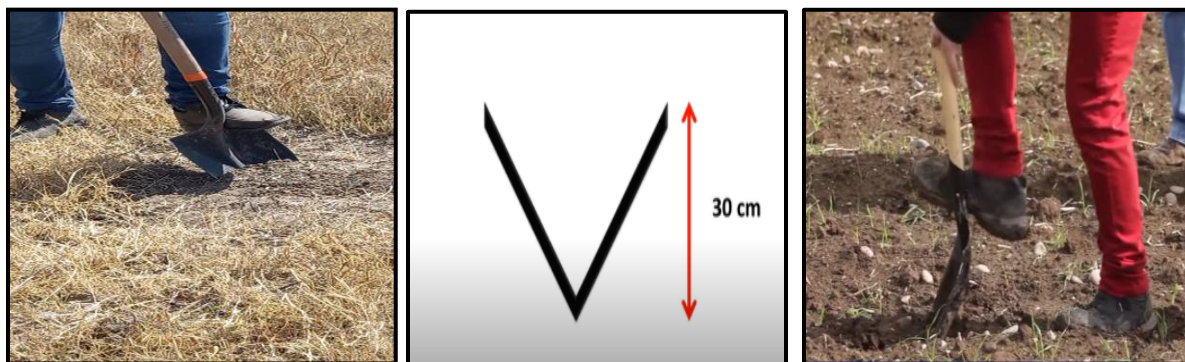


Figura 7. Procedimiento de extracción de las submuestras de suelo con pala

Se saca la muestra de suelo y se retira las partes de los lados de 2 a 3 cm y se deposita en un balde plástico (**Figura 8**) (éste debe estar limpio de impurezas tales como restos de fertilizante, cal, estiércol, cemento etc.). Se repite esta operación en cada uno de los nueve puntos, siguiendo las indicaciones del muestreo predefinido.



Figura 8. Extracción de las submuestras, descartando los bordes y depositándola en el balde.

Muestreo en suelos forestales

Para fines de recolección de muestras en suelos forestales para el proyecto: **“Estimación de la biodiversidad de micro y macro organismos del suelo, en los módulos de intercambio de conocimiento e innovación en 23 regiones de México”**.

Para la realización de muestreo forestales primero se remueve la hojarasca, y se empieza a escavar ya sea por el procedimiento de barrena o pala.

De cada submuestras se tomarán dos 0-10 eliminando la hojarasca y la de 10 -30 cm dentro de cada predio, con las que se formó una muestra compuesta. (**Figura 9**)



Figura 9. Procedimiento de extracción de suelos forestales.

Éstas se mezclarán y se obtendrá una muestra compuesta por cada profundidad, las cuales se colocarán en bolsas de plástico con su respectiva hoja técnica.

Homogenización de las sub muestras

Las sub muestras recolectadas en el balde tanto del procedimiento de barreno y de pala se deben mezclar perfectamente y eliminar piedras y terrones. Posteriormente la muestra compuesta se debe extender y dividir en cuatro partes (cuarteo) para obtener una muestra de alrededor de 1.5 kg de suelo y depositarla en una bolsa de plástico donde se llenará la hoja técnica y está deberá ser depositada en una bolsa de plástico e introducirla dentro de la muestra de suelo, esta deberá ir bien sellada. (**Figura 10**)



Figura 10. Homogenización y etiquetado de la muestra.

Densidad aparente

La densidad aparente del suelo puede determinarse en el laboratorio a partir la misma muestra obtenida con fines de diagnóstico de fertilidad y biodiversidad; sin embargo, la determinación tiene mayor precisión si se efectúa directamente en el campo partir de un volumen de una muestra de suelo lo más rápido posible, para ello el método del cilindro es lo más adecuado. Se trata de obtener una masa de suelo a partir de un volumen conocido y debe determinarse la humedad de la muestra en el laboratorio mediante la siguiente ecuación:

$$humedad = \frac{\text{peso de campo} - \text{peso seco}}{\text{peso seco}} \times 100$$

Para determinar el peso seco la muestra debe pesarse previamente y secarse en una estufa de aire forzado a 100°C durante 24 hrs. Posteriormente registrar nuevamente el peso de la muestra.



Figura 11. Barreno de cilindro para recolección de muestras para densidad aparente.

Existen barrenas de cilindro adecuadas para esta evaluación en campo (**Figura 11**); sin embargo, puede usarse cualquier cilindro de volumen conocido, a profundidad de 0 a 30 cm para efectuar la evaluación. La ecuación para calcular la densidad aparente es la siguiente:

$$\text{Densidad aparente} = \frac{\text{Peso seco de suelo}}{\text{Volumen del cilindro}}$$

Se reporta la humedad volumétrica del suelo al momento de recolectar la muestra. Este parámetro físico del suelo proporciona una medida cuantitativa del grado de compactación. Además, sirve de base para calcular la reserva de elementos que se obtienen en el análisis químico de suelos.

Secado

Si las muestras no se pueden trasladar inmediatamente al laboratorio, es recomendable secarlas en un lugar a la sombra y temperatura ambiente. Se extienden en una charola o cartón y una vez secas reembolsar y enviar al laboratorio. El objetivo del secado inmediato de las muestras de suelo es detener la actividad microbiana, la respiración del suelo y evitar que germinen semillas, todo cual causa una alteración en las mismas.

Precauciones con la muestra

1. Revisar que las herramientas se encuentren en buen estado antes de ir a muestrear.
2. No tomar las muestras en orillas de caminos, cercos, bebederos, dormideros, antiguas construcciones, zonas de vertientes hídricas o de drenajes.
3. Si la muestra es recolectada en época lluviosa, con una humedad superior a la capacidad de campo, y las posibilidades de transportarlas al laboratorio son mayores a 24 horas, es recomendable secar al aire libre bajo sombra y después embolsarla libre de raíces y trasladarla al laboratorio. La finalidad es evitar la exudación dentro de la bolsa; la cual puede afectar la composición gaseosa y alterar las poblaciones microbianas de la muestra, evitando una alteración química.
4. No se debe empacar o envolver las muestras en papel, en especial papel periódico, ya que los residuos de este material pueden alterar el resultado del análisis.

5. Depositar la muestra en la bolsa plástica, amarrar el extremo sacando todo el aire posible, pegar la etiqueta por fuera de la bolsa, depositarla en otra bolsa de plástico (doble bolsa) que permita ubicar la etiqueta entre el plástico, y amarrar nuevamente.
6. El etiquetarlo se puede realizar con un buen marcador permanente del tipo Sharpie.

Hoja técnica para el envío de la muestra de suelo al laboratorio

Al obtener la muestra de suelo y estar plenamente empacada en su respectiva bolsa, ésta debe cumplir con una información específica para ser enviada al laboratorio. El formato debe contener la siguiente información:

HOJA TECNICA DE INFORMACION DE DATOS DE LA MUESTRA DE SUELO	
Fecha de Muestreo:	
Método de Muestreo :	
Muestreo Agrícola o Forestal	
Nombre del técnico:	
Teléfono:	
Correo:	
Estado:	
Localidad:	
Coordenadas (X y Y):	
Nombre del Productor:	
Número de lote o Predio:	
Profundidad de la Muestra (cm)	
Cultivo Anterior:	
Cultivo a Establecer:	

Referencias bibliográficas

FAO. 2021. Estado y tendencias de los recursos de tierras y aguas.
<http://www.fao.org/3/i1688s/i1688s03.pdf>. Fecha de consulta: 13/01/2021.

United States Department of Agriculture (USDA), 1999. Soil Taxonomy: A Basic System of Soil Classification for Making and Interpreting Soil Surveys. Second Edition. pp. 9.

Swenson, L.J., W.C. Dahnke, and D.D. Patterson. 1984. Sampling for soil testing. North Dakota State University, Dept. of Soil Sci., Res. Report No. 8.

