

MANUAL DE TOMA Y ANÁLISIS DE MUESTRAS DE SUELO EN EL SECTOR PORCÍCOLA





Calle 37 No 16 - 52 Bogotá - Colombia
PBX: (1) 248 67 77 FAX: (1) 312 50 18

www.porkcolombia.co

PorkColombia - Fondo Nacional De La Porcicultura
Programa de sostenibilidad ambiental y responsabilidad social empresarial

Validación

Carlos Alberto Maya Calle
Presidente ejecutivo

Patricia Martínez

Vicepresidenta ejecutiva

Kimberly Castañeda

Jefe de comunicaciones

Dirección y guión

Jose Fernando Naranjo Rativa MVZ, M.Sc.
Director área técnica

Maria Rodríguez Galindo

Coordinador de gestión ambiental

Zulay Tafur

Profesional de suelos

Diseño e ilustración

Valaquia

2016

ISBN 978-958-59135-2-3



Asociación
porkcolombia[®]
FONDO NACIONAL DE LA PORCICULTURA

Calle 37 No 16 - 52 Bogotá - Colombia
PBX: (1) 248 67 77 FAX: (1) 312 50 18

www.porkcolombia.co

Presentación

Porcicultor, la mayor riqueza que el hombre posee es el suelo ya que este sostiene la producción de alimentos tanto para animales como para el hombre; por lo tanto, el suelo debe manejarse correctamente para que las plantas aprovechen al máximo los recursos que este está en capacidad de ofrecerles produciendo mejores cosechas.

Con el objetivo de fomentar y apoyar la actividad porcícola asociada al sector porcícola, PorkColombia - Fondo Nacional de la Porcicultura ha desarrollado el **Manual de toma y análisis de muestras de suelo en el sector porcícola**, para resolver inquietudes de cómo se forma el suelo, de qué está compuesto, cómo se reconoce un suelo fértil, qué es un análisis de suelos, cómo interpretarlo, preguntas que son frecuentes y de interés para hacer de la actividad agrícola, una actividad eficiente y efectiva no solo desde el punto de vista económico, sino también desde el punto de vista del manejo de los recursos y aprovechamiento adecuado de subproductos como la porcínaza.

Esperamos que los conocimientos aquí reunidos sean de gran utilidad y aplicación en el manejo de los suelos destinados a la producción de sus cultivos.

Contenido

	Página
1. ¿Qué es el suelo y cuál es su importancia?	5
1.1 La formación de los suelos	5
1.2 Composición del suelo	7
1.2.1 Componente Líquido	7
1.2.2 Componente Gaseoso	7
1.2.3 Componente Sólido	7
1.3 El Perfil del Suelo	8
2. Propiedades de los suelos	9
2.1 Propiedades físicas	9
2.2 Propiedades químicas	9
3. Toma y envío de muestras de suelo	12
3.1 Alistamiento de herramientas	13
3.2 Época de muestreo	14
3.4 ¿Qué es una muestra de suelo?	15
3.5 ¿Dónde tomar la muestra?	15
3.6 ¿Cuántas muestras tomar?	16
3.7 ¿Cómo marcar las muestras?	16
3.8 ¿Que cuidados debo tomar cuando tomo una muestra de suelo?	18
4. Interpretación del análisis de fertilidad de suelos	25
4.1 Algunas consideraciones iniciales	25
4.1.1 Como se detectan las deficiencias nutricionales en un cultivo	25
4.1.2 La importancia de la experiencia local y el laboratorio adecuado	26
4.2 Nutrientes contemplados en el analisis quimico de suelos	27
4.2.1 Macronutrientes	27
4.2.2 Micronutrientes	27
4.2.3 Otros factores	27
Anexos	35
Glosario	37
Bibliografía	38

Listado de ilustraciones

- Ilustración 1 Horizontes del suelo.
- Ilustración 2 Herramientas para el muestreo de suelos.
- Ilustración 3 Formas de muestreo de suelos.
- Ilustración 4 Ubicación de lotes en la granja de Don Pedro.

Listado de tablas

- Tabla 1 propiedades físicas de suelo.
- Tabla 2 propiedades químicas de suelo.
- Tabla 3 Frecuencia de monitoreo de suelos en función del tipo de cultivo.

Listado de anexos

- Anexo 1 Niveles críticos de los elementos para interpretar análisis químico de suelos:
- Anexo 2 Rangos para interpretar otros parámetros de análisis químico de suelos:



Conociendo el suelo...

1. ¿Qué es el suelo y cuál es su importancia?

Desde el punto de vista agrícola el suelo es el medio natural para el crecimiento de las plantas (FAO, 2016); de allí su importancia, ya que la mayoría de los alimentos y materiales que utiliza el hombre para su bienestar y comodidad extraídos de las plantas, se deben gracias al aporte en sostenimiento y fertilidad que ofrece el suelo.

1.1 La formación de los suelos

Usted seguramente ha visto que los suelos se acaban o alteran, pero se ha preguntado ¿cómo se forma el suelo?

Los suelos se clasifican en 2 categorías: suelos minerales y suelos orgánicos.

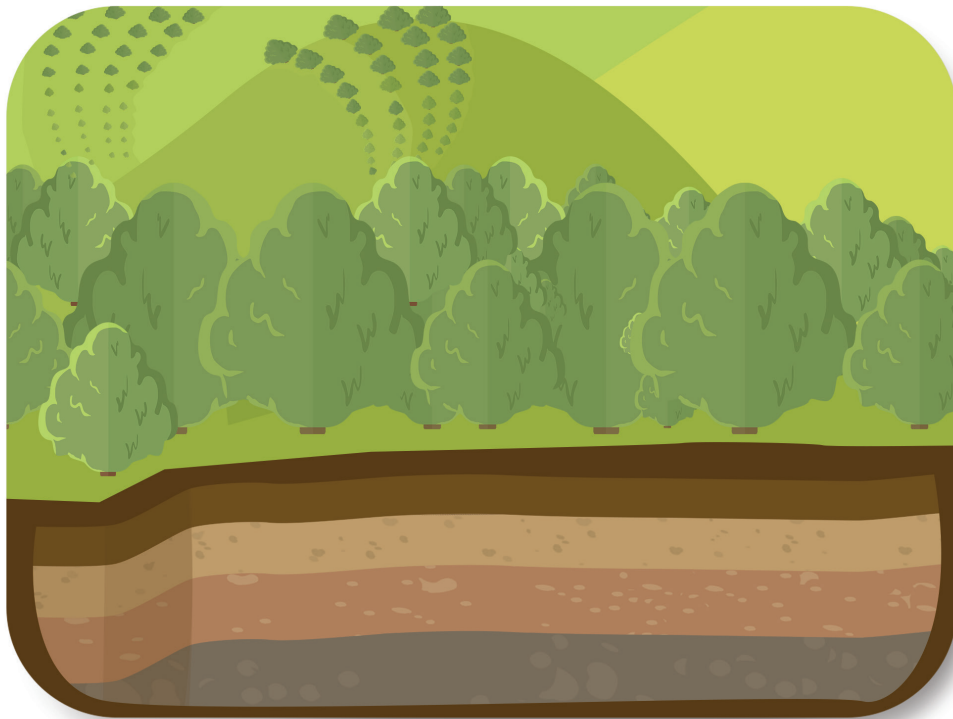
Suelos minerales

En suelos minerales el proceso de formación del suelo es muy lento y en el intervienen varios factores; inicialmente las rocas que conforman la corteza terrestre se ven afectadas por el clima, los cambios de temperatura y la presencia de agua, agrietándose poco a poco y siendo arrastradas por la lluvia y el viento; posteriormente sobre ellas aparecen pequeñas plantas y musgos, los cuales cuando mueren se incorporan sobre las grietas como materia orgánica algo acida, ayudando al proceso de multiplicación de organismos, que a su vez despedazan, transforman la vegetación y los animales que mueren, facilitando el reciclaje de minerales en el suelo y enriqueciéndolo. (FAO, 1996)

Un suelo enriquecido tiene mejor estructura y porosidad, lo cual permite que crezcan plantas grandes, proporcionen alimento y sombra a otras plantas, animales y el hombre.

Suelos orgánicos

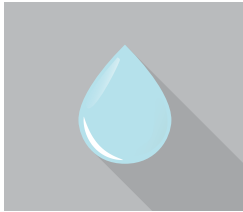
Los suelos orgánicos se forman gracias a la descomposición y acumulación gradual de material vegetal y animales; para incluir un suelo en esta categoría debe cumplir con alguna de las siguientes características: a) más de la mitad de los 80 cm superiores sean orgánicos, b) se encuentre materia orgánica de cualquier espesor directamente sobre la roca madre. (FAO, s.f)



En promedio, un centímetro de suelo puede necesitar cientos de miles de años para formarse.

1.2 Composición del suelo

El suelo está constituido por tres grandes componentes: componente líquido representado por el agua, componente gaseoso representado por el aire y componente sólido representado por los minerales y la materia orgánica en diferentes proporciones; se dice que un suelo ideal es aquel que debe contener un 25 % de agua, 25% de aire, 45% de minerales y 5% de materia orgánica. (Insuasti & Burbano, 2013)



1.2.1 Componente Líquido

Hace referencia al agua del suelo, en ella se disuelven las sustancias sólidas para que las raíces las tomen en forma de nutrientes y las plantas puedan alimentarse y producir sus cosechas; el agua que no utilizan las plantas, queda retenida en el suelo para ser tomada por las raíces en época de sequía, sin embargo esta sometida a constantes procesos de evaporación.



1.2.2 Componente Gaseoso

Hace referencia al aire, el cual es indispensable en el suelo, sin él mueren las raíces de las plantas y los pequeños animales que viven allí, porque no pueden respirar.



1.2.3 Componente Sólido

Esta compuesta por: -Residuos de cosechas, estiércol de los animales, cascajos y piedras; todas estas sustancias son importantes, porque cuando se descomponen o mineralizan, sirven de alimento y soporte a las plantas.

1.3 El Perfil del Suelo

Se conoce como perfil de suelo a una sucesión de capas o estratos dentro de él, los cuales se forman a medida que las rocas se desintegran y sobre ellas se acumulan residuos vegetales y animales; estas capas reciben el nombre de horizontes.

Los horizontes se pueden observar y distinguir mejor en los cortes de las carreteras, o al hacer un hoyo en la tierra. En algunas de estas capas, observaremos piedras, raíces, lombrices y otros microorganismos.

Los horizontes tienen diferentes colores, tamaños y técnicamente se clasifican en horizonte A, B y C. El horizonte A es la capa más superior, generalmente tiene alto contenido de materia orgánica y es más oscuro que el suelo subyacente; el horizonte B es más grueso que el A, tiene una porosidad menor dificultando el drenaje interno del agua, la penetración de las raíces y la circulación del aire; por su lado el horizonte C está conformado por el material parental del suelo, es decir rocas fragmentadas y erosionadas.

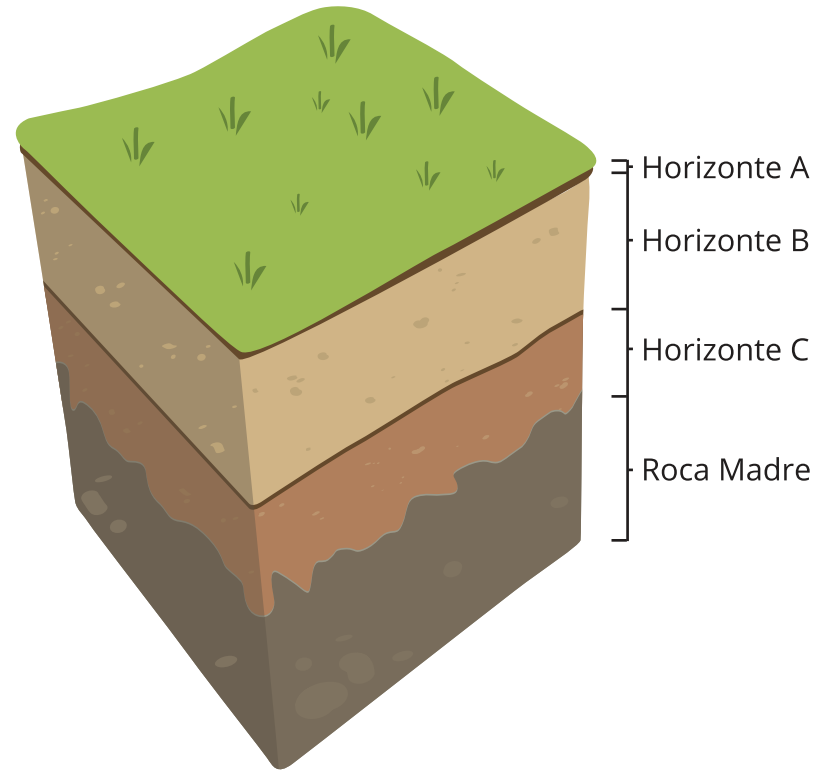


Ilustración 1 Horizontes del suelo.

2. Propiedades de los suelos

Señor porcicultor los suelos tiene características o propiedades que lo diferencian a unos de otros y les confiere un potencial específico de producción. Es así como los laboratorios de suelos del país a través de los análisis que realizan, suministran información de las propiedades físicas, químicas y biológicas que componen un suelo; es importante conocer un poco sobre ellas y su relación con el desarrollo de las plantas, veamos:



2.1 Propiedades físicas

Son las características que describen la apariencia de un suelo y son perceptibles a nuestros sentidos. (Insuasti & Burbano, 2013)

Entre las propiedades físicas analizadas están: color, textura, estructura, infiltración, porosidad, densidad; la tabla 1 muestra las características principales que reúne cada uno de los factores mencionados.



2.2 Propiedades químicas

Las propiedades químicas de los suelos se relacionan con el comportamiento de los elementos que lo conforman; entre las características más representativas se encuentran: pH, capacidad de intercambio catiónico, materia orgánica, conductividad eléctrica y fertilidad, la tabla 2 hace mención a los factores señalados.

Tabla 1. Propiedades físicas de suelo

Factor	Definición	Características
Color	<p>Son determinados por el material sólido que compone el suelo y en algunos casos puede indicar algunas condiciones y características del suelo como lo es la presencia de materia orgánica, o la presencia de suelos encharcados.</p>	<ul style="list-style-type: none"> ■ Los suelos de color oscuro pueden ser resultado el material rocoso que origino el suelo o se pueden asociar a la presencia de materia orgánica. ■ Los suelos de colores rojizos y amarillentos asociados a la presencia de hierro y poco contenido de materia orgánica. ■ Los suelos de colores blanquecinos asociados a acumulación de carbonatos. ■ Los suelos de colores grises y manchados de verde y azul que indican ser suelos muy gredosos o arcillosos y que se encharcan con mucha facilidad. (Ilustración 2)
Textura	<p>Indica la cantidad de arenas, limos y arcillas presentes en un suelo; la textura se relaciona con la cantidad de agua y aire que puede retener un suelo, la facilidad con la que el agua lo penetra y atraviesa, así como con la facilidad para trabajarlo (mecanización).</p> <p>Existen otras texturas, las cuales son intermedias entre los limos, arenas y arcillas; su denominación se puede ubicar fácilmente con ayuda de un triángulo de texturas, en función del tipo de textura predominante.</p>	<ul style="list-style-type: none"> ■ Arenas: Son todos aquellos suelos donde predomina el porcentaje de arena referente al de limo y arcillas, arenas que son fácilmente perceptibles al tacto; estos suelos generalmente son de poca fertilidad, no se encharcan y son de fácil laboriosidad. ■ Arcillas: Son aquellos suelos donde predomina el contenido de arcilla, generalmente su mecanización representa trabajo, se encharcan y en cuanto a temas de fertilidad son ricos en nutrientes. ■ Franco: Son suelos que poseen arenas, limos y arcillas en proporciones relativamente iguales, son considerados como ideales para el sector agropecuario, puesto que son fáciles para realizar las labores de mecanización y presentan buena fertilidad.
Estructura	<p>Hace referencia a la forma en que se encuentran organizadas las partículas y/o agregados del suelo; esta propiedad se determina en campo mediante el método de observación directa. (Insuasti & Burbano, 2013); un suelo con buena estructura permite una buena circulación del agua, aire, etc.</p>	<ul style="list-style-type: none"> ■ Algunas estructuras son: blocosa, granular, laminar y columnar.
Porosidad	<p>Es la cantidad de espacios vacíos de diferentes tamaños que se encuentran en el suelo; estos espacios pueden llenarse de agua y de aire influyendo en la actividad biológica del mismo.</p>	
Infiltración	<p>Es la velocidad de penetración del agua dentro del suelo, la cual está directamente relacionada con la porosidad, la textura y la estructura. Es importante porque del agua depende la vida de los cultivos y la presencia de los organismos del suelo. (Insuasti & Burbano, 2013)</p>	
Densidad	<p>Es la relación que existe entre la masa del suelo y el volumen que ocupa.</p>	<ul style="list-style-type: none"> ■ Densidad aparente: involucra la porosidad del suelo y es un indicador del grado de compactación del mismo. ■ Densidad real: tiene en cuenta la masa de los diferentes minerales que conforman el suelo con relación al volumen que ocupan, sin incluir el volumen de los poros. (Insuasti & Burbano, 2013)

Tabla 2. Propiedades químicas de suelo

Factor	Definición	Características
pH	El pH en suelos mide su grado de acidez o basicidad; su valor oscila entre 3.5 y 9.5 siendo 7 un valor que indica neutralidad, es decir un suelo con valores de pH inferiores a 7 son considerados suelos ácidos y en el caso que los valores de pH sean superiores a 7 se consideran suelos alcalinos o básicos.	Este factor guarda una estrecha relación con la disponibilidad de nutrientes para las plantas en el suelo, por ejemplo en suelos con pH ácido la disponibilidad de fósforo disminuye y en suelos con pH básico la disponibilidad de micronutrientes disminuye. (ilustración 5)
Capacidad de intercambio catiónico (C.I.C)	Representa la cantidad de cationes que un suelo puede retener.	Un suelo con bajo CIC indica que retiene pocos nutrientes, entre estos están los suelos arenosos o con poca materia orgánica; caso contrario se presenta en suelos con alta CIC, los cuales si presentan alta retención de nutrientes y generalmente son suelos con buen contenido de materia orgánica o de arcillas; los cationes más retenidos son: aluminio, calcio, magnesio, potasio y sodio.
Materia Orgánica (M.O.)	Es el resultado de la descomposición de los seres vivos y de la actividad de los microorganismos, originando el humus.	Su característica coloidal le permite retener nutrientes y agua, así como influir en factores como la acidez del suelo; permite que se mejoren otras propiedades del suelo como son: aireación, estructura y a su vez influye en los ciclos del nitrógeno, fósforo y azufre, entre otros. (Ilustración 7)
Conductividad Eléctrica (C.E.)	Representa la cantidad de sales solubles disueltas en el suelo.	Registros altos de CE pueden indicar la posibilidad de un efecto tóxico en las plantas según el tipo de ion que se encuentre en alta concentración y de igual forma se puede asociar a efectos de deshidratación.
Fertilidad	Es la capacidad de un suelo de brindar agua y nutrientes esenciales a las plantas para su desarrollo; la fertilidad está conformada por características físicas (textura, estructura, etc.), químicas (CIC, pH, etc.) y biológicas (actividad de los microorganismos).	

3. Toma y envío de muestras de suelo

Para comenzar es conveniente saber que el muestreo de suelos es la etapa más importante en el análisis de los mismos.

Las muestras de suelos se toman con el fin de enviarlas al laboratorio de suelos para que por medio de un análisis se determinen las características y propiedades agronómicas que posee.

Estos análisis permiten determinar la cantidad y el número de veces que se debe facilitar nutrientes al terreno, así como la necesidad de hacer obras de drenaje o la implementación de sistemas de riego.

Cuando usted envía estas muestras al laboratorio y según los resultados que se tengan, proceda a consultar con el ingeniero agrónomo de la zona.

Es importante que usted realice adecuadamente el muestreo de suelos con el fin de conseguir unos datos confiables que permitan elaborar el o los planes de fertilización con porcinoza en función de las necesidades de sus cultivos y el tipo de suelo que posee en su granja.

Con las recomendaciones que le sean aportadas y una dedicada aplicación de las mismas, usted podrá resolver los problemas sobre el manejo de los suelos en su granja.

RECUERDE:

Las muestras deben tomarlas y enviarlas al laboratorio por lo menos tres meses antes de la siembra de sus cultivos, antes de iniciar la implementación de un plan de fertilización con porcinoza y anualmente como seguimiento y ajuste del mismo.

“SI LA MUESTRA ESTÁ BIEN TOMADA, VAMOS A TENER BUENOS RESULTADOS CON LOS ANÁLISIS DE SUELO (FÍSICA Y QUÍMICA).”

3.1 Alistamiento de herramientas:

Amigo porcicultor para la toma de una muestra de suelos, usted necesita las siguientes herramientas:



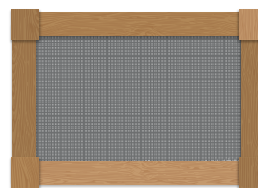
Una pala



Un barretón



Un machete o peinilla



Un tamiz o zaranda fina



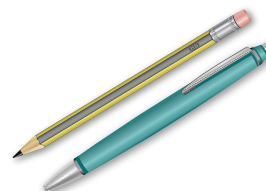
Bolsas plásticas de un kilo (1Kg)

Muestra de suelos.			
Datos del productor:			
Nombre del propietario:			
Dirección:			
Correo electrónico:			
Número telefónico:			
Datos de la granja o predio:			
Cosechamiento:			
Municipio:			
Actividad económica:			
Motivos del análisis:			
Diagnóstico		Ajuste fertilización	
Detalles del lote:			
Topografía:		No:	
Planicie		Loma suave	
Loma fuerte		Loma fuerte	
Productividad (ton/ha):		Baja (10-200)	
Media (300)		Media (300)	
Orografía:		Bueno	
Regular		Malo	
Manejo de residuos:		Incorporados	
Quema in situ		Retirados	
Información de siembras:			
Cultivo anterior:		Rendimiento:	
Cultivo presente:		Leyenda:	
Presencia de cobertura:		Si	
No		Cuant	
Observaciones:			

Rótulos para marcar bolsas



Hojas o formularios para enviar por cada muestra de suelo a laboratorio.



Lápiz o esfero para marcar los rótulos de las muestras.



Un balde plástico

Ilustración 2 Herramientas para el muestreo de suelos.

El empleo de herramientas depende de las condiciones del suelo y del grado de humedad; así, en un suelo suelto o blando se utiliza la pala y en un suelo compacto y húmedo debe usarse preferiblemente el barretón o sacabocados; el balde se utiliza para transportar las submuestras del campo al lugar de empaque y preparación de la muestra que se enviara a laboratorio.

Recuerde emplear herramientas totalmente limpias mas aun cuando va a tomar muestreos de diferentes lotes, realizando limpieza de las mismas cuando se pase de una zona a la otra

3.2 Época de muestreo

Se recomienda realizar el muestreo 2 ó 3 meses antes de la siembra o trasplante de un cultivo; así, se cuenta con suficiente tiempo para obtener los resultados, interpretarlos, elaborar las recomendaciones y comprar los abonos y las enmiendas.

Ahora bien, para el caso pertinente de la fertilización de los cultivos con porcinoza, se recomienda cierta frecuencia de monitoreo, como:

Tabla 3. Frecuencia de monitoreo en función del tipo de cultivo.

Fuente: (Osorio, s.f.)

Tipo de cultivo	Frecuencia de monitoreo	Observaciones
Perennes	Anual	Realizar muestreo 2 meses antes de la cosecha, en floración.
Pastos	Anual	Realizar muestreo luego de hacer pastoreo.
Cultivos tecnificados	Semestral - Anual	Realizar muestreo luego de cada cosecha.
Cultivos tecnificados	Antes de cada establecimiento	Realizar muestreo 3 meses antes de la cosecha, en floración.

3.4 ¿Qué es una muestra de suelo?

Es una mezcla representativa de varias sub muestras de suelo que se toman en distintas partes o zonas de un lote o área de estudio.

3.5 ¿Dónde tomar la muestra?

Lo primero que se debe hacer es la identificación de las áreas de la finca que tengan características similares de topografía, como áreas con pendiente, áreas planas, áreas onduladas.

Luego en cada área se debe separar por lotes según exista cambio de textura, cambio de color, cambio de profundidad efectiva, y donde se manejen planes de fertilización distintos, así como áreas con presencia o no de encharcamiento.



Ilustración 4.
Ubicación de lotes en la granja de Don Pedro.

Fuente: Google maps, 2016.

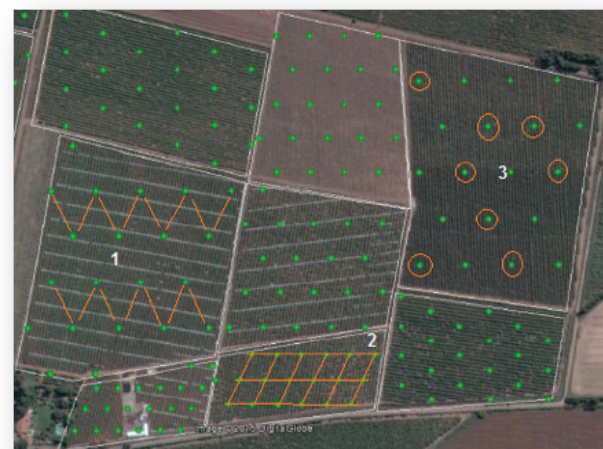


Ilustración 3.
Formas de muestreo de suelos:
1) en zigzag, 2) en cuadrícula, 3) al azar.

Fuente: Google maps, 2016.

3.6 ¿Cuántas muestras tomar?

Teóricamente se sugiere que por cada 10 hectáreas se deben tomar alrededor de 25 sub muestras cada una de 1Kg aproximadamente, mezclarlas y de allí tomar una muestra compuesta, la cual se enviara a laboratorio; a continuación se muestra la cantidad de muestras a tomar en función del área del lote.

Área de lote (ha)	Cantidad de sub muestras	Área de lote (ha)	Cantidad de sub muestras
1	3	6	15
2	5	7	18
3	8	8	20
4	10	9	23
5	13	10	25

3.7 ¿Cómo marcar las muestras?

La identificación o el rotulado de las muestras de suelo es importante, ya que esta aporta información sobre las condiciones de paisaje, clima, manejo agronómico, entre otros factores que influyen en las características químicas y físicas del suelo y las cuales se manifiestan en los resultados de laboratorio.

Por ejemplo, no es igual el manejo que se da a un suelo que presenta un pH ácido, cuando este es un suelo mineral o cuando este es un suelo orgánico.

“SEÑOR PORCICULTOR RECUERDE QUE LAS BOLSAS DE PAPEL DEBE MARCARLAS CON UNA ETIQUETA QUE APORTE INFORMACION SOBRE LA GRANJA Y EL LOTE MUESTREADO, LO IDEAL ES UNO POR MUESTRA, DEBE DE IR EN UN LUGAR VISIBLE”.

Los datos básicos que debe llevar la etiqueta o rotulo de las muestras de suelo son:

- Nombre del propietario y/o administrador de la granja
 - Correo electrónico
 - Teléfono
 - Departamento
 - Municipio
 - Vereda
 - Corregimiento
 - Finca y/o Granja
 - Dirección
 - Teléfono
 - Fecha de recolección de la muestra
 - Número de lote
 - Cultivo
 - Tiempo de establecimiento del cultivo.
 - Topografía de lote: Plano, ondulado o pendiente
 - Drenaje
 - Profundidad efectiva
 - Fertilización o enmiendas aplicadas.
- Si la muestra proviene de un lote de pastos, es importante suministrar el tiempo de siembra del mismo y los animales que allí pastorean, anote cualquier otro comentario que usted considere importante.

Muestra de suelos				
Datos del productor				
Nombre del propietario				
Dirección				
Correo electrónico				
Número telefónico				
Datos de la granja o predio				
Departamento				
Municipio				
Actividad económica				
Motivo de análisis		Siembra	Ajuste fertilización	
Detalles del lote				
Topografía	Plana	Loma suave	Loma fuerte	N.
Profundidad (cm)	Menos de 60	Entre 60-100	Más de 100	
Drenaje	Buenos	Regular	Malo	
Manejo de residuos	Incorporados	Quemado en el lote o no	Retirados	
Información de siembras				
Cultivo anterior		Rendimiento		
Cultivo próximo		Variedad		
Presencia de cobertura	Si	No	Cuál	
Observaciones:				

Fuente: Asoporcultores, 2016

3.8 ¿Qué cuidados debo tomar cuando tomo una muestra de suelo?

Se debe evitar comer, manipular productos (cal, fertilizantes, cemento, etc.) lo anterior para evitar contaminar la muestra y obtener resultados equivocados.

Así mismo, no tome muestras cerca de caminos, canales, viviendas, linderos, establos, unidades de producción porcícola, saladeros, tanques estercoleros, lugares de compostaje, estanque o lugares donde se almacene productos químicos, materiales orgánicos, o en lugares donde hubo quemas recientes.

De igual manera evite tomar sub muestras de “parches” o áreas pequeñas que difieren del resto del lote, ejemplo suelos con mal drenaje o muy mojados.

Lávese bien las manos antes de hacer el muestreo y evite fumar durante el muestreo ya que puede caer ceniza en la muestra y afectar los resultados.

No utilice bolsas o costales donde se hayan empacado productos químicos, fertilizantes, cal o plaguicidas, ni residuos de comida o grasa; para el empaque de la muestra utilice una bolsa resistente y totalmente limpia.

No tome muestras de un solo sitio del terreno, en lo posible cumpla con el rango de 15 – 20 sub muestras por cada 10 hectáreas.


Si por costo no puede hacer el análisis de todos los lotes en los que usted dividió su finca para hacer el análisis de suelos, tómeme muestra a aquellos lotes que quiera mejorar primero.

Es importante conservar una copia de la información que acompaña a la muestra y del análisis de los suelos, junto con el rendimiento de la cosecha y las aplicaciones de fertilizantes; esta información mostrara los posibles efectos de cada uno de los planes de fertilización y servirá como un historial de cada uno de los lotes de interés de la granja.


“Señor productor, a continuación presentamos a usted el paso a paso de la metodología para la correcta toma de muestras de suelo, acompañemos a Don Pedro en el ejercicio de esta actividad:”.

Un día en la finca “El progreso”


Paso a paso de la toma de muestras de suelo



Un día cualquiera en la finca El Progreso, Don Pedro estaba pensativo...




Quiero muestrear algunos suelos de mi finca.
¿Cómo podré hacer eso?




Buenos días, Don Pedro.
Lo noto pensativo, ¿qué le inquieta?

Hola Cristina, es verdad, algo me tiene pensativo




Quiero muestrear algunos suelos de mi finca, pero no sé cómo hacerlo

Tranquilo Don Pedro, PorkColombia desarrolló un manual para que nosotros los poricultores conozcamos cómo hacer un muestreo de suelos. Déjeme lo invito a conocerlo




Don Pedro, lo primero que se debe hacer es identificar las zonas o áreas de muestreo y tener las herramientas que se nombran aquí

Muy útil, Cristina




Para eso necesitaré un mapa de mi finca y mis herramientas: pala, balde, machete, bolsas plásticas, barreno y lo demás que dice el manual




Sí Don Pedro, también es necesario que tenga en cuenta las condiciones del terreno a muestrear

Y ¿Cuáles son esas condiciones?



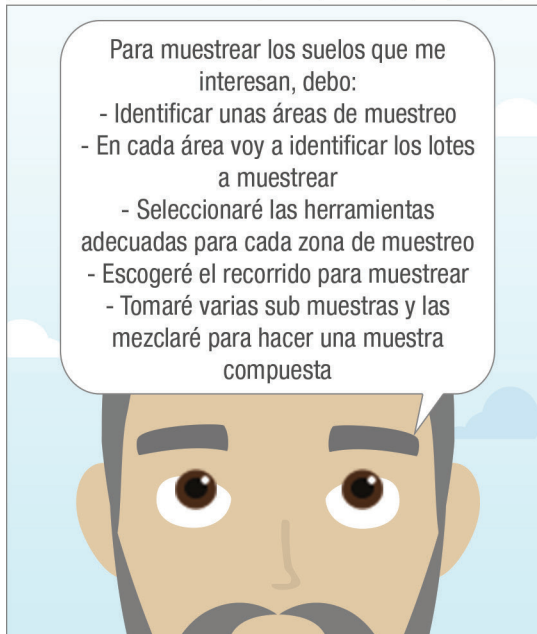
¿Qué lotes está interesado en muestrear?


Me interesa el lote de café y donde tengo los terneros más pequeños, es decir el lote I, porque en ese lote quiero sembrar maíz



Don Pedro, en el manual dice que si es un lote de pastos, se puede hacer con una pala, haciendo un hueco en forma de V

¿Y si es un cultivo ya establecido como el de café?







Procuraré sólo quitar la cobertura del suelo, sin cavar muy profundo




Ahora, cavaré un hueco de 15cm de profundidad y le daré forma de V




Ahora, con el hueco en forma de V, voy a sacar una tajada de una de las paredes con un grosor de 3 cm aproximadamente



Debo procurar que la tajada que se saque salga lo más entera posible



Cortaré los bordes a lo largo de la tajada, dejando la parte central de la misma, y la llevaré a un balde



Ya tengo mi primera muestra de suelo. Ahora seguiré muestreando los otros puntos



Las dos muestras que tomé a este árbol, serán la sub-muestra del primer punto



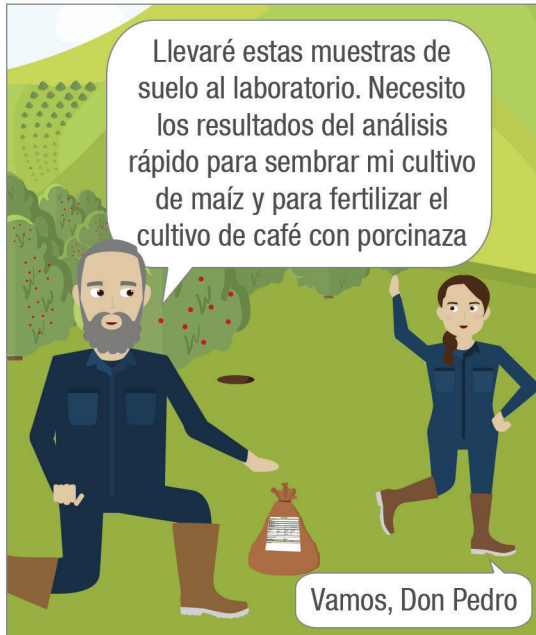
Don Pedro, ya que se encuentra muestreando su cultivo de café, voy a ayudarlo



Estoy mezclando las sub-muestras, para empaquetar la muestra que llevaré al laboratorio



Tomemos 1Kg de la mezcla y empaquémosla en la bolsa marcada



Llevaré estas muestras de suelo al laboratorio. Necesito los resultados del análisis rápido para sembrar mi cultivo de maíz y para fertilizar el cultivo de café con porcinoza

Vamos, Don Pedro



Tiempo después...

¡Y llegaron los resultados!

Continuará

4. Interpretación del análisis de fertilidad de suelos

Los análisis de fertilidad de suelos, permiten realizar recomendaciones sobre las necesidades nutricionales del cultivo que usted desee establecer o ajustar, de la correcta interpretación se aseguran los mayores rendimientos posibles de su cultivo; así pues señor porcicultor, a continuación detallamos las características de los factores relacionados en los análisis de química de suelos y por último ayudamos a Don Pedro, con la recomendación final sobre el plan de fertilización a seguir para un cultivo de maíz.

Entre las ventajas de la realización frecuente de análisis de suelos están:

- a) Indica el contenido de nutrientes que tiene los suelos
- b) Permite saber la clase y cantidad de fertilizantes u otras sustancias necesarias para que la planta lo aproveche de la mejor manera.
- c) Facilita hacer mejores planes de fertilización para el uso y explotación de las tierras.
- d) Permite el ahorro de dinero, aumento de las cosechas y la obtención de mayores ganancias.

4.1 Algunas consideraciones iniciales:

4.1.1 Cómo se detectan las deficiencias nutricionales en un cultivo:

Inspección visual del cultivo: permite ver deficiencias críticas muy acentuadas sin embargo a veces los síntomas observados pueden ser confusos y no se identifica fácilmente el elemento causante de la deficiencia.

Análisis de suelo: determina los niveles de nutriente del suelo así como otras características.

Análisis de tejido vegetal: determina los niveles de nutrientes en los tejidos de las plantas; permitiendo detectar posibles deficiencias no encontradas en los análisis del suelo.

4.1.2 La importancia de la experiencia local y el laboratorio adecuado:

El análisis de suelos, junto con la estrecha familiaridad del productor con su cultivo y las condiciones del terreno de su granja, son el punto de partida para preguntarse ¿cuánto fertilizante hay que aplicar?

Lo primero a tener presente es que los diferentes cultivos absorben del suelo cantidades diferentes de nutrientes. Por lo tanto, saber los requerimientos nutricionales de cada especie es esencial. Por lo general, un mayor nivel de fertilización, ofrece rendimientos más altos, pero sólo hasta un cierto punto, más allá de eso, la adición de fertilizantes no va a aumentar el rendimiento e incluso se puede reducir a consecuencia de la acumulación de sales en la zona radicular.

De allí la necesidad de realizar el análisis de suelos de manera regular, consultar el ingeniero agrónomo de la zona y llevar las muestras de suelos a laboratorios de confianza.

Se recomienda realizar esta clase de análisis en laboratorios registrados ante el ICA, los mismos darán una descripción de cada nutriente (indicando si su nivel es demasiado alto, demasiado bajo o adecuado) e incluso recomendaciones de fertilización. Sin embargo algo importante es que no se debe tomar estas recomendaciones como "instrucciones". Recuerde que nadie conoce su cultivo mejor que usted, usted es el mejor juez de las necesidades de su cultivo y sus condiciones específicas.

A continuación de manera general se realiza una descripción de algunos valores reportados en los análisis de suelos de los nutrientes principales para el desarrollo vegetal y su interpretación, hay que recordar que todos los elementos en el suelo tienen índices de disponibilidad¹, los cuales permiten identificar la presencia de deficiencias o de excesos de estos en el suelo.

1. (Osorio W. , 2015). Manejo de nutrientes en suelos del trópico. Medellín: L. Vieco S.A.S. Recuperado el 04 de Marzo de 2016.

4.2 Nutrientes contemplados en el análisis químico de suelos:

4.2.1 Macronutrientes:

Son los elementos que son de mayor demanda por las plantas para su adecuado desarrollo y funcionamiento. (Ver Tabla 4)

4.2.2 Micronutrientes:

Son minerales que las plantas demandan en pocas cantidades, pero son igualmente importantes y necesarios para el adecuado desarrollo y funcionamiento vegetal, especialmente en la fase productiva.

La disponibilidad de la mayoría de los micronutrientes depende en gran medida del pH; así, a medida que el pH aumenta, la disponibilidad de estos nutrientes disminuye (exceptuando el Molibdeno). (Ver Tabla 5)

4.2.3 Otros factores:

- **Aluminio (Al):**

Ion que junto al hidrogeno (H) presente en el suelo, es el encargado de generar la acidez intercambiable del suelo, una vez este ion pasa a la solución del suelo reacciona con el agua formando hidróxido de aluminio, el cual es toxico para las plantas, cuando el pH del suelo es inferior a 5,5. La determinación de la acidez intercambiable, nos permite tomar decisiones en cuanto al uso de encalamiento. (Castro, 1998)

- **Sodio (Na):**

Este ion actúa como un dispersante del suelo, es decir: separa la M.O. de las partículas de arcilla, limo y arenas, convirtiéndolo en un suelo masivo, perdiendo su capacidad de conducir el agua, de allí la importancia de su determinación, para un adecuado manejo del suelo y la selección de cultivos tolerante a los diferentes niveles de concentración del mismo; un suelo puede registrar valores de Porcentaje de Sodio Intercambiable (PSI) entre 7 a 15

considerándose ligeramente sódico, entre 15 a 20 considerándose medianamente sódico, entre 20 y 30 considerándose fuertemente sódico y mayor a 30 considerándose extremadamente sódico. Fuente: (Castro, 1998).

Tabla 4. Macroelementos

Elemento	Símbolo	Forma en la que lo toman las plantas	Descripción	Funciones en las plantas
Nitrógeno	N	Amoniacal NH_4^+ Nitrato NO_3^-	La fuente de nitrógeno en el suelo es la Materia Orgánica (M.O.), la cual mediante procesos de mineralización realizados por los microorganismos se transforma en compuestos inorgánicos para quedar a disposición de las plantas.	- Favorece el proceso de fotosíntesis. - Aumenta el contenido de proteínas en los frutos.
Fósforo	P	Ión mono fosfato $H_2PO_4^-$ Ión di fosfato HPO_4^-	El fósforo proviene principalmente de los componentes orgánicos del suelo, es importante debido a que es el encargado de transformar en las plantas la energía lumínica en energía química. (Castro, 1998) Este mineral que consumen los cultivos en gran cantidad y permite que las plantas tengan más resistencia a las inclemencias del tiempo, a algunas plagas y enfermedades	- Favorece el proceso de fotosíntesis, respiración y síntesis de carbohidratos. - Estimula el desarrollo de raíces y el crecimiento aéreo de las plantas. - Acelera maduración de frutos y formación de semillas.
Potasio	K	Forma iónica: K^+	El potasio es importante debido a que es el encargado de regular el agua en las plantas, mejorando la tolerancia de las plantas al estrés hídrico. (Smart-fertilizer Management, 2015). El potasio es el segundo mineral de mayor consumo por los cultivos, este a diferencia del nitrógeno y el fósforo es aportado al suelo principalmente de minerales primarios y secundarios, el potasio facilita que las plantas tengan más resistencia al ataque de plagas y enfermedades.	- Activador enzimático. - Incrementa la tolerancia de las plantas a la sequía y a las heladas. - Aumenta el peso de granos y frutos.
Calcio	Ca	Forma iónica: Ca^{+2}	Este es un nutriente esencial para el desarrollo de las plantas, ya que es el encargado de neutralizar el efecto tóxico del aluminio en los suelos ácidos.	- Fortalece la estructura de la pared celular. - Protege las plantas contra estrés térmico y el ataque de enfermedades. - Afecta la calidad de las frutas. - Facilita la asimilación de nutrientes como: N, Mg y K.

MACRO ELEMENTOS

Elemento	Símbolo	Forma en la que lo toman las plantas	Descripción	Funciones en las plantas
Magnesio	Mg	Forma iónica: Mg^{+2}	El magnesio se transporta por las plantas con ayuda del agua gracias a la transpiración.	<p>Ayuda a la formación de azúcares, aceites y grasas; de igual forma transporta el fósforo en las plantas.</p> <p>Influye en la calidad de las frutas, también facilita la asimilación de nutrientes como: P, Ca y K.</p>
Azufre	S	Ión sulfato: $SO_4^{=}$	<p>La M.O. igualmente aporta azufre el cual es mineralizado por las bacterias, plantas como los forrajes, las leguminosas, las crucíferas, cebollas y ajos demandan en gran cantidad este elemento.</p> <p>(Smart-fertilizer management., 2015)</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Importante en la síntesis de aminoácidos, en algunas formas moleculares ayuda a corregir alcalinidad del suelo y acidez. - Ayuda a la formación de clorofila. Esencial en la síntesis de aceites en las plantas. - Ayuda a que los elementos tengan mejor respuesta a la fertilización con NPK.

MICRO ELEMENTOS

Elemento	Símbolo	Forma en la que lo toman las plantas	Descripción	Funciones en las plantas
Boro	B	Ácido bórico H_3BO_3	El boro debido a la forma en la cual se encuentra en el suelo (ácido bórico), puede ser lavado fácilmente en pH inferiores a 7; este elemento puede acumularse en zonas áridas generando toxicidad y en zonas húmedas presentar lavado.	-Promueve la división y elongación de las células. -Esencial para la polinización, floración y el desarrollo de meristemos. -Permite que las plantas hagan un mejor uso del calcio internamente.
Manganeso	Mn	Forma iónica: Mn^{+2}	En pH superior a 5,5 el manganeso pasa a forma inasimilable; en un medio ácido, las formas oxidadas se reducen y pasan a asimilables.	-Participa en el metabolismo del nitrógeno y la fotosíntesis. -Aumenta el aprovechamiento del Mg, Ca y P.
Hierro	Fe	Forma iónica: Fe^{+2}	Tiene la capacidad de retener aniones como fosfatos, silicatos y elementos traza tales como cobre, plomo, cinc, cromo, etc.	-Participa en el proceso de la fotosíntesis. -Activa sistemas enzimáticos.
Cinc	Zn	Forma iónica: Zn^{+2}	En suelos con pH alto, sin importar la textura hay mayor posibilidad de presentar deficiencias en Zn.	-Participa en el proceso de la fotosíntesis. -Activa sistemas enzimáticos. -Responsable de la síntesis de las hormonas del crecimiento vegetal.
Cobre	Cu	Forma iónica: Cu^{+2}	El cobre es retenido por la materia orgánica con mayor fuerza respecto a otros micronutrientes. Niveles altos de N acentúan la deficiencia de cobre, por su lado altos contenidos de P, Zn, Fe y Al pueden restringir su asimilación por parte de las raíces. (International Plan Nutrition Institute, s.f.)	-Participa en el proceso de la fotosíntesis, floración y maduración de frutos. -Activa sistemas enzimáticos.
Molibdeno	Mo	Ión molibdato: MoO_4^{-4}	El molibdeno es el único microelemento cuya carencia se acentúa en suelos ácidos, en cuyo caso la carencia desaparece con un encalado. La presencia de fósforo en el suelo provoca la liberación de molibdeno asimilable. (Agronotas, s.f.)	-Promueve la asimilación y fijación de nitrógeno por las plantas.
Cloro	Cl	Forma iónica: Cl^{+2}	El cloro debido a que en el suelo es fácilmente desplazado por los hidroxilos, en climas húmedos puede lavarse con facilidad y en zonas áridas puede acumularse en la superficie del suelo por el ascenso del agua cuando se evapora.	-Participa en el transporte dentro de la planta de iones: K, Ca, Mg. -Ayuda a las plantas a ser más resistentes a enfermedades. -Ayuda a la turgencia de las hojas.

Siguiendo con nuestra historia...

Don Pedro desea sembrar un cultivo de maíz en el lote de pasturas I de su finca el cual actualmente tiene pasto Brachiaria; su finca está ubicada en el municipio de Rionegro (Antioquia), razón por la cual envió una muestra de suelos al laboratorio para conocer la fertilidad de su lote y hacer los ajustes pertinentes, veamos a continuación el reporte del análisis de suelos y las recomendaciones:

Resultados de laboratorio:

Textura	pH	M.O	P	Al	Ca	Mg	K	Fe	Mn	Cu	Zn	B
		%	mg/kg	Cmol/kg			mg/kg					
FA	4.9	15	3	2,4	0.8	0,4	0,4	79	10	9	23	0,8

Información del lote:

- Municipio: Rionegro
- Departamento: Antioquia
- Altitud: 2250 msnm
- Precipitación: 2200 mm/anual
- Cultivo actual: pasto brachiaria
- Cultivo a sembrar: maíz
- Profundidad de la muestra: 20 cm
- Densidad aparente del suelo: 0.7 mg/m³
- Fertilización: L1: sin fertilización previa

Requerimiento nutricional del cultivo de maíz en clima frío:

Nutriente	Cantidad Kg/ha
Nitrógeno (N)	50 - 75
Fósforo (P ₂ O ₅)	50 - 100
Potasio (K ₂ O)	50 - 75

Fuente: (ICA, 1992)

Identificación de los niveles críticos de cada parámetro:

Para poder ayudar a Don Pedro sobre la recomendación más acertada para su cultivo de maíz Arturo el técnico agrícola de la zona, identifica los niveles críticos en el que se encuentra cada parámetro químico del suelo, en este caso se toman los valores de referencia que se aportan en el anexo 2 y 3, del presente manual:



También reporta que tiene deficiencias de fósforo, alta concentración de aluminio y muy baja concentración de calcio y magnesio



Tiene usted en su suelo una alta concentración de potasio, hierro y manganeso



Ahora, usted debe tener cuidado con la alta concentración de cobre y zinc



Entonces, ¿usted qué me recomienda para sembrar mi cultivo de maíz?



....mmm, recuerdo que usted es porcicultor y puede suplir estos requerimientos aplicando porcínaza.



En ese caso, le sugiero que neutralicemos el aluminio. Para eso, debe aplicar CAL DOLOMITA a razón de 1t/ha. Así, usted aporta calcio y magnesio que también están bajitos en el suelo



Anexos

Anexo 1 Niveles críticos de los elementos para interpretar análisis químico de suelos

Elemento o factor	Símbolo	Unidad	Muy baja	Baja	Suficiente	Alta	Muy alta
Fósforo	P	$mgKg^{-1}$	<5	5-15	15-30	30-45	>45
Azufre	S	$mgKg^{-1}$	<3	3-6	6-12	12-15	>15
Potasio	K	$mgKg^{-1}$	<0,05	0,05-0,15	0,15-0,3	0,3-0,5	>0,5
Calcio	Ca	$Cmol_c Kg^{-1}$	<1	1-3	3-6	6-9	>9
Magnesio	Mg	$Cmol_c Kg^{-1}$	<0,5	0,5-1,5	1,5-2,5	2,5-3	>3
Aluminio	Al	$Cmol_c Kg^{-1}$	<0,5	0,5-2	-	-	>2
Sodio	Na	$Cmol_c Kg^{-1}$	<0,5	0,5-1	-	-	>1
Hierro	Fe	$mgKg^{-1}$	<10	10-25	25-50	50-100	>100
Manganeso	Mn	$mgKg^{-1}$	<2,5	2,5-5	5-10	10-20	>20
Cobre	Cu	$mgKg^{-1}$	<0,5	0,5-1	1-3	3-5	>5
Cinc	Zn	$mgKg^{-1}$	<0,5	0,5-1,5	1,5-5	5-10	>10
Boro	B	$mgKg^{-1}$	<0,2	0,2-0,5	0,5-1	1-1,5	>1,5
Clasificación del suelo de acuerdo a sales y sodio			Normal	Ligeramente salino	Mediadamente salino	Fuertemente salino	Extremadamente salino
Conductividad eléctrica *	CE	dS/m	0-2	2-4	4-8	8-16	>16

* Tomando el porcentaje de sodio intercambiable normal en suelos de <15%

Fuente: (Osorio W. , 2015)

Anexo 2 Rangos para interpretar otros parámetros de análisis químico de suelos:

Factor	Clima	Unidad	Alto	Medio	Bajo
M.O	Frío	%	>10	5-10	<5
	Medio		>5	3-5	<3
	Cálido		>4	2-4	<2
N Total	Frío	%	>0,5	0,26	<0,25
	Medio		>0,3	0,2-0,3	<0,20
	Cálido		>0,2	0,1 - 0,2	<0,1
CIC	-	$Cmol_c Kg^{-1}$	>20	10 - 20	<10
			Desaturados	Medios	Saturados
Saturación de bases	-	%	>50	35 - 50	<35
Saturación de aluminio	-	%	30-60	15-30	<15

Fuente: (Castro, 1998)

Glosario

Arena: material compuesto de partículas cuyo tamaño varía entre 0,063 y 2 milímetros (mm). Una partícula individual dentro de este rango es llamada grano de arena.

Arcilla: suelo fino granular, o la porción fino granular de un suelo que puede presentar un comportamiento plástico dentro de un intervalo de contenido de humedad más o menos amplio, y que tiene una considerable resistencia al corte cuando se seca al aire. Las propiedades de las arcillas dependen principalmente del tipo de minerales que las componen y de los cationes intercambiables que contiene.

Anión: es un ión con carga eléctrica negativa, es decir, que ha ganado electrones.

Catión: es un ión (o sea átomo o molécula) con carga eléctrica positiva, es decir, que ha perdido electrones.

Deficiencia: hace referencia a la falta de nutrientes, se ve reflejado directamente en la fertilidad de suelos.

Fertilización: Proceso a través del cual se preparará el suelo o sustrato agregando diferentes sustancias con el objetivo principal de mejorar la fertilidad.

Fertilizante: Sustancia o mezcla química, natural, orgánica o sintética utilizada para enriquecer el suelo y favorecer el crecimiento vegetal.

Franco: Clase de suelo donde las cantidades de los componentes (arena, limo y arcillas) se encuentran en proporciones óptimas. Son suelos de elevada productividad agrícola, debido a su textura relativamente suelta, heredada de la arena, a su fertilidad procedente de los limos incluidos y al mismo tiempo con adecuada retención de humedad por la arcilla presente.

Hojarasca: Conjunto de hojas secas caído de árboles y plantas y que cubre el suelo.

Ión: es una partícula cargada eléctricamente constituida por un átomo o molécula que no es eléctricamente neutral. Conceptualmente esto se puede entender como que, a partir de un estado neutro de un átomo o partícula, se han ganado o perdido electrones; este fenómeno se conoce como ionización.

Macronutriente: son aquellos nutrientes que suministran la mayor parte de la energía metabólica a las plantas. A su vez son minerales que están presentes en el tejido por encima del 0.1%, Nitrógeno (N), Fósforo (P), Potasio (K), Calcio (Ca), Magnesio (Mg), Azufre (S).

Micronutrientes: son aquellos nutrientes que suministran la menor parte de la energía metabólica a las plantas. A su vez son minerales que están presentes en el tejido por debajo del 0.1%, Hierro (Fe), Zinc (Zn), Manganeseo (Mn), Boro (B), Cobre (Cu), Molibdeno (Mo), Cloro (Cl).

Nutriente: es todo aquello que aumenta el desarrollo fisiológico de las plantas. Se trata de productos químicos que proceden del exterior de la célula y que ésta requiere para poder desarrollar sus funciones vitales.

Limo: clase de suelo que posee una alta hidratación, es decir se encuentra casi o totalmente saturado de agua, esto hace que sea muy inestable y presente características particulares, por ejemplo tiende a tener un color verdoso oscuro ya que se forma generalmente en lugares extremadamente húmedos. El limo o lègamo es un material suelto con una granulometría comprendida entre la arena fina y la arcilla.

Paisaje: Extensión de terreno vista desde un lugar determinado y considerada como importante en el momento de realizar la delimitación de los predios.

Pendiente del terreno: es la variación del ángulo de una horizontal en grados del suelo.

Porcinaza: Es la mezcla de heces y orina de los cerdos, con algo de descamaciones, pelo, comida no digerida y cantidades variables de agua, en algunos casos contiene material vegetal usado como cama.

Bibliografía

- Abilio, J. (07 de Noviembre de 2002). Muestreo y analisis de suelos. Recuperado el 03 de Marzo de 2016, de <http://centa.gob.sv/upload/laboratorios/suelos/TOMA%20DE%20MUESTRA%20DE%20SUELO.pdf>
- Agrolab. (s.f.). guis de referencia para la interpretacion de analisis de suelos. Recuperado el 07 de Marzo de 2016, de http://www.agrolab.com.mx/sitev001/assets/interpretacion_fertsuel.pdf
- Agronotas. (s.f.). El molibdeno en las plantas. Recuperado el 3 de Mayo de 2016, de http://agronotas.es/A55CA3/Agronotas.nsf/v_postid/C104E9EA80D47549032575F900652055
- CALATAYUD. (s.f.). CALATAYUD-suelos. Recuperado el 03 de Marzo de 2016, de <http://www.docalatayud.com/situacion/suelos/>
- Cano, M. (07 de Julio de 2014). Agricultura. Recuperado el 03 de Marzo de 2016, de <http://tiposagricultura.blogspot.com.co/2014/07/acidez-y-alcalinidad-de-los-suelos.html>
- Castro, H. (1998). Fundamentos para el conocimiento y manejo de suelos agricolas. Tunja: Produmedios. Recuperado el 07 de Marzo de 2016
- Conti, M. (s.f.). Propiedades fisico-quimicas del suelo. Recuperado el 03 de Marzo de 2016, de <ftp://ftp.at.fcen.uba.ar/maestria/SUELOS/MaterialDeLectura/I-ONI.pdf>
- Don Pedro y la granja El Progreso, PIXTON en linea. (2016). Obtenido de <https://Pixton.com/es/gvu5ete0>
- Dorronsoro, C. (01 de Enero de 2016). Propiedades fisicas. Recuperado el 02 de Marzo de 2016, de <http://www.edafologia.net/introeda/tema04/text.htm>
- FAO. (1996). ECOLOGIA Y ENSEÑANZA RURAL-Nociones ambientales básicas para profesores rurales y extensionistas. Recuperado el 02 de Marzo de 2016, de http://www.fao.org/docrep/006/w1309s/w1309s04.htm#P5_56
- FAO. (09 de Septiembre de 2015). Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. Recuperado el 02 de Marzo de 2016
- FAO. (2016). Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. Recuperado el 02 de Marzo de 2016, de <http://www.fao.org/soils-portal/about/definiciones/es/>
- FAO. (s.f.). Generalidades en piscicultura. Recuperado el 03 de Marzo de 2016, de ftp://ftp.fao.org/fi/CDrom/FAO_training/FAO_training/general/x6706s/x6706s01.htm
- Geoshop LTDA. (03 de Julio de 2011). Geoshop: working with the earth. Recuperado el 02 de Marzo de 2016, de <http://www.geoshop.com.co/web/images/productos/tabla%20de%20colores.jpg>
- Hergender, G. (08 de Mayo de 2011). Estudiando la tierra. Recuperado el 02 de Marzo de 2016, de <http://cienciasdelatierragh.blogspot.com.co/2011/05/suelo.html?view=classic>
- ICA. (18 de Junio de 1992). Fertilizacion en diversos cultivos, quinta aproximacion. Bogotá., Colombia: Produmedios.
- Insuasti, L., & Burbano, H. (2013). El suelo: un bien social. Recuperado el 02 de Marzo de 2016, de <http://extensionrural.udenar.edu.co/wp-content/uploads/2013/12/EL-SUELO.pdf>
- International Plan Nutrition Institute. (s.f.). Funciones del fosforo en las plantas. Recuperado el 07 de Marzo de 2016, de [http://www.ipni.net/ppiweb/iaecu.nsf/\\$webindex/7EFD356D05AA06EA05256A31007595F9/\\$file/Funciones+del+F%C3%B3sforo.pdf](http://www.ipni.net/ppiweb/iaecu.nsf/$webindex/7EFD356D05AA06EA05256A31007595F9/$file/Funciones+del+F%C3%B3sforo.pdf)
- International Plan Nutrition Institute. (s.f.). Conozca la deficiencia de cobre. Recuperado el 03 de Mayo de 2016, de [http://www.ipni.net/ppiweb/iamex.nsf/\\$webindex/5F5044E7DA7EEABE06256ABF0059F50E/\\$file/Conozca+la+deficiencia+de+cobre.pdf](http://www.ipni.net/ppiweb/iamex.nsf/$webindex/5F5044E7DA7EEABE06256ABF0059F50E/$file/Conozca+la+deficiencia+de+cobre.pdf)
- La huerta con lupa. (01 de Mayo de 2014). Recuperado el 03 de Marzo de 2016, de <https://solmgp.wordpress.com/2014/05/01/efectos-de-la-materia-organica-en-las-propiedades-fisicas-quimicas-y-biologicas-del-suelo/>
- Lopez, S. (02 de Marzo de 2014). Peces y plantas ornamentales. Recuperado el 03 de Marzo de 2016, de <http://pecesornamentalesmarinodulce.blogspot.com.co/2014/03/el-suelo-del-estanque.html>
- Ortega, R. (s.f.). Red agricola. Recuperado el 03 de Marzo de 2016, de <http://www.redagricola.com/reportajes/nutricion/analisis-de-suelo-revisitado-una-herramienta-esencial-para-el-diagnostico-nutri>
- Osorio, W. (s.f.). Muestreo de suelos. Recuperado el 04 de Marzo de 2016, de <http://www.unalmed.edu.co/~esgeocien/documentos/muestreo.pdf>
- Osorio W. , 2015. Manejo de nutrientes en suelos del trópico. Medellín: L. Vieco S.A.S. Recuperado el 04 de Marzo de 2016
- PROCAFE. (s.f.). Importancia del analisis de suelo cafetalero. Recuperado el 23 de Marzo de 2016, de http://www.procafe.com.sv/menu/ArchivosPDF/importancia_deL_suelo.pdf
- Roncallo, et al. (2012). Evolucion de las propiedades del suelo en un arreglo agrosilvopastoril basado en Ceiba roja (Pachira quinata (Jacq) W.S. Alverson. Corpoica-Ciencia y tecnología agropecuaria., 167-178.
- Smart-fertilizer Management. (2015). Potasio en las plantas. Recuperado el 07 de Marzo de 2016, de <http://www.smart-fertilizer.com/es/articles/potassium-in-plants>
- Smart-fertilizer management. (2015). El azufre en plantas y suelo. Obtenido de <http://www.smart-fertilizer.com/es/articles/sulfur>
- Universidad Autonoma de Madrid. (s.f.). Fundamentos nutricion mineral-Potasio. Recuperado el 07 de Marzo de 2016, de <https://www.uam.es/docencia/museovir/web/Museovirtual/fundamentos/nutricion%20mineral/macro/potasio.htm>
- Universidad de los llanos. (s.f.). Toma de muestra de suelos. Recuperado el 03 de Marzo de 2016, de <http://web.unillanos.edu.co/docus/2.-%20TOMA%20DE%20MUESTRAS%20DE%20SUELOS.pdf>