



“Fortalecimiento de las capacidades de incidencia en políticas públicas en SAN de tres organizaciones de pequeños productores que promueven la producción agroecológica y orgánica” DCI-FOOD/2013/317-971



MANUAL

METODOLOGÍAS DE CAMPO PARA DETERMINAR PROFUNDIDAD, DENSIDAD APARENTE, MATERIA ORGANICA, INFILTRACIÓN DEL AGUA, TEXTURA Y pH EN EL SUELO







“Fortalecimiento de las capacidades de incidencia en políticas públicas en SAN de tres organizaciones de pequeños productores que promueven la producción agroecológica y orgánica” DCI-FOOD/2013/317-971



MANUAL

METODOLOGÍAS DE CAMPO PARA DETERMINAR PROFUNDIDAD, DENSIDAD APARENTE, MATERIA ORGANICA, INFILTRACIÓN DEL AGUA, TEXTURA Y pH EN EL SUELO



*“Fortalecimiento de las capacidades de incidencia en políticas públicas en SAN de tres organizaciones de pequeños productores que promueven la producción agroecológica y orgánica”
DCI-FOOD/2013/317-971*

MANUAL

METODOLOGÍAS DE CAMPO PARA DETERMINAR PROFUNDIDAD, DENSIDAD APARENTE, MATERIA ORGANICA, INFILTRACIÓN DEL AGUA, TEXTURA Y pH EN EL SUELO

Ing. Msc. Leonardo José García Centeno

1. Muestreo de suelo, 2. Calidad de suelo, 3. Indicadores de suelo, 4. Evaluación de suelo, 5. Metodologías para suelo.

Managua, Nicaragua, 2017

www.una.edu.ni

www.unag.org.ni

© Todos los derechos reservados

2017

Se permite menciones de la obra siempre y cuando se cite la fuente.

Diagramación: Grupo SEVEN Nicaragua / Kevin Alexander Muñoz Mejía

Impreso en: Grupo SEVEN Nicaragua - grupoxima@me.com

INDICE

I.	INTRODUCCIÓN	9
II.	PROFUNDIDAD DEL SUELO	9
III.	MEDICIÓN DE LA DENSIDAD APARENTE	10
3.1.	Métodos de medición de la densidad aparente	11
A.	Método del cilindro	11
B.	Método del hoyo	15
3.2.	Otros parámetros que se pueden derivar de la medición de la densidad aparente	18
1.	Porcentaje de humedad actual o humedad gravimétrica	18
2.	Humedad volumétrica	19
3.	Porosidad total del suelo	19
4.	Capacidad de retención de humedad (CRH)	20
IV.	MEDICIÓN DE LA INFILTRACIÓN DEL AGUA EN EL SUELO	21
V.	MEDICIÓN DE LA MATERIA ORGÁNICA DEL SUELO	25
VI.	DETERMINACIÓN DE LA CLASE TEXTURAL DEL SUELO	25
VII.	DETERMINACIÓN DEL PH DEL SUELO	27
VIII.	BIBLIOGRAFÍA	29



PRESENTACIÓN

A los suscritos se les ha otorgado el honor de hacer la presentación del manual sobre “*Metodologías de campo para determinar profundidad, densidad aparente, materia orgánica, infiltración del agua, textura y pH en el suelo*”, que es parte de una serie de divulgaciones producto de una ardua, tesonera y atinada faena del maestro en ciencia Leonardo José García Centeno, quien formó parte de un grupo de investigación interdisciplinario y transdisciplinario.

Con el presente manual, el maestro García Centeno contribuyó al trabajo colaborativo, cooperativo y participativo entre la Universidad Nacional Agraria (UNA), el Movimiento de Productores (as) Agroecológicos y Orgánicos de Nicaragua (MAONIC), la Asociación de Técnicos para la Solidaridad y Cooperación Internacional (RE.TE), la Università degli Studi di Torino (UNITO) de Italia, en el marco del proyecto “Fortalecimiento de las capacidades de incidencia en políticas públicas en SAN de tres organizaciones de pequeños productores que promueven la producción agroecológica y orgánica (DCI-FOOD/2013/317-971)”, que fue financiado por la Unión Europea y ejecutado por la Unión Nacional de Agricultores y Ganaderos (UNAG) de Nicaragua a través del Programa de Campesino a Campesino (PCaC).

Las metodologías descritas en el presente manual se implementaron en el marco del proyecto arriba descrito, con el cual se capacitaron a estudiantes y académicos de la Universidad Nacional Agraria (UNA) de Nicaragua, de la Universidad de la Regiones Autónomas de la Costa Caribe de Nicaragua (URACCAN), de la Universidad Estatal de El Salvador (UES) y de la Universidad Nacional de Agricultura (UNA) en Catacamas, Honduras.

La aplicación de las metodologías descritas en el presente manual ha generado información, en nuestro país, para graduar a estudiantes de grado y posgrado de la Universidad Nacional Agraria de Nicaragua, cuyos resultados forman partes de las siguientes publicaciones:

1. “Evaluación agroecológica de dos agroecosistemas con granos básicos en Diriamba y dos en Chinandega, Nicaragua”,
2. “Evaluación agroecológica de dos agroecosistemas con café (*Coffea arábica* L.) en San Ramón y dos en Condega, Nicaragua”,
3. “Evaluación agroecológica de dos agroecosistemas cacaoteros (*Theobroma cacao* L.) en Siuna, Nicaragua”,
4. “Evaluación agroecológica de dos agroecosistemas con ganado bovino en Las Lagunas, Boaco, Nicaragua”.

El propósito de estas cuatro publicaciones es contribuir al primer resultado del proyecto que consiste en: “validados científicamente y difundidos entre los productores, modelos tecnológicos en agroecología para sustentar el trabajo de incidencia”.

Finalmente, consideramos perentorio poner en manos de las asociaciones de productores, organismos no gubernamentales (ONG’s), técnicos y productores, las metodologías descritas en el presente manual, para generar la información, que es fundamental para el rediseño y evaluación de agroecosistemas con enfoque agroecológico.

Francisco Telémaco Talavera Siles
Rector - UNA

Álvaro Fiallos Oyanguren
Presidente - UNAG



I. INTRODUCCIÓN

La calidad del suelo es definida, como la “capacidad de funcionar de un específico tipo de suelo”. Es evaluada midiendo un grupo mínimo de datos de propiedades del suelo para estimar la capacidad de éste para realizar funciones básicas. Por ejemplo mantener la productividad, regular y separar agua y flujo de solutos, filtrar y tamponar contra contaminantes, y almacenar y reciclar nutrientes.

Al medir la calidad del suelo es importante evaluar sus propiedades físicas, químicas y biológicas. No obstante, en este pequeño manual, las propiedades físicas incluidas son profundidad, densidad aparente, contenido de agua, velocidad de drenaje, porosidad, materia orgánica, textura y pH. Por esto, para captar la naturaleza holística de la calidad o salud del suelo, deberán ser medidos todos los parámetros. Sin embargo, no todos los parámetros tienen la misma relevancia para todos los suelos, o situaciones.

Estos parámetros o indicadores, fueron diseñados como instrumento de control para proveer resultados inmediatos y comparar sistemas de manejo, monitorear la calidad del suelo a lo largo del tiempo, y para diagnosticar posibles problemas de la calidad del suelo debidos al uso y manejo de las tierras.

Este manual describe las formas de realizar ensayos seleccionados de campo para evaluar, o indicar el nivel, de una o más funciones del suelo, de manera que pueden ser fácilmente llevados a cabo in situ por personal de campo o por los mismos dueños de las fincas (campesinos, aborígenes e indígenas y productores), para evaluar parámetros físicos relacionados a la calidad de sus suelos.

Los indicadores seleccionados serán usados como un instrumento de análisis para detectar la tendencia o dirección general de la calidad del suelo. Es constatar, si los actuales sistemas de manejo están conservando, mejorando o degradando el suelo. Por ello, se ha elaborado una tabla donde tales indicadores se han categorizados, de manera que puedan ser graficados y mostrar la tendencia de los indicadores de acuerdo al manejo del suelo, y así poder tomar decisiones para su mejora. Esta categorización está basada en rangos, pues son las tendencias las que interesan y no los valores exactos.

II. PROFUNDIDAD DEL SUELO

La profundidad efectiva de un suelo es el espacio en el que las raíces de las plantas pueden penetrar sin mayores obstáculos, con vistas a conseguir el agua y los nutrimentos indispensables. Esta información resulta ser de suma importancia para el crecimiento de las plantas. La mayoría puede penetrar sus raíces más de un metro, si las condiciones del suelo lo permiten. Un suelo debe tener condiciones favorables para recibir, almacenar y hacer aprovechable el agua para las plantas, a una profundidad de por lo menos un metro.

En un suelo profundo, las plantas resisten mejor la sequía, ya que a más profundidad mayor capacidad de retención de humedad. De igual manera, la planta puede usar los nutrimentos almacenados en los horizontes profundos del subsuelo, si éstos están al alcance de las raíces.

La forma de medir la profundidad es muy sencilla, ésta se puede hacer haciendo un hoyo y medir la profundidad efectiva con una cinta métrica.

Otra forma que es también más sencilla, es introduciendo un barreno de colcho o ranura e ir observando los cambios de color y tipo de material, luego se puede medir hasta donde penetra el barreno. De acuerdo al valor que obtengamos, la profundidad se ha clasificado basados en la siguiente tabla.



Figura 1. Hoyo para medir la profundidad efectiva del suelo.



Figura 2. Barrenos para medir la profundidad efectiva del suelo.

Tabla 1. Clasificación de la profundidad efectiva del suelo

PROFUNDIDAD DEL SUELO (cm)	
Muy profundo	> de 150
Profundo	150 - 100
Moderadamente profundo	100 - 50
Superficial	50- 25
Moderadamente Superficial	< de 25

III. MEDICIÓN DE LA DENSIDAD APARENTE

La densidad aparente se define como la masa de suelo por unidad de volumen ($\text{g}\cdot\text{cm}^{-3}$ o $\text{t}\cdot\text{m}^{-3}$). Ésta varía con la textura del suelo y el contenido de materia orgánica. También, puede variar estacionalmente por efecto de labranzas y con la humedad del suelo sobre todo en suelos con arcillas expandibles (Echeverría, et al, 2014).

El método más utilizado para determinarla es el del Cilindro. Una de las desventajas de tomar la muestra con el cilindro, es que el valor puede variar con el tamaño del cilindro, siendo mayor la densidad cuando menor es el tamaño del cilindro, a causa de que no se captan los poros de mayor diámetro. En general, el método presenta poca variación, es fácil de repetir y su determinación es sencilla.

Hay otros métodos que no requieren instrumental complejo como el método de la probeta, que usa la muestra molida y tamizada, o también el método de la parafina con muestras inalteradas tomadas con pala sin usar el cilindro.

La importancia de esta determinación se debe que está muy relacionada con:

1. La velocidad de infiltración del agua en el suelo.
2. La porosidad total del suelo.
3. La capacidad de retención de agua por el suelo.
4. Para calcular la masa de capa arable del suelo.
5. Con la porosidad, se estima el grado de compactación del suelo.
6. Calculo del peso de una capa del suelo
7. Es una forma de evaluar la resistencia del suelo a la elongación de las raíces

3.1. Métodos de medición de la densidad aparente

En el presente manual se describen dos métodos sencillos y no necesitan de mucha inversión para su determinación.

A. Método del cilindro

Los materiales para desarrollar este método son:

1. Tubo de PVC de 2 pulgadas
2. Sierra
3. Un trozo de regla de 4 pulgadas x 1 pulgada
4. Un mazo de madera o martillo
5. Una balanza
6. Horno
7. Cuchillo
8. Palín

Para preparar el cilindro se necesita realizar lo siguiente:

1. Cortar 10 cm del tubo PVC de 2 pulgadas de diámetro
2. Gastar con un cuchillo con filo el borde externo del cilindro para que penetre con facilidad el suelo.
3. Calcular el volumen del cilindro

La fórmula para el cálculo del volumen del cilindro es la siguiente:

$$V = \pi * r^2 * h$$

Dónde:

V = volumen del cilindro en cm^3

$\pi = 3.1416$ (constante)

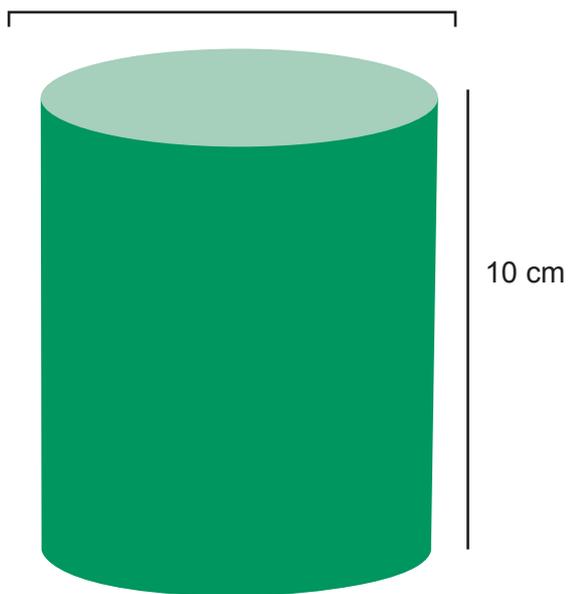
$r^2 =$ radio al cuadrado (cm^2) o (diámetro $\text{cm}/2$)²

h = altura del cilindro (cm)

El radio r es = diámetro/2

EJEMPLO:

* 2 pulgadas de diametro del tubo pvc = 5.08 cm



$$v = 3.1416 * (2.54 \text{ cm})^2 * 10 \text{ cm}$$
$$v = 202.68 \text{ cm}^3$$

Procedimiento para la toma de la muestra y del cálculo de la densidad aparente (D_a)



Figura 3. Limpia del terreno.



Figura 4. Proceso para penetrar el cilindro en el suelo.

1. Limpie de maleza del sitio de muestreo con una pala punta cuadrada.
2. Coloque el cilindro de PVC sobre la superficie de muestreo, previamente liberada de hojarasca, basura y arvenses. El suelo debe estar inalterado
3. Coloque el cilindro en el suelo, ponga la regla sobre el cilindro. Golpear suavemente sobre la regla con el martillo hasta conseguir que el cilindro haya penetrado en el suelo y la regla llegue totalmente a la superficie de éste
4. Con la pala, escarbe alrededor del cilindro y saque el suelo sin perturbarlo. Una vez afuera el cilindro corte con un cuchillo, de manera transversal a cada lado del cilindro (Figura.5).
5. Para utilizar el mismo cilindro en otra toma de muestra, guarde todo el suelo contenido en el cilindro en una bolsa plástica y péselo
6. Póngalo a secar en un Horno a 105°C por 24 horas si es que estaba muy húmedo, entre más seco el suelo, menos tiempo necesita estar en el horno. Una vez seco péselo de nuevo y registre ese dato como peso seco.
7. Realice al menos 4 réplicas para obtener un buen valor del parámetro.
8. Calcule la Densidad aparente (D_a) con la fórmula siguiente:



Figura 5. Sacar el cilindro del suelo.



Figura 6. Suelo del cilindro en una bolsa plástica.



Figura 7. Pesaje del suelo contenido en el cilindro.

$$D_a = \frac{M_{ss} \text{ (g)}}{V \text{ (cm)}^3}$$

Dónde:

D_a = densidad aparente del suelo
 M_{ss} = masa o peso del suelo seco
 V = volumen del cilindro

B. Método del hoyo

Los materiales para este método son:

Una balanza
Horno
Palín
Bolsas de plástico (2)
Balde o cubeta
Probeta o botella graduada

Procedimiento para la toma de la muestra y del cálculo de la densidad aparente (Da)



Figura 8. Hoyo de 20cm*20cm*15cm.



Figura 9. Llène el hoyo con agua.

La densidad aparente es determinada mediante la excavación de un hoyo en el suelo, de 20 cmx20cm x15 cm (figura 8). Se extrae y se pesa el suelo que ocupaba el hoyo para obtener la masa de suelo. Posteriormente, se mide el volumen del hoyo o excavación adicionando agua, que representa el volumen del hoyo que contenía al suelo (Blake y Hartge, 1986).

1. Utilizando un palín pequeño, haga un hoyo con las medidas arriba indicadas, todo el suelo que vaya sacando debe irse guardando en una bolsa plástica.
2. Una vez listo el hoyo, coloque un plástico dentro del hoyo bien acomodado logrando que éste esté bien adherido a las paredes y fondo del hoyo.
3. Adicione agua al hoyo hasta el borde del mismo (figura 9 y 10), registre la cantidad de agua (en litros o mililitros) que adicionó al hoyo.
4. Registre el peso de todo el suelo que sacó del hoyo (en gramos o kilogramos), este peso será húmedo (si el suelo guarda cierta humedad). Tome una muestra de unos 100 gramos del suelo y séquelo por 2 o 3 horas en un horno a 105 °C, calcule la humedad en gramos y réstesela a la masa total de suelo. Ahora tendrá la masa del suelo seco.
5. Para calcular el valor de la densidad aparente proceda con la siguiente fórmula:

$$Da = \frac{M_{ss} \text{ (g)}}{V \text{ (cm}^3\text{)}}$$

Donde:

Da = densidad aparente del suelo (g/cm³) o (kg/l)
 M_{ss} = masa o peso del suelo seco sacado del hoyo
 (g o kg)
 V = volumen de agua gastada en llenar el hoyo
 (ml o l)



Figura 10. Hoyo totalmente lleno de agua.

Ejemplo:

Si al hacer un hoyo y pesamos la tierra contenida en él, y ésta es de 4500 gramos (4.5 kg) y el agua adicionada que medimos para llenarlo totalmente fue de 3800 ml.

Si seguimos la metodología y del suelo húmedo tomamos 100 gramos para meterlo al horno y una vez seco peso 85 gramos, quiere decir que por cada 100 g de suelo hay 15 de agua o es lo mismo 15% de agua del peso, es decir:

Si 100g de suelo ----- 100% del peso del suelo
 Si 15g son de agua _____ X

$$X = (15 \text{ g de agua} * 100 \% \text{ suelo}) / 100 \text{ g suelo}$$

X = 15% es agua

¿Cuál sería la Da del suelo?

Si al peso total le sacamos el 15%, sería 4500 * 0.15 lo que resultaría es que el suelo tiene 675 g de agua, entonces el peso o masa seca sería 4500 - 675 = 3825 g de suelo seco.

Si aplicamos la fórmula para calcular la Da esta sería:

$$Da = \frac{M_{ss} \text{ (g)}}{V \text{ (cm}^3\text{)}} \text{ sustituyendo, } Da = \frac{3825 \text{ (g)}}{3800 \text{ (cm}^3\text{)}} = 1.00 \text{ g/cm}^3 \text{ o } Da = \frac{3.825 \text{ (kg)}}{3.8 \text{ (l)}} = 1.00$$

Si se diera el caso en que aparecieran alguna(s) piedra (s), la Da corregida (Dac) sería:

1. Pesar las piedras (Pp) y restar el peso al peso o masa de suelo seco.
2. Como las piedras ocupan un volumen, éste se determina dividiendo el peso de la piedra entre volumen que ocupa la piedra (Vp).
3. Sabemos que la densidad de todo mineral es casi constante de 2.65 g cm³, siendo así, el Vp = peso de la piedra/ 2.65 g cm³
4. La densidad aparente corregida (Dac) sería:

$$Dac = \frac{Mss \text{ (g)} - Pp \text{ (g)}}{V \text{ (cm}^3\text{)} - Vp \text{ (cm}^3\text{)}}$$

Donde:

Dac = densidad aparente corregida (g/cm³)

V = volumen calculado del hoyo (cm³)

Pp = peso de la piedra (g)

Vp = volumen de la piedra (cm³)

La densidad aparente de los suelos está bastante relacionada con la textura de los mismos. La tabla 2, muestra esta relación general. (Datos tomados de internet).

Tabla.2. Relación textura densidad aparente

Textura del suelo	Densidad aparente (g cm ⁻³)
Arenoso	1.65
Franco Arenoso	1.50
Franco	1.40
Franco - arcilloso	1.35
Franco -- limoso	1.30
Arcilloso	1.25

3.2 Otros parámetros que se pueden derivar de la medición de la densidad aparente

Propiedades físicas como: profundidad de suelo, textura, estructura, porosidad, humedad, permeabilidad y penetrabilidad, son parámetros que permiten evaluar la condición de aireación y drenaje, estrechamente ligada a la capacidad de la planta para tomar agua, oxígeno y nutrientes.

Mediante la aplicación de ciertas fórmulas y la medición de D_a explicada anteriormente, podemos determinar otros parámetros físicos importantes.

1. Porcentaje de humedad actual o humedad gravimétrica

Es el peso de suelo ocupado por el agua. Por ejemplo, si en una muestra de suelo húmedo 14 g son de agua y 65 g son de suelo, la humedad gravimétrica será el resultado de dividir 14 entre 65 y multiplicar por 100, es decir, el 21,5%.

$$Hg \% = \left[\frac{Ma (g)}{Mss (g)} \right] * 100$$

Donde:

Hg = humedad gravimétrica g/g

Ma = masa o peso del agua

Mss = peso o masa de suelo seco

También se calcula de la siguiente manera:

$$H \% = \left[\frac{Msh(g) - Mss(g)}{Mss(g)} \right] * 100$$

Donde:

H% = Humedad actual del suelo

Msh = masa de o peso de suelo húmedo

Mss = masa o peso de suelo seco

2. Humedad volumétrica

Lo más frecuente es calcularla multiplicando la humedad gravimétrica por la densidad aparente (Da) del suelo.

$$H_v = H_g * D_a$$

Donde:

H_v = humedad volumétrica

H_g = humedad gravimétrica

D_a = densidad aparente del suelo

3. Porosidad total del suelo

Con los valores de D_a y D_r se puede calcular el espacio poroso del suelo. Aplicando la fórmula:

$$\% E_p = \left[1 - \frac{(D_a)}{(D_r)} \right] * 100$$

El espacio poroso (E_p) se relaciona con la D_a, si esta disminuye, el % E_p aumenta, éste a su vez se relaciona con la textura, aumentando en el E_p los poros de menor tamaño en la medida que el suelo es más arcilloso y viceversa. Una clasificación del % E_p se presenta en la tabla 3.

Tabla 3. Clasificación de un suelo según su porcentaje de porosidad total. Fuente: Kaurichev (1984)

RANGO	CLASIFICACIÓN	TEXTURA DEL SUELO
> 70	Porosidad excesiva	Arcilloso
55 - 65	Porosidad excelente	Franco arcilloso
50 - 55	Porosidad satisfactoria	Franco
< 50	Porosidad no satisfactoria	Franco limo arenoso
40 - 25	Porosidad deficiente	Arenoso

4. Capacidad de retención de humedad (CRH)

Si la muestra contenida en el cilindro la saturamos de agua (registramos el peso) y la secamos en un horno a 105°C por 24 horas, podríamos saber cuánta agua es capaz de retener ese suelo, pero también tendríamos una medida indirecta de la porosidad total del suelo.

Por diferencia entre el peso saturado y el peso seco, se conoce la cantidad de agua que ocupaba el espacio poroso de la muestra. Esta cantidad está expresada en unidades de peso, y suponiendo que la densidad del agua permanece igual a uno, un gramo de agua es igual a un cm³ de agua. Por lo tanto, la diferencia entre los pesos saturado y seco de las muestras es igual a los cm³ de porosidad total que poseen.

Ejemplo:

Se tomó una muestra en un cilindro cuyo volumen era de 103.22 cm³, el peso húmedo al momento del muestreo fue de 124 g, una vez saturado de agua y dejado escurrir peso 161g. Después de haberse puesto a secar por 24 horas a 105c° el peso seco fue de 98 g. La Dr se asume de 2.65 g cm⁻³. Con los datos se calculó aplicando las fórmulas ya conocidas:

$$\text{Contenido de agua del suelo (g/g): } \frac{\text{Peso del suelo húmedo} - \text{peso del suelo secado en el horno}}{\text{peso del suelo secado en el horno}}$$

$$\text{Densidad aparente del suelo (g / cm}^3\text{): } \frac{\text{peso del suelo secado en el horno}}{\text{Volumen del suelo}}$$

$$\text{Contenido de agua en volumen (g): } \text{Contenido de agua en el suelo (g/g) x densidad aparente (g/cm}^3\text{)}$$

$$\text{Espacio de poros ocupado por agua (\%): } \left[\frac{\text{Contenido de agua en volumen}}{\text{Porosidad total del suelo}} \right] \times 100$$

$$\text{Porosidad total del suelos (\%): } \left[1 - \frac{(\text{densidad aparente del suelo (g/cm}^3\text{)})}{2.65 \text{ (g/cm}^3\text{)}} \right] \times 100$$

$$\text{Da} = 0.95 \text{ g.cm}^{-3}$$

$$\text{Pt} = 64.15 \%$$

$$\% \text{Hg} = 26.53$$

CRH = 161-98 = 63 g. Si asumimos que este volumen de agua ocupa los poros, su valor debería ser muy similar a la porosidad total calculada.

Podríamos también calcular el % de poros que ocupa el agua (%Pw) = 39.29% referido a la humedad en el momento de tomar la muestra. Si la calculamos con la humedad a saturación sería:

$$\% \text{Hg} = 64.29\% \quad \text{Hv} = 64.29 * 0.95 = 61.07 \quad \% \text{Pw} = 95\%$$

Si la Pt = 64.15 y a ésta le restamos la cantidad de agua que ocupan los poros 61.07, la diferencia 3.08 % corresponderían a los poros de aireación. De esto también se puede deducir que el agua está ocupando el 95% del espacio poroso y el 5% el aire. Algunos autores plantean que esto permite dividir la porosidad total en macro y micros poros, el agua retenida después del drenaje es debido a los micros poros, para este ejemplo, el 5% correspondería a macros poros o poros de aireación.

IV. MEDICIÓN DE LA INFILTRACIÓN DEL AGUA EN EL SUELO

El proceso de entrada del agua en el suelo se denomina infiltración y la tasa a la cual ésta ingresa es función del tipo de suelo (suelos arenosos tienen mayor tasa que suelos arcillosos), del contenido de agua y su condición física (agregación y estabilidad de agregados). Esta última variable es muy sensible al manejo del suelo, por lo que la tasa de infiltración suele considerarse como indicador de la calidad del suelo.

Materiales

Un cronometro
Un cilindro de 8 pulgadas de diámetro por 30 cm de alto, que puede ser de PVC o una lata de leche sin fondo
Una bolsa plástica grande
Una tabla de madera
Un martillo
Un balde con agua
Nivel de carpintería

Procedimiento

1. Ponga el cilindro sobre el suelo, presionando hacia abajo y girando hasta que haya profundizado unos 10 cm.
2. Cubra el suelo dentro del cilindro con el plástico (Figura 11).
3. Hechar suavemente el agua dentro del cilindro hasta casi llenarlo, y anote el valor hasta el nivel que alcanzó.
4. Con el nivel, nivelar el cilindro.
5. Quite el plástico y anote cuánta agua se ha infiltrado después de realizar unas tres lecturas con intervalos de 1 minuto, luego puede aumentar los intervalos a 5, 10 ,15, 30 y 45 minutos, hasta que toda el agua se haya infiltrado (Figura 12).
6. Repita el mismo procedimiento en otro sitio para comparar la diferencia en la velocidad de Infiltración entre sitios, pero en las mismas condiciones de pendiente y suelo.
7. Recoja la información en una tabla similar a la de abajo. (Tabla 4).

Nota: Para obtener un buen promedio de infiltración, rellene con agua hasta dos veces más el cilindro de infiltración, o hasta 3 si es necesario.



Figura 11. Cilindro cubierto con plástico

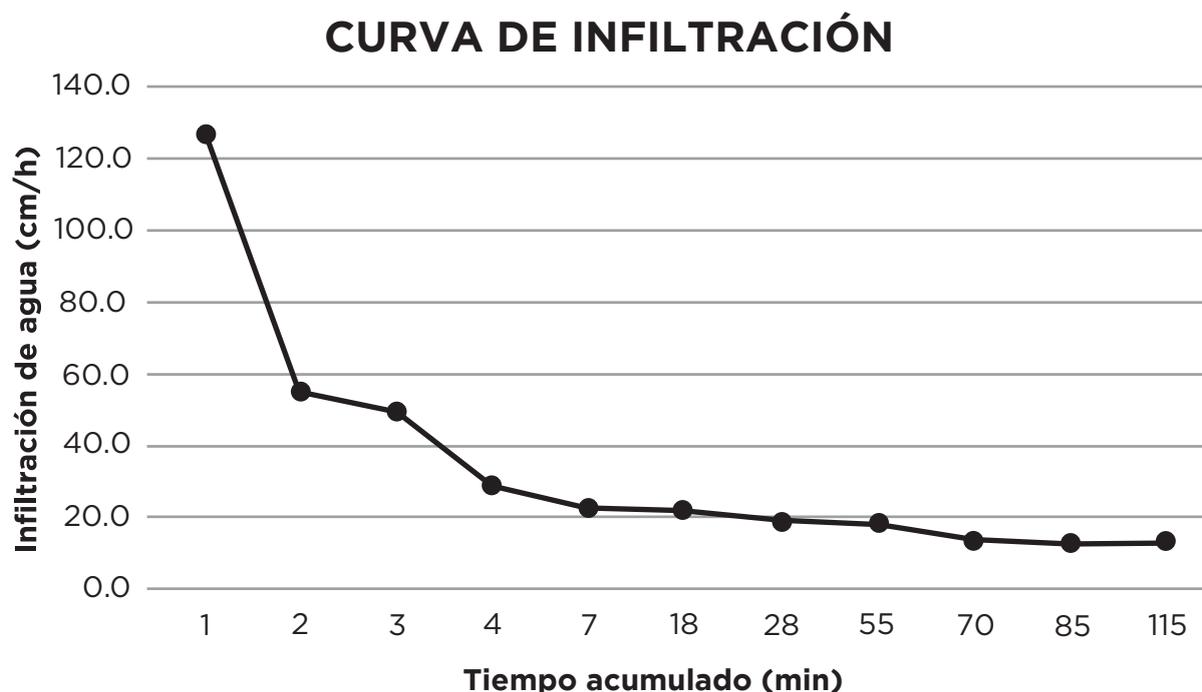


Figura 12. Midiendo el agua infiltrada

Tabla 4. Datos tomados durante la prueba del método propuesto.

Tiempo (min)	Intervalos de Tiempo (min)	Altura (cm)	Diferencial (cm)	Infiltración Acumulada (cm)	Infiltración (cm/min)	Infiltración (cm/h)
1	2	3	4	5	6	7
0	0	30.5	0	0		
1	1	32.6	2.1	2.1	2.10	126.0
2	1	33.5	0.9	3.0	0.90	54.0
3	1	34.3	0.8	3.8	0.80	48.0
5	2	35.2	0.9	4.7	0.45	27.0
7	2	35.9	0.7	5.4	0.35	21.0
18	11	39.7	3.8	9.2	0.35	20.7
28	10	42.6	2.9	12.1	0.29	17.4
55	27	50.0	7.4	19.5	0.27	16.4
70	15	53.0	3.0	22.5	0.20	12.0
85	15	55.8	2.8	25.3	0.19	11.2
115	30		6.0	31.3	0.20	12.0
				PROMEDIOS	0.23	13.8

Graficando los datos (columnas 1 y 7) obtenidos al momento de probar el método propuesto, obtuvimos la curva que se presenta a continuación.



Para construir la gráfica, los datos que se utilizan son:

El tiempo acumulado en el eje de las x (columna 1)

Datos de infiltración (columna 7) cm h^{-1} , o se pueden utilizar los de la columna 6.

Los datos de la columna 2 se obtienen restando el tiempo actual al tiempo anterior (columna 1).

Los de la columna 4 se obtienen restando la altura actual a la altura anterior (datos columna 3) y así sucesivamente.

Los datos de la columna 5 sumando al primer dato, el segundo (columna 4) y así sucesivamente.

Los datos de la columna 6 se obtienen dividiendo cada valor de la columna 4 entre su correspondiente valor en la columna 2 y están expresados en cm/min .

Los valores de la columna 7 se obtienen multiplicando cada valor de la columna 4 por 60, y los valores que se obtienen están expresados en cm/h .

La siguiente tabla, relaciona la velocidad de infiltración con el drenaje del suelo y las características del mismo.

Tabla 5. Relación velocidad de infiltración y drenaje del suelo
Fuente: Echeverría, H.E, et al, 2014.

DRENAJE	VELOCIDAD (CM/Hr)	CARACTERISTICAS
Muy pobremente drenado	0,10 - 0,5	El agua no desaparece por la presencia cerca de la superficie de una napa cercana a ella
Pobremente drenado	0,5 - 2,0	El agua desaparece muy lentamente y el suelo lo permanece mojado durante casi todo el año
Drenaje imperfecto	2,0 - 6,0	El agua desaparece en forma lenta y el suelo está saturado por largos periodos en el año
Moderadamente bien drenado	6,0 - 12,0	El agua desaparece del suelo en forma algo lenta y el suelo se ve saturado por periodos importantes del año
bien drenado	12,0 - 25,0	El agua desaparece del suelo fácilmente pero no tan rápido
Excesivamente drenado	+ 25,0	El agua desaparece tan rápidamente que los suelos presentan un alto riesgo de sequia

La tabla 6 también trata demostrar, la relación que existe entre la velocidad de infiltración (V_i) con la textura de los suelos.

Tabla 6. Relación entre la infiltración, la textura y su clasificación.
Fuente: Echeverría, H.E, et al, 2014.

CLASE	VELOCIDAD (cm/hora)	TEXTURA
Muy lenta	<0,10	Pesadas
Lenta	0,10 - 0,5	Pesadas y moderadamente pesadas
Moderadamente lenta	0,5 - 2,0	Medias a pesadas
Moderada	2,0 - 6,0	Medias
Moderadamente rápida	6,0 - 12,0	Medias a livianas
Rápida	12,0 - 25,0	Moderadamente livianas y livianas
Muy rápida	+ 25,0	Muy livianas

V. MEDICIÓN DE LA MATERIA ORGÁNICA DEL SUELO

La materia orgánica (MO) es un indicador de la calidad del suelo, ya que incide directamente sobre propiedades edáficas, como estructura y disponibilidad de carbono y nitrógeno (Gregorich et al., 1984). Numerosos estudios coinciden en que la MO, es el principal indicador e indudablemente el que posee una influencia más significativa sobre la calidad del suelo y su productividad (Quiroga y Funaro, 2004).

Procedimiento de evaluación de la materia orgánica del suelo

1. Tomar 0.5 gramos de suelo aproximadamente o utilizar una medida volumétrica pequeña.
2. Humedecer la muestra ligeramente.
3. Adicionar aproximadamente 1 ml de agua oxigenada 30%
4. Observar el efecto del agua oxigenada y clasificar de acuerdo a la tabla 7.

Tabla 7. Clasificación de la presencia de materia orgánica en el suelo.

CATEGORÍA	OBSERVACIÓN	PRESENCIA DE MO.
1	No se observa efervescencia, ni se escucha al oído.	Nula
2	No se observa efervescencia, pero se escucha al oído.	Baja
3	Se nota efervescencia claramente.	Media
4	La efervescencia es rápida y sube lentamente.	Alta
5	La efervescencia es rápida y sube rápida.	Muy Alta

VI. DETERMINACIÓN DE LA CLASE TEXTURAL DEL SUELO

El término textura se usa para representar la composición granulométrica del suelo. Cada termino textural se corresponde con una determinada composición cuantitativa de arena, limo y arcilla.

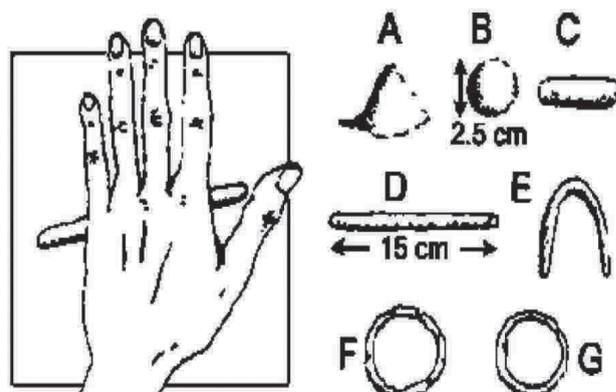
Las determinaciones se refieren a los porcentajes de cada una de las fracciones como:

Arcilla %
Limo %
Arena %

Para su determinación existen métodos de laboratorio y métodos de campo, estos últimos son menos precisos en cuanto a medir los porcentajes de cada fracción, pero permiten de una manera rápida y con mucha aproximación (mayor experiencia, mayor aproximación) la clase textural del suelo.

Procedimiento de la medición:

1. Poner una porción de suelo en la palma de la mano
2. Echarle agua lentamente e ir amasando el suelo.
3. Escurrir y amasar el suelo hasta que se adhiera a la mano.
4. Vaya moldeando el suelo y formando figuras de acuerdo como indica en la figura, dará una idea aproximada de su clase de textura.



- A: Arena: El suelo permanece suelto y en granos simples y puede ser amontonado pero no moldeado.
- B: Franco arenoso: Puede ser moldeado en forma esférica y se desgrana fácilmente; con más sedimentos.
- C: Limoso: Puede ser enrollado en cilindros cortos.
- D: Franco : Partes iguales de arena, sedimentos y arcilla que pueden ser amasadas en una trenza gruesa de 15 cm de largo que se rompe al doblarse.
- E: Franco arcilloso: El suelo puede ser amasado como en D pero puede ser cuidadosamente doblado en U sin romperse.
- F: Arcilla liviana: El suelo es suave y al doblarse en un círculo se agrieta un poco.
- G: Arcilla: Se maneja como plastilina y puede ser doblado en un círculo sin agrietarse.

Como categorizamos los resultados:

1. Si la textura resulta arcillosa
2. Si es arenoso
3. Franco arcillo arenoso
4. Franco arcillo limoso
5. Franco

VII. DETERMINACIÓN DEL pH DEL SUELO

La medición del pH permite conocer el grado de acidez o alcalinidad que tiene el suelo, aunque la medición utilizando la cinta de papel tornasol es menos precisa que cuando se mide con potenciómetro, si la medición se hace cuidadosamente, se puede obtener un valor bastante aproximado, muy rápido y muy útil.

El procedimiento para la medición es el siguiente:

- a) Ponga en un vasito traguero una porción de suelo.
- b) Adicione agua destilada 2.5 veces el volumen de la porción de suelo.
- c) Con una varita de madera agite por dos minutos
- d) Introduzca la cinta de papel para pH y déjelo por unos 30 segundos
- e) Saque el papel y compare el color obtenido con la escala de colores
- f) Clasifique el pH de su suelo

Para categorizar el pH se utiliza lo siguiente

- | | |
|----|-----------|
| 1- | < 5.2 |
| 2- | > 7.5 |
| 3 | 5.3 - 5.9 |
| 4 | 6.6-7.4 |
| 5 | 6.0-6.5 |

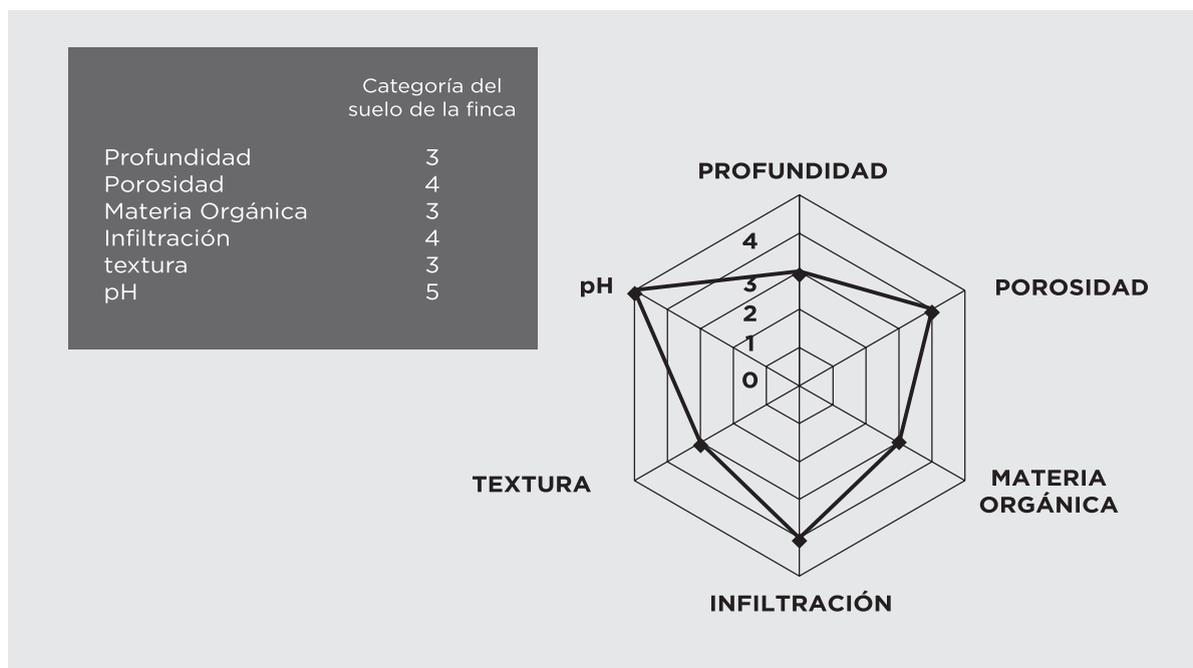
Si el propósito es monitorear ciertas características del suelo que pueden modificarse mediante el manejo y que se puedan evaluar fácilmente, se puede construir una tabla con las siguientes categorías (Tabla 8) y asignarle un valor a cada una, de manera que se puedan representar dichas categorías en un gráfico de ameba o araña.

Dicha representación gráfica permite detectar fácilmente, cuál de estas categorías es la que está limitando más la productividad o eficacia del manejo de nuestro sistema o parcela, y a partir de eso definir la estrategia a seguir para manejar sosteniblemente el recurso suelo de forma holística.

Teniendo categorizadas todas las variables determinadas, se construye una gráfica que tendrá una escala del 1 al 5. En la medida que el valor se aproxime a 5 el parámetro esta en condición ideal y entre más se acerque a 1, la categoría merece más atención y se pueden definir estrategias para su mejora a mediano o largo plazo. Presentamos un ejemplo de una evaluación que se hizo en una finca.

Tabla 8. Categorías de valoración de los parámetros evaluados (Construcción propia)

CATEGORÍA	PARAMETROS DEL SUELO					
	PROFUNDIDAD (cm)	POROSIDAD TOTAL (%)	MATERIA ORGÁNICA	pH	TEXTURA	INFILTRACIÓN (cm/h)
1	<25	>70	Nula	<5.2	Arcillosa	<1.95
2	25-50	<39	Baja	>7.5	Arenosa	>25
3	50-100	51-55	Media	5.3-5.9	Franco arcillo arenoso	12.1-25
4	100-150	55-69	Alta	6.6-7.4	Franco arcillo limoso	2-6
5	>150	40-50	Muy alta	6.0-6.5	Franco	6.1-12



VIII. BIBLIOGRAFÍA

- Núñez, solis. J. Fundamentos de Edafología. Editorial, Universidad estatal a distancia.
<http://www.miliarium.com/Proyectos/SuelosContaminados/EstudioSuelos/Analitica/Analitica.asp>
- Lowery, B., M.A. Arshad, R. Lal, and W. J. Hickey. 1996. Soil water parameters and soil quality. P.143-157.
In: J.W. Doran and A. J. Jones (eds.) Methods for assessing soil quality. Soil Sci. Soc. Am. Spec. Publ. 49.SSSA, Madison, WI.
- Hillel, D. 1982. Introduction to soil physics. 2nd. Ed. Academic Press, London.
- USDA. 1999. Guía para evaluación de la calidad y la salud del suelo. <http://soils.usda.gov/sqi>.
- Echeverria, H.E.; Liliana I. P, Cecilia V., Nicolás W, Nahuel R. C, y Guillermo A. D. 2014. Guía de Trabajos Prácticos de Edafología. Universidad Nacional de Mar del Plata. Facultad de Ciencias Agrarias, Dpto. Edafología Agrícola. Balcarce.
- Kaurichev I. S. (1984). Prácticas de edafología. Primera edición en español. Editorial Mir. Moscú. 280p.
- Gregorich EC, Carter MR, Angers VC, Monreal M y Ellert BH. 1994. Towards a minimum data set to assess soil organic matter quality in agricultural soil. Can J. Soil Sci., 367-385.
- Quiroga A, y D. Funaro. 2004. Materia orgánica. Factores que condicionan su utilización como indicador de calidad en Molisoles, de las Regiones Semiárida y Subhúmeda Pampeana. XIX Congreso Argentino de la Ciencia del Suelo. Actas Pp: 476.







“Fortalecimiento de las capacidades de incidencia en políticas públicas en SAN de tres organizaciones de pequeños productores que promueven la producción agroecológica y orgánica” DCI-FOOD/2013/317-971



www.una.edu.ni

www.unag.org.ni

Managua, Nicaragua, 2017

