



Gobierno de Reconciliación
y Unidad Nacional
El Pueblo, Presidente!

2023
TODOS
JUNTOS
*Vamos
Adelante!*



Por un Desarrollo Agrario
Integral y Sostenible



Consejo Nacional de Universidades



Universidad Abierta en Línea de Nicaragua
¡Únete a Nosotros!

Universidad Nacional Agraria

Diplomado Tecnologías para mejorar la producción y productividad agropecuaria en tecnologías de producción agropecuarias



Módulo II: Tecnologías para la captación de agua y producción agrícola y pecuaria

Tecnología: Calidad de suelo

Facilitador: Ing. Leonardo Garcia Centeno

Abril del 2023

1

Contenido

| | | |
|--------------|--|-----------|
| I. | INTRODUCCIÓN | 3 |
| II. | MEDICION DE LA PROFUNDIDAD DEL SUELO | 4 |
| III. | MEDICION DE LA DENSIDAD APARENTE..... | 5 |
| 3.1. | Método del cilindro..... | 5 |
| IV. | PROCEDIMIENTO PARA LA TOMA DE LA MUESTRA Y DEL CÁLCULO DE LA DENSIDAD APARENTE (Da) 7 | |
| 4.1. | Estimación del espacio poroso del suelo o porosidad total del suelo (Ep%) | 9 |
| V. | DETERMINACIÓN DE LA CLASE TEXTURAL DEL SUELO. | 10 |
| 5.1. | Procedimiento de la medición | 10 |
| VI. | DETERMINACIÓN DEL PH DEL SUELO. | 12 |
| 6.1. | El procedimiento para la medición | 12 |
| VII. | Medición de la materia orgánica del suelo. | 13 |
| 7.1. | Procedimiento de evaluación de la materia orgánica del suelo..... | 13 |
| VIII. | MEDICIÓN DE LA INFILTRACIÓN DE AGUA EN EL SUELO (VI). | 13 |
| 8.1. | Procedimiento | 14 |
| IX. | MEDICIÓN DE LA CANTIDAD DE LOMBRICES EN EL SUELO | 15 |
| 9.1. | Procedimiento de medición | 15 |
| X. | CONSIDERACIONES FINALES..... | 18 |
| XII. | GLOSARIO..... | 18 |
| XIII. | LITERATURA CITADA | 19 |

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. El concepto de calidad es funcional, incluye variables que sirven para evaluar la condición del suelo a través de los indicadores de calidad de suelo

Estos indicadores son atributos medibles que revelan la respuesta de la productividad o funcionalidad del suelo al ambiente, e indican si la calidad del suelo mejora, permanece constante o decrece, dan información sobre el efecto del cambio en el uso del suelo y el impacto que tienen las prácticas agrícolas sobre la degradación o su funcionamiento. Al medir la calidad del suelo es importante evaluar sus propiedades físicas, químicas y biológicas

Una opción es usar pocos indicadores, pero representativos, por ello se ha propuesto usar un conjunto mínimo de datos que pueden ser generados en la finca por el mismo productor, con lo cual se ahorra tiempo y dinero.

En este documento se abordan las determinaciones y valoraciones de propiedades físicas como profundidad, densidad aparente, contenido de agua, velocidad de drenaje, porosidad, materia orgánica, textura, pH y presencia de lombrices.

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 y evaluados 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 documento describe las formas de realizar los ensayos de campo seleccionados 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 con el 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. MEDICION DE LA 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, para conseguir el agua y los nutrimentos indispensables. La mayoría de las plantas 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 y los nutrientes para las plantas, a una profundidad de por lo menos un metro.



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 (Figura 1).

Figura 1. Hoyo para medir la profundidad Efectiva del suelo

Otra forma que es también más sencilla es introduciendo un barreno de colcho o ranura (Figura 2) e ir observando los cambios de color y tipo de material, luego se puede medir hasta donde penetra el barreno y encontremos material más grueso.



Figura 2. Barrenos para medir la profundidad efectiva del suelo

De acuerdo con el valor que obtengamos, la profundidad se ha clasificado basados en la siguiente tabla.

Tabla 1. Clasificación de la profundidad efectiva del suelo

| Categoría | Profundidad del suelo (cm) | |
|-----------|----------------------------|-----------|
| 1 | Moderadamente superficial | < de 25 |
| 2 | Superficial | 25 - 50 |
| 3 | Moderadamente profundo | 51-100 |
| 4 | Profundo | 101 - 150 |
| 5 | Muy profundo | > de 150 |

III. MEDICION DE LA DENSIDAD APARENTE

La densidad aparente se define como la masa de suelo por unidad de volumen (g. cm^{-3} o (t.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.

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

- La velocidad de infiltración del agua en el suelo.
- La porosidad total del suelo.
- La capacidad de retención de agua por el suelo.
- Para calcular la masa de capa arable del suelo.
- Con la porosidad, se estima el grado de compactación del suelo.
- Cálculo del peso de una capa del suelo
- Es una forma de evaluar la resistencia del suelo a la elongación de las raíces

3.1. Método del cilindro

Los materiales para desarrollar este método son:



Gobierno de Reconciliación
y Unidad Nacional
El Pueblo, Presidente!



2023
Todos Juntos
Vamos Adelante!



Por un Desarrollo Agrario
Integral y Sostenible



CNU
Consejo Nacional de Universidades



Universidad Abierta en Línea de Nicaragua
Únete a Nosotros!

- Tubo de PVC de 2 pulgadas
- Sierra
- Un trozo de regla de 4 pulgadas x 1 pulgada
- Un mazo de madera o martillo
- Una balanza
- Horno
- Cuchillo
- 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:

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

Donde:

V = volumen del cilindro en cm^3

$\pi = 3.1416$ (constante)

$r^2 =$ radio al cuadrado (cm^2) o (diámetro (cm)/2)²

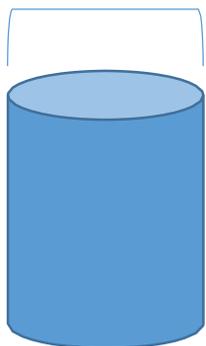
h = altura del cilindro (cm)

el radio "r" es = diámetro/2

Un ejemplo de como se aplica la formula para calcular el volumen se presenta a continuación.

Ejemplo:

2 pulgadas de diámetro del tubo PVC = 6.4516 cm



10 cm altura

$$V = 3.1416 * (2.54 \text{ cm})^2 * 8 \text{ cm}$$

$$V = 162.14 \text{ cm}^3$$

IV. PROCEDIMIENTO PARA LA TOMA DE LA MUESTRA Y DEL CÁLCULO DE LA DENSIDAD APARENTE (Da)



Figura 3. Limpia del terreno.

1. Limpie de maleza del sitio de muestreo con una pala punta cuadrada (Figura. 3).
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 (Figura. 4).



Figura 4. Proceso para penetrar el cilindro en el suelo



Figura 5. Forma de sacar el cilindro

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 (Figura 6) y péselo (Figura 7), luego 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.



Figura 6. Suelo del cilindro en una bolsa plástica

6. realice al menos 4 réplicas para obtener un buen valor del parámetro.



Figura 7. Pesaje del suelo contenido en el cilindro

7. Calcule la Densidad aparente (D_a) con la fórmula siguiente:

$$D_a = \frac{M_{ss}}{V}$$

Donde:

D_a = densidad aparente del suelo (g cm^3)

M_{ss} = masa o peso del suelo seco (g)

V = volumen del cilindro (cm^3)

D_a = densidad aparente del suelo

M_{ss} = masa o peso del suelo seco

V = volumen del cilindro

La densidad aparente de los suelos se relaciona con la textura y otros parámetros de este. La tabla 2 muestra una relación entre la D_a y la textura de los suelos

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 |

4.1. Estimación del espacio poroso del suelo o porosidad total del suelo ($E_p\%$)

El espacio poroso se relaciona con la D_a , si esta disminuye, el % E_p aumenta, este 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. Se calcula por la siguiente fórmula:

$$E_p\% = [1 - (D_a/D_r)] * 100$$

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 |

V. 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.

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.

5.1. 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 hasta lograr algunas de las formas indicadas en la figura 8. La forma final lograda, dará una idea aproximada de su clase de textura.

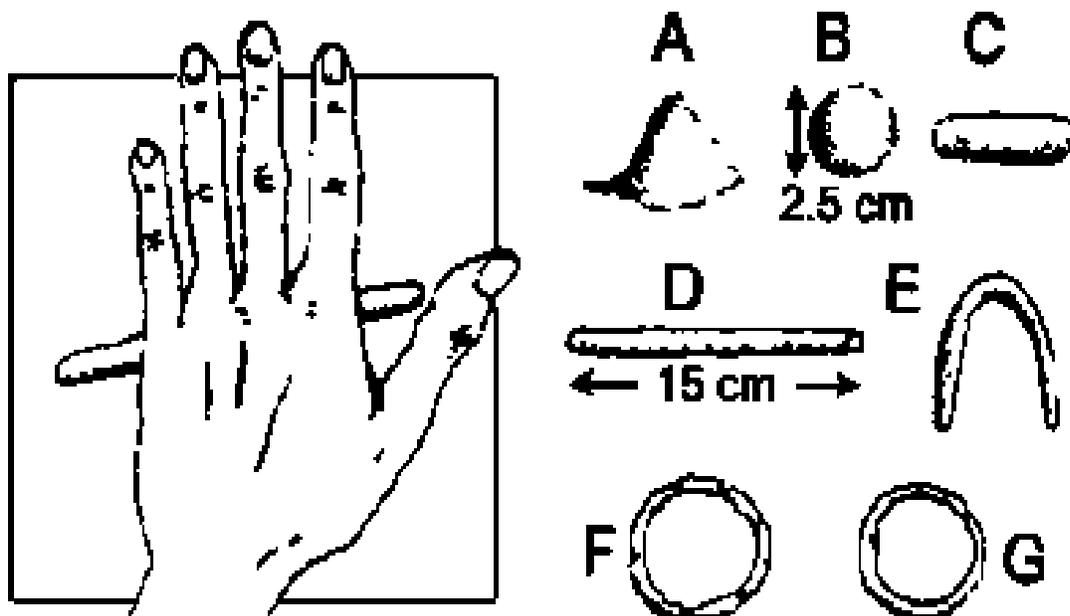


Figura 8. Formas en que se puede moldear el suelo para su clasificación textural

- (A) **Arenoso.** 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) **Arcilloso.** 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

VI. 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 preciso que cuando se mide con potenciómetro, si la medición se hace cuidadosamente, se puede obtener un valor bastante aproximado, muy rápido y útil.

6.1. El procedimiento para la medición:

- a) Ponga en un vasito tragadero una porción de suelo (unos 5 g).
- 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 utilice la tabla 4.

Tabla 4. Escala de categorías de acuerdo con el pH determinado

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

VII. 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).

7.1. Procedimiento de evaluación de la materia orgánica del suelo

- a. Tomar 2 gramos de suelo aproximadamente o utilizar una medida volumétrica pequeña.
- b. Humedecer la muestra ligeramente.
- c. Adicionar aproximadamente 5 ml de agua oxigenada 30%
- d. Observar el efecto del agua oxigenada y clasificar de acuerdo con la tabla 5.

Tabla 5. 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 rápidamente | Muy alta |

VIII. MEDICIÓN DE LA INFILTRACIÓN DE AGUA EN EL SUELO (VI).

El proceso de entrada del agua en el suelo se denomina **infiltración** y la tasa a la cual ésta ingresa depende del tipo de suelo (suelos arenosos es mayor que en 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 o reloj
- Un cilindro de 8 pulgadas de diámetro por 30 cm de alto, que puede ser de PVC.
- Una bolsa plástica grande
- Una regla de madera de 2x1
- Un martillo o mazo
- Un balde con agua
- Nivel de carpintería

8.1. Procedimiento

- a. Ponga el cilindro sobre el suelo, presionando hacia abajo y girando hasta que haya profundizado unos 10 cm.
- b. Con el nivel, nivelar el cilindro.
- c. Cubra el suelo dentro del cilindro con el plástico (Figura 11).
- d. Echar suavemente una cantidad de agua conocida dentro del cilindro hasta casi llenarlo.
- e. Quite el plástico y mida el tiempo en que se infiltra toda el agua.
- f. Repita el procedimiento a partir del inciso c.
- g. Cuando los dos últimos valores de infiltración sean muy similares, el promedio de ambos es la velocidad de infiltración de ese suelo.
- h. Para obtener el valor de VI, divida



Figura 9. Forma de colocar el plástico

Tabla 6. Relación velocidad de infiltración y drenaje del suelo

| Drenaje | Velocidad (cm/hr) | Características |
|----------------------------|-------------------|--|
| 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 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 sequía. |

Fuente: Echeverría, H.E, et al, 2014.

IX. MEDICIÓN DE LA CANTIDAD DE LOMBRICES EN EL SUELO

Las lombrices del suelo son denominadas los ingenieros del ecosistema, y tienen un efecto directo sobre las propiedades físicas y los procesos de humificación y mineralización de la materia orgánica (Lal, 1988; Jones et al., 1994). La macrofauna (lombrices) del suelo puede ser afectada por el impacto que ocasiona la labranza y el uso de insumos químicos, condición que se refleja en la reducción o eliminación de especies y en la disminución de la biomasa de estas poblaciones; dada la susceptibilidad a ser afectada por dichas prácticas, la macrofauna se ha establecido como un indicador de la calidad de los suelos (Feijoo y Knapp, 1998; Wood, 1978).

9.1. Procedimiento de medición

1. Establezca cinco puntos de muestreo por lote o parcela en zigzag como se muestra en la figura 10.
2. Cada hoyo deberá tener 25 cm de ancho por 25 de largo por 30 cm de profundidad (25 x 25 x 30).
3. El contenido extraído de cada hoyo debe ponerse sobre un plástico, desbaratarse cuidadosamente y extraer las lombrices que se encuentren.
4. Cuente el número total de lombrices encontradas, divídala entre el número de hoyos y multiplique el resultado por 16, como se indica en la siguiente formula.

$$Lomb (m2) = \frac{\text{Total de lombrices encontradas}}{\# \text{ de hoyos}} \times 16$$

Tabla 10. Categorización del contenido de lombrices por metro cuadrado.

| Categorías | Lombrices (m ²) |
|------------|-----------------------------|
| 1 | Menos de 16 |
| 2 | 16 a 32 |
| 3 | 33 a 64 |
| 4 | 65 a 99 |
| 5 | Más de 99 |

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 de las variables evaluadas (Tabla 11) y asignarle un valor a cada una, de manera que se puedan representar dichas categorías en un gráfico de ameba o araña.

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

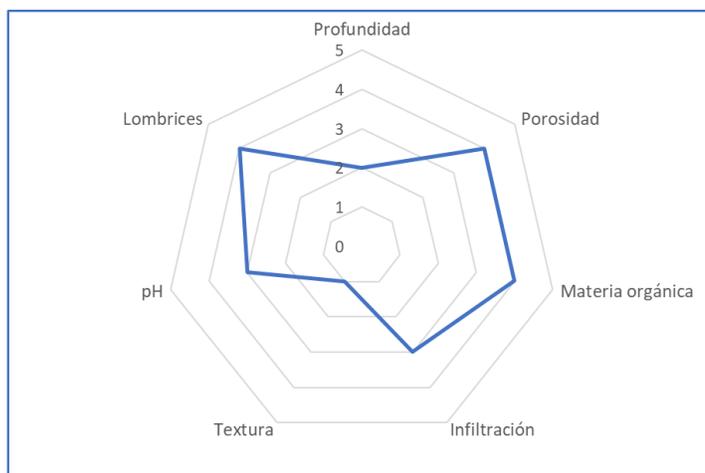
| Categoría | Parámetros del suelo | | | | | | |
|-----------|----------------------|---------------------|------------------|-----------|------------------------|-----------------------|--------------|
| | Profundidad (cm) | Porosidad total (%) | Materia orgánica | pH | Textura | Infiltración (cm / h) | N° Lombrices |
| 1 | < 25 | >66 | Nula | < 5.2 | Arcillosa | <2.0 | < 16 |
| 2 | 25-50 | < 40 | Baja | > 7.5 | Arenoso | > 25 | 16 a 32 |
| 3 | 50 - 100 | 41 - 49 | Media | 5.3 - 5.9 | Franco arcillo arenoso | 2 - 6 | 33 a 64 |
| 4 | 100-150 | 55 - 65 | Alta | 6.6-7.4 | Franco arcillo limoso | 12 - 25 | 65 a 99 |
| 5 | > 150 | 50 - 54 | Muy alta | 6.0-6.5 | Franco | 6 - 12 | > 99 |

Dicha representación gráfica permite reconocer fácilmente, cuál de estos parámetros es el que está limitando la calidad, productividad o eficacia del manejo que implementamos en 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 está 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.

Se realizó una evaluación de una parcela, habiendo categorizado cada variable medida, en una hoja Excel, se construyó el siguiente gráfico de araña.

| Finca Agroecológica | Siuna |
|---------------------|--------------|
| Los laureles | Cacao 8 años |
| Profundidad | 2 |
| Porosidad | 4 |
| Materia orgánica | 4 |
| Infiltración | 3 |
| Textura | 1 |
| pH | 3 |
| Lombrices | 4 |



La gráfica muestra que las mayores limitantes en esa parcela es la textura (1) y la profundidad (2), esto trae como consecuencia también problemas con la infiltración del agua (3). Quizás esa haya sido una de las razones por la que en esa parcela (que es parte de un agroecosistema) se haya designado para establecer cultivos perennes como cacao y de esa manera mejorar la profundidad a largo plazo.

La hoja Excel digital que se anexa, permite hacer los cálculos y hacer la gráfica automáticamente.



X. CONSIDERACIONES FINALES

La buena aplicación de la tecnología permite fácilmente evaluar, comparar y reconocer que factores son los limitantes en nuestra parcela, permite definir con confianza las estrategias a seguir para mejorar nuestra parcela mediante el manejo planificado, permita además a mediano corto y mediano plazo, evaluar el impacto de las medidas o prácticas que se habían definido para mejorarla.

XI. PREGUNTAS ORIENTADORAS

- ¿Son los materiales por utilizar, fáciles de conseguir?
- ¿Les parece fácil la determinación de cada parámetro?
- ¿Les resulta fácil el uso de la hoja digital de Excel para hacer la gráfica?
- ¿Les permite la gráfica determinar cuál o cuáles son los parámetros más limitantes de sus suelos?
- ¿Les permite la tecnología evaluar la calidad de sus suelos?

XII. GLOSARIO

pH del suelo:

Es el estado de acidez o alcalinidad que tiene el suelo.

Materia Orgánica:

Es todo material conformado por compuestos orgánicos que provienen de los restos de organismos que alguna vez estuvieron vivos, tales como plantas, animales y sus productos de residuo en el ambiente natural.

Infiltración del agua:

Es el proceso por el cual el agua en la superficie de la tierra entra en el suelo. La tasa de infiltración es una medida de la tasa a la cual el suelo es capaz de absorber la precipitación o irrigación. Se mide en pulgadas por hora o milímetros por hora.

Textura del suelo:

La textura indica el contenido relativo de partículas de diferente tamaño, como la arena, el limo y la arcilla, en el suelo. Se expresa en porcentaje

XIII. LITERATURA CITADA

Echeverría, 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.

Feijoo, A. y E. Knapp. 1998. El papel de los macroinvertebrados como indicadores de fertilidad y perturbación de suelos de ladera. Suelos Ecuatoriales 28: 254-259.

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.

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.

Jones, C., J. Lawton, and M. Shachak, 1994. Organisms as ecosystem engineers. Oikos 69: 373-386.

Kaurichev I. S. (1984). Prácticas de edafología. Primera edición en español. Editorial Mir. Moscú. 280p.

Lal, R. 1988. Effects of Macrofauna on soil properties in tropical systems. Agriculture, Ecosystems and Environment 24(1-3): 101-116.

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.

Núñez, solis. J. Fundamentos de Edafología. Editorial, Universidad estatal a distancia. <http://www.miliarium.com/Proyectos/SuelosContaminados/EstudioSuelos/Analitica/Analitica.a> sp.

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.

Servicio de conservación de Recursos Naturales. Departamento de Agricultura de los estados unidos. <http://soils.usda.gov/sqi>.