



Universidad
Tecnológica
de Pereira



MANUAL GENERAL ANÁLISIS DE SUELOS Y TEJIDO VEGETAL

Germán Múnera Vélez

Laboratorio de Análisis de Suelos

Universidad Tecnológica de Pereira

Escuela de Tecnología Química



Laboratorio de Análisis de Suelos
Universidad Tecnológica de Pereira



Escuela de Tecnología Química

© **Laboratorio de Análisis de Suelos**
MANUAL GENERAL
ANÁLISIS DE SUELOS Y TEJIDO VEGETAL

ISBN:

Recopilación
Germán Múnera Vélez
Coordinador
Laboratorio de Suelos
Universidad Tecnológica de Pereira

Diseño y Diagramación



Centro de Recursos
Informáticos y Educativos
"Tecnología al Servicio de sus ideas"

Universidad Tecnológica de Pereira

Pereira, Colombia

2012



IMPORTANCIA GENERAL DEL ANÁLISIS DE SUELOS Y DE TEJIDO VEGETAL

Actualmente no se concibe la explotación agrícola sin una adecuada fertilización. Esto implica un uso racional de los fertilizantes para no causar daños al ecosistema y proveer a las plantas de los nutrientes necesarios para su desarrollo.

El crecimiento de las plantas y su producción depende en parte de la capacidad del suelo de suplir y mantener una cantidad adecuada de nutrimento en la solución del suelo.

Muchos de los nutrientes que la planta requiere para su desarrollo, se encuentran en el suelo en cantidades variables y a veces insuficientes para su adecuada nutrición.

Para saber que tipo de fertilizante aplicar, cuánto y cuando, se dispone de un recurso que es el análisis químico del suelo, el cual, debidamente interpretado, permitirá hacer ajustes oportunos en la fertilización, en el cultivo, con el incremento en la efectividad de la fertilización y la consiguiente disminución en los costos de producción.

Sin embargo, se debe entender que no solo el factor suelo es el causante de una buena ó mala cosecha, ya que intervienen otros factores como el clima, plagas, lluvias, enfermedades, etc.

El análisis químico del suelo nos muestra la parte disponible que hay de los diferentes nutrientes para la nutrición de la planta.





El análisis químico está diseñado para extraer a partir de una muestra de suelo los nutrientes disponibles a la planta en una forma similar a como lo hace la raíz. De manera que se logra valorar los limitantes y/o ventajas nutricionales del sustrato en el que se desea cultivar.

Un suelo fértil o bien fertilizado aporta los nutrientes que necesita una cosecha en proporciones y cantidades correctas para el mejor crecimiento y rendimiento. En estas condiciones, el aporte nutritivo se llamará “equilibrado”. Una cantidad insuficiente o excesiva de cualquier elemento puede reducir los rendimientos o disminuir el beneficio del fertilizante.

Naturalmente, una parte de los fertilizantes aplicados pueden quedar almacenados algún tiempo en la capa superior del suelo y ser consumida en sucesivas cosechas. Además de los bajos rendimientos, un equilibrio nutritivo inadecuado puede causar propensión a las enfermedades, o madurez tardía de los cultivos.

Esto indica por que son tan importantes los ensayos de campo y los análisis de suelos y de tejido vegetal, como medios para averiguar que es lo que el suelo no tiene y la cantidad de elementos nutritivos que se necesitan para un suelo o un cultivo determinado. Las necesidades nutritivas de un suelo, no pueden determinarse de una vez para siempre, sino que necesitan estudios continuos, porque cuando se aplica un nutriente, otro pronto puede resultar escaso, e incluso si se aplican tres nutrientes, uno o más puede acumularse en el suelo, es decir los nutrientes actúan conjuntamente.

El principal objetivo del análisis de suelos es el de ayudar a predecir las cantidades de nutrientes que las plantas necesitan para complementar el suplemento de las reservas naturales en el suelo y así, lograr una producción satisfactoria del cultivo.

El análisis del suelo es también de mucha ayuda para monitorear el estado de la fertilidad del suelo a través de los años y conocer si la fertilidad del suelo se reduce, se mantiene ó sube.

No se debe considerar el análisis del suelo como un gasto sino como una inversión.

SEA IMPARCIAL AL TOMAR MUESTRAS PARA ANÁLISIS DE SUELOS Y DE TEJIDO VEGETAL

Los análisis de suelos y de tejido vegetal hechos sin objetividad pueden resultar peores que no hacerlos.

El valor del análisis de suelos y de tejidos vegetales para diagnosticar desequilibrios en la nutrición de los cultivos y para guiar los programas correctivos de fertilización ya están bien establecidos. Sin embargo la exactitud y consecuente utilidad de los resultados dependen de lo cuidadoso que sea usted al recoger y preparar las muestras para el análisis.

Está demostrado que el mayor potencial de error es antes de que las muestras lleguen al laboratorio. Si no se tratan de reducir los errores, los datos del análisis no serán confiables y en el peor de los casos darán información errada.





MUESTREO

- La exactitud del análisis está **determinada por el muestreo** antes que por el procedimiento analítico.
- El objetivo principal del muestreo de un suelo para obtener una **recomendación de fertilización** o enmienda, es obtener una muestra que represente en forma precisa el estado de fertilidad del lote donde fue tomada. Es decir medir el nivel promedio de fertilidad del campo.
- **El suelo no es homogéneo y presenta diferentes tipos de variación.** Las variaciones del suelo, incluyendo la fertilidad, varían de un sitio a otro en el campo, inclusive a través de los diferentes horizontes de un mismo perfil.

6

Condiciones que ha de satisfacer un método de toma de muestras:

Los requisitos fundamentales que ha de cumplir la toma de muestra para ser válida son los siguientes:

1. Cada muestra individual debe ser del mismo volumen que las demás y representa la misma sección transversal del volumen total del lote considerando las direcciones del cultivo y la topografía natural del lote tal como la pendiente.



2. Las muestras deben tomarse al azar, con respecto al volumen total del lote considerando las direcciones del cultivo y la topografía natural del lote, tales como la pendiente.
3. Hay que tomar un número suficiente de muestras individuales para que quede representado adecuadamente el volumen total del que se toman las muestras.
4. No deben producirse interacciones químicas en el material de la muestra compuesta del suelo que sean significativas para los objetivos previstos.
5. No debe seleccionar una parte del campo que sea anormal.
6. No tome muestras a lo largo de caminos ni bordes de los campos.
7. No muestrear junto a canales de riego o drenajes.
8. No muestrear en suelo donde afloren las rocas.
9. Aléjese también de las zonas donde el cultivo haya producido excepcionalmente bien en años anteriores.
10. Tome sus muestras por lo menos a diez metros de distancia de las zonas no representativas, ya sean por demasiado productivas o demasiado pobres.

Se debe evaluar y contestar algunas preguntas antes de salir al campo a tomar muestras:

1. ¿De que partes del campo voy a sacar las muestras?

Es importante que el sitio que usted elija sea representativo del campo entero en todos sus aspectos: Topografía, drenaje, tipo de suelo, especie o cultivo, programa de riego y fertilización, etc.

2. ¿De que tamaño es la superficie representada por cada muestra tomada?

La fertilidad del suelo no es constante en el espacio y el tiempo. Así, cuando se realiza un Análisis de suelos, además de la fertilidad global, otros factores como la profundidad y el momento del muestreo tienen un gran efecto en la evaluación.





Cuando hablamos acerca del efecto del lugar o sitio de muestreo, estamos teniendo en cuenta que los lotes o campos tienen áreas de mayor y menor fertilidad. Si nosotros tomáramos una sola muestra para estimar la fertilidad de un lote existiría una gran posibilidad de cometer un gran error. Si la muestra se toma de un área de baja fertilidad entonces la estimación para todo el lote será muy baja. Y viceversa.

Mientras más uniforme sea el campo, menos muestras habrá que tomar, así que usted debe considerar este parámetro basándose en las condiciones propias de su campo, tome en cuenta sin embargo que 1 (una) hectárea es probablemente el área máxima que pueda representar con una sola muestra. Entre menos área del campo tome por muestra, se incrementa en mucho la exactitud de los resultados, y por lo tanto los beneficios del análisis.

8

3. ¿En que etapa del desarrollo del cultivo debo tomar las muestras y con que frecuencia?

Si usted utiliza el análisis de tejidos, deberá comenzar a tomar muestras tan pronto como las plantas crezcan lo suficiente para permitir tomar muestras del tejido índice, sin causarles demasiado daño. Existe mayor flexibilidad con el muestreo de suelos pues muchos agricultores lo hacen antes de plantar el cultivo.

La frecuencia del muestreo varía ampliamente. Para muchos cultivos arbóreos se hace anualmente, cada 35 días para la caña de azúcar, una vez por cultivo para las hortalizas etc.

4. ¿Qué cantidad de suelo debe tomarse de cada unidad de muestreo para obtener una muestra representativa?

Las muestras suelen tomarse con un barreno que se empuja dentro del suelo para sacar la tierra.

Cuando se toman submuestras de un campo, 20 - 30 submuestras se necesitan mínimo para que el resultado encontrado corresponda a la realidad del lote. No existe un número máximo de submuestras que deban tomarse. De hecho más submuestras permiten que los resultados sean más confiables.

La proporción de error crece en proporción con la reducción del número de submuestras.

5. ¿Cuáles son los niveles críticos o los niveles adecuados para cada elemento nutritivo?

El uso exitoso del análisis de suelos y de tejidos depende también de que se tenga suficiente información para responder a esta pregunta. No se puede generalizar a este respecto pues cada cultivo tiene requerimientos muy diferentes y aún dentro del mismo cultivo éstos varían según la etapa de crecimiento en que se encuentre; así el conocer estos niveles antes de sembrar, le permitirá saber después del análisis de suelos si el cultivo elegido es el más adecuado, o en el caso de que el cultivo esté ya establecido le permite hacer una comparación entre los contenidos encontrados y los requeridos por el mismo, para lograr así una fertilización tecnicada.

Solamente usted puede decidir si los análisis de suelos, o de tejidos, o ambos le serán útiles y económicos. Es muy raro el agricultor que no podría beneficiarse de ellos; pero solamente si se llevan a cabo como debe ser.

El uso eficaz de los análisis de suelos y de tejido exige que usted proyecte lógicamente y cuidadosamente su plan de investigación; no olvide que éstos análisis no serán la panacea para resolver los muchos problemas de la nutrición de los cultivos.

Estos procedimientos son solo un complemento del programa del manejo de cultivos que usted debe tener, no lo reemplaza.





En la práctica la composición de veinte o treinta muestras individuales estrecha la curva de distribución hasta darle la misma forma que la curva de distribución analítica.

De una buena toma de muestra depende que los resultados de los análisis y por lo tanto las recomendaciones de fertilización, sean las adecuadas para su cultivo.

ANÁLISIS DE SUELOS

Son procedimientos químicos usados para **medir la capacidad y cantidad que tiene el suelo para suministrar nutrientes o para determinar el estado nutricional del suelo**. Tiene como objetivo predecir los nutrientes que le hacen falta al suelo y las reservas del mismo.

Sirve además para monitorear el destino de los fertilizantes aplicados o si estos se han perdido.

RECOMENDACIONES GENERALES PARA TOMAR MUESTRAS DE SUELO

Un análisis de suelo es tan bueno como la calidad de la muestra. Una toma de muestra cuidadosa significa que los resultados del análisis serán de utilidad.

- 1. No muestrear justo después de fertilizar o encalar;** es conveniente esperar 2 o 3 meses, dependiendo de las lluvias
- 2. En sistemas en donde se acostumbra el uso de prácticas de quema o de aplicación de residuos vegetales, debe evitarse muestrear muy recién efectuadas las prácticas** o justo antes de realizarlas, porque las condiciones van a cambiar.



3. Para facilitar la toma de muestra, la humedad del suelo debe ser moderada; el suelo no debe estar completamente seco, ni tampoco enlodado, es decir **tomarla en tiempo normal**.
4. Tomar la muestra **dos meses antes** de la fecha de fertilización.
5. Tenga en cuenta que la **localización y profundidad** de la toma de muestra es particular para cada cultivo.
6. No muestrear cerca a casas, galpones ó carreteras.
7. **No fumar** cuando se está tomando ó manipulando la muestra, la ceniza puede aumentar los niveles de potasio o calcio.
8. Una muestra después de tomada debe **enviarse al laboratorio lo más pronto posible**, pues los microorganismos del suelo, en presencia de humedad pueden producir nitratos, amoníaco, que podrían generar cambios en el pH del suelo.
9. Para el envío de la muestra, esta se debe empacar en una bolsa plástica o caja de cartón limpia, **que no haya sido utilizada para empacar** fertilizantes, cal, plaguicidas, drogas, o cualquier otro producto químico.
10. **No mezclar** muestras de diferentes lotes.





PASOS A SEGUIR PARA LA TOMA DE MUESTRAS PARA ANÁLISIS DE SUELOS

Condiciones que ha de satisfacer un método de toma de muestras compuestas.

Los requisitos fundamentales que ha de cumplir una toma de muestras compuestas para ser válida son los siguientes:

1. Cada submuestra individual **debe ser del mismo volumen** para todos los puntos de muestreo.
2. **Las submuestras deben tomarse al azar** y hay que tomar un número suficiente para que quede representado adecuadamente el volumen total del área ha analizar.

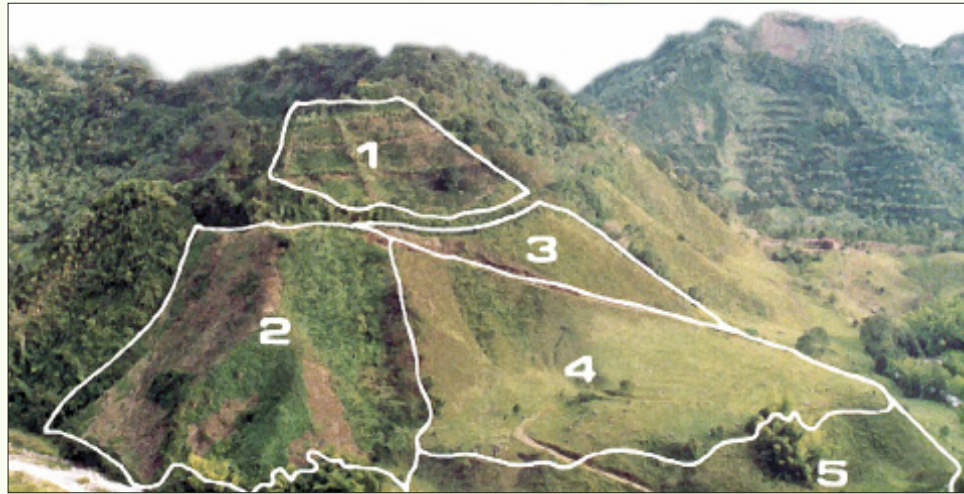
MOMENTO DE LA TOMA DE MUESTRA

1. **Antes de sembrar el cultivo.**
2. **Antes de la aplicación de nutrientes.**
3. **A intervalos regulares después de la fertilización.**
4. **Después de la cosecha.**
5. **En los períodos de más alta demanda de nutrientes por parte de los cultivos.**

Recorrido del terreno y elección de lotes uniformes de muestreo.

Lo primero que hay que hacer es un recorrido del terreno para seccionarlo en unidades de muestreo que presenten características similares de suelo.

Para lograr lo anterior se deben seguir los siguientes pasos:



Cenicafé AVANCE TÉCNICO N° 214 abril de 1995

- 1. Divida sus áreas ó campos de muestreo.**
- 2. Realizar una inspección del campo a muestrear, hacer un dibujo en que se señalen las diferentes parcelas donde tomará las muestras teniendo en cuenta que hay que sacar muestras por separado en:**
 - **Áreas de diferente topografía:**
PLANA, ONDULADA, PENDIENTE
 - **Áreas de diferentes cultivos:**
CAFÉ, PASTOS, PLÁTANO, GUANÁBANO, PIÑA, MAÍZ, ETC.
 - **Áreas de diferente color:**
NEGROS, AMARILLOS, ROJOS, CLAROS



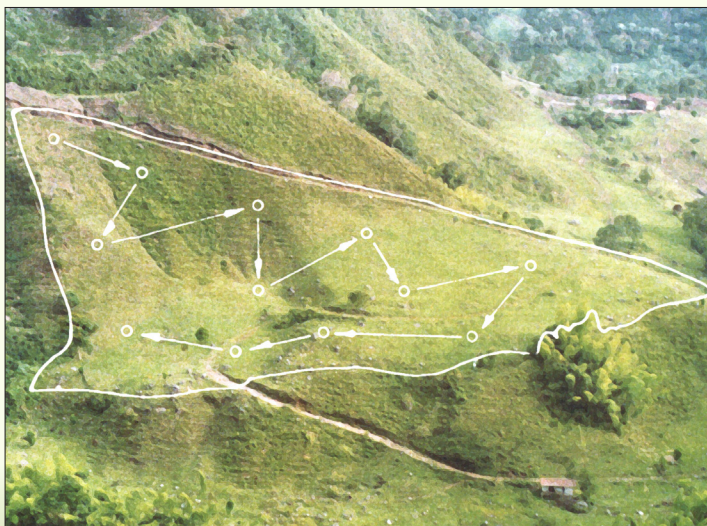


- **Áreas de diferentes texturas:**
ARENOSOS, FRANCOS, ARCILLOSOS, LIMOSOS
- **Áreas de diferente fertilización:**
CON CAL, SIN CAL, CON ABONO, SIN ABONO
- **Las áreas con problemas de producción o desarrollo se muestrean por separado.**

Otras características que pueden ayudar a afinar la selección de los lotes son:

- El aspecto o apariencia nutricional de las plantas.
- El color del suelo.
- La textura del suelo (contenido de arenas o arcillas).
- La presencia de condiciones particulares como rocas, grados excesivos de erosión, compactación, poca profundidad, etc.
- El manejo previo de los aspectos nutricionales del lote, si se conoce.

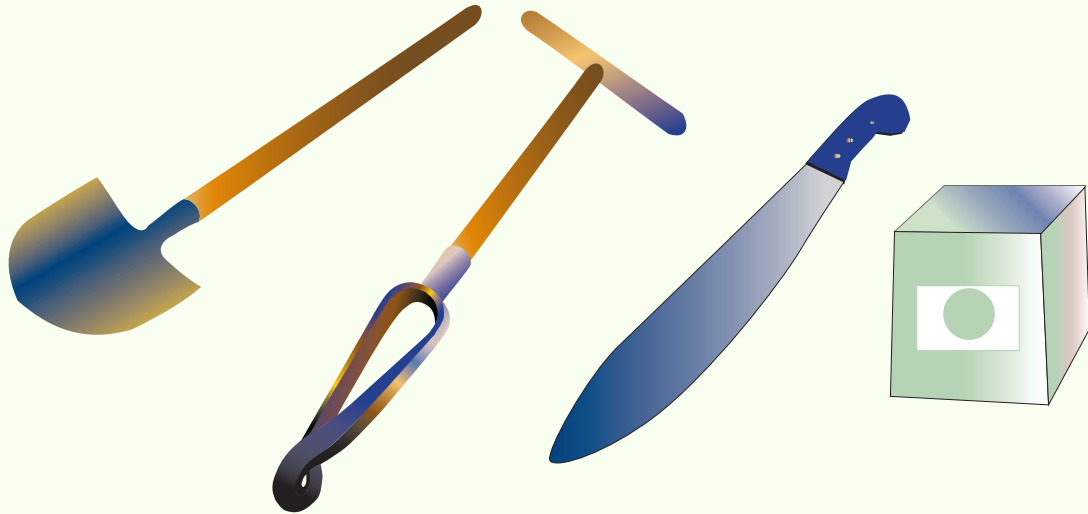
14



De cada una de estas parcelas o lotes de muestreo, que no debe exceder de **1(una) hectárea**, se deben tomar una muestra representativa diferente, que consiste entre 20 a 30 submuestras, en lo posible de igual cantidad. Estas tomas de submuestras se efectúan recorriendo las parcelas en forma de zig zag o en equis etc.

Cenicafé AVANCE TÉCNICO N° 214
abril de 1995

3. SELECCIONAR LAS HERRAMIENTAS ADECUADAS PARA EL MUESTREO



15

El instrumento más adecuado para sacar muestras de suelos es el barreno porque se toman muestras más homogéneas, de igual volumen e igual profundidad, y además se permite que el proceso se pueda efectuar más fácil y rápido.

En lo posible éste instrumento debe ser fabricado en acero inoxidable, libre de herrumbre o cromados, debe estar bien afilados para producir un corte uniforme de todo el perfil del suelo.

En un muestreo para diagnóstico de fertilidad se debe tomar la muestra donde se aplican los fertilizantes, y evitar los sitios como es el caso de las entrecalles. En plantaciones de árboles las muestras de suelo normalmente se toman entre el tallo y la gotera del árbol.





- Si no se tiene BARRENO o SACABOCADO **use una PALA.**
- **Quite totalmente la vegetación y hojarasca** que cubre el suelo en los sitios de muestreo, pero sin eliminar suelo.
- Si se utiliza una pala, cavar un **hoyo en forma de V**, del ancho de la misma, la profundidad adecuada para pastos 10 cm, para café 20 a 25 cm, para cítricos 20 a 40 cm.
- Enseguida corte una tajada de suelo de 2 a 5 cm de grueso en la pared del hueco. Con el cuchillo, corte una faja, eliminando la tierra de ambos lados de la tajada. **Deposite en el balde o en costal limpio.**

16

PROFUNDIDAD PARA TOMAR LA MUESTRA

Tener en cuenta que un aumento en la profundidad de toma de la muestra da como consecuencia una recomendación de fertilización inadecuada con los correspondientes perjuicios económicos.

Cada submuestra debe ser tomada a una profundidad y volumen constante, bajo condiciones lo mas similares posibles. El área de mayor concentración de raíces, normalmente es de 0-20 cm., por lo tanto, esa es la profundidad de muestreo comúnmente recomendada, en pastos se muestran los primeros 7-10 cm., café 20-25 cm., y en cultivos perennes o forestales pueden considerarse profundidades mayores. En todos los casos lo importante es que el muestreo corresponda con la profundidad a la que se encuentre la mayor densidad de raíces absorbentes de cultivo.

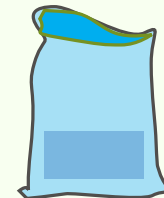
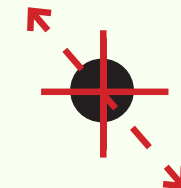
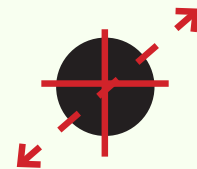
CÚANTAS SUBMUESTRAS A RECOLECTAR

El número de submuestras está relacionado con la precisión y la exactitud.

Para obtener una muestra representativa del campo se recomienda un mínimo de 20 submuestras, pero se debe recordar que la exactitud se incrementa con el número de submuestras. Entre 20-30 submuestras proveen una exactitud y precisión adecuada para recomendaciones de fertilización.

Una vez recolectadas las muestras:

- Mezclar sobre una superficie limpia (plástico, papel, baldosa, cementada), o el balde, las submuestras de los diferentes sitios seleccionados de cada lote, mezclando muy bien ya que esta mezcla constituye la muestra representativa del lote.
- Una vez agrupadas y mezcladas las submuestras, para facilitar reducir la cantidad a **2 (dos) kg**, que es lo que se envía al laboratorio, se debe cuartear, es decir, el suelo se extiende sobre un plástico o saco limpio y se parte en cuatro por medio de una cruz y se procede a la eliminación de dos cuartos opuestos. El material restante se mezcla nuevamente y se vuelve a "cuartear", eliminando otros dos cuartos. Esto se repite tantas veces como sea necesario hasta reducir la muestra hasta **2 (dos) kilo**. Esta cantidad es la que se pone en una bolsa plástica para enviarla a la mayor brevedad posible al laboratorio.
- En el caso de que no sea posible llevar la muestra de inmediato para su análisis, lo más recomendable es dejarla abierta para que ocurra un secado natural, teniendo el cuidado de colocarla lejos de cualquier fuente de contaminación como cal y abonos.





los 2 (dos) kilogramo de suelo mezclado se recoge en una bolsa limpia, rotulandola la siguiente información en cada bolsa:

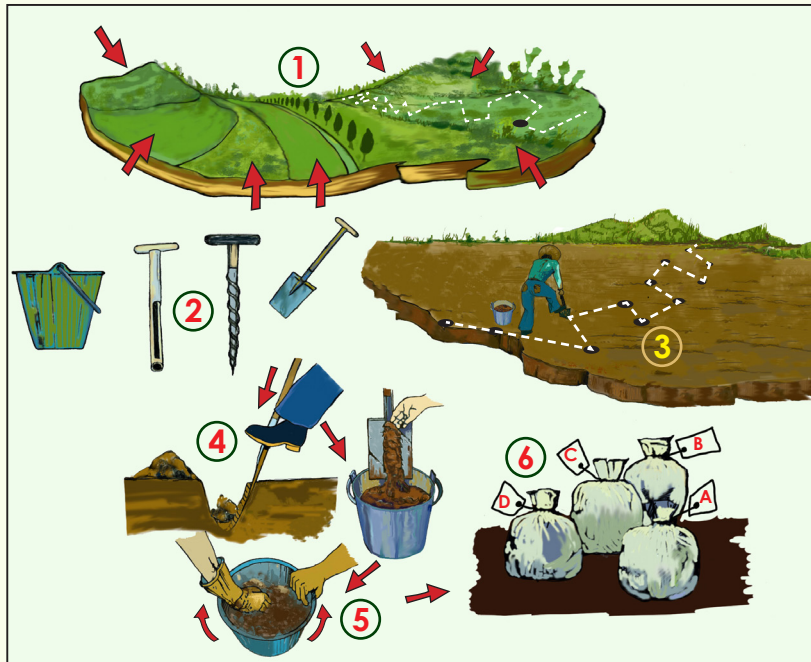
Propietario _____ Departamento _____

Nombre de la finca _____ Tipo de cultivo _____

Identificación del lote _____ Última fertilización _____

Nombre de la vereda o municipio _____ Tipo de análisis _____

RESUMEN DE TOMA DE MUESTRAS



4. ¿QUÉ SE DEBE HACER CON LAS MUESTRAS?

Llévelas a un laboratorio para análisis químico de suelos.

ANÁLISIS DE TEJIDO VEGETAL (O ANÁLISIS FOLIAR)

El análisis foliar se considera actualmente como una referencia indispensable para determinar el estado nutricional de las plantas, como los estados carenciales de elementos. Esto se debe a que los análisis foliares dan una indicación precisa de la absorción de los diferentes elementos por la planta, ya que las hojas son muy sensibles a los cambios de composición del medio nutritivo. La correcta utilización de esta práctica, requiere efectuar adecuadamente la toma de muestra de hojas, de modo que sea representativa del estado nutricional de la planta, y así interpretar correctamente los análisis.

El contenido de nutrientes de las hojas depende de diversos factores tales como: la edad, tipo y posición de la hoja en la planta a analizar que se muestrea, tipo genético de la planta, disponibilidad de nutrientes del suelo, la producción, el estado fitosanitario de la planta etc.

En el diagnóstico nutricional deben tenerse en cuenta las posibles interferencias ocasionadas por el estado productivo de la planta.

Cabe recordar que cada especie es fisiológicamente diferente y por lo tanto la selección del tejido indicador y del mejor momento de muestreo es también diferente; además, la acumulación de nutrimentos y la distribución de ellos dentro de la planta varía. Los datos de análisis se deben utilizar solamente como una guía en la interpretación de los resultados, teniendo en cuenta que los contenidos de nutrimentos pueden variar según la variedad, su tasa de crecimiento y por la presencia o ausencia de otro elementos.





La expresión análisis de tejido vegetal usualmente se refiere al análisis cuantitativo del contenido de los nutrientes en toda la planta ó en parte de ella. El diagnostico del estado nutricional de una planta se puede hacer con base en observaciones visuales de síntomas de deficiencias o de toxicidad, con base en análisis de suelos, o en análisis de tejido vegetal.

De los dos métodos anteriores, el análisis de tejido vegetal tiene la ventaja de medir el contenido TOTAL del nutrimento y no solamente la fracción denominada DISPONIBLE como sucede en los análisis de suelos.

Para fines del análisis nutricional de la planta, rara vez se analiza en su totalidad, es más importante analizar únicamente, la parte de ella que mejor muestre el estado nutricional de la planta.

20

La parte más utilizada es la hoja porque:

Es el órgano principal donde se elaboran las sustancias nutritivas.

Es el órgano que mejor refleja el estado nutricional de la planta

La planta misma funciona como una solución extractora de los nutrientes disponibles en el suelo.

Varias investigaciones han demostrado que existe una alta correlación entre el contenido de nutrientes en las hojas, el desarrollo y producción del cultivo.

Condiciones generales del cultivo que indican la presencia de deficiencias nutricionales y que se podrían verificar con análisis de suelos o análisis de tejido vegetal.

Aun, cuando los síntomas de deficiencia de un nutriente individual son diferentes, en diferentes cultivos, existen algunos patrones generales y algunos síntomas específicos que pueden servir de guía para todos los cultivos. Se puede sospechar la existencia de deficiencias nutricionales cuando aparecen las siguientes condiciones en el cultivo:

Muy poco crecimiento en la etapa de plántula

Crecimiento inicial de la planta muy lento

Decoloración de la planta o anomalías

Maduración muy temprana o muy tardía

Diferencias en el crecimiento con cultivos adyacentes, aun sin la presencia de síntomas en las hojas.

Cultivos de baja calidad en apariencia, sabor, firmeza, contenido de humedad, etc. Síntomas específicos en las hojas que pueden aparecer en diferentes etapas durante el crecimiento.

La deficiencia de nutrientes aparece en el campo en áreas relativamente grandes y no se limita a plantas aisladas.

21

5. RAZONES PARA UTILIZAR EL ANÁLISIS DE TEJIDO VEGETAL

- El análisis foliar se utiliza en la agricultura moderna para **detectar los elementos** que en un momento dado pueden estar limitando o afectando los rendimientos del cultivo.
- Para localizar áreas de suelos en los que la **diferencia de uno o más elementos** están generalizados.
- Para ayudar a diagnosticar el **estado nutricional del cultivo**.
- Para confirmación de síntomas visibles.
- Para identificar “**hambre nutricional**” escondida cuando no se presenta visible.
- **Indicar interacciones o antagonismos** entre nutrientes.
- **Estudiar el comportamiento de los nutrientes** en un año o a través de los años.
- Sugerir análisis o estudios adicionales tendientes a **identificar los problemas en un campo**.





- **Para detectar** toxicidades, deficiencias y otros desbalances nutricionales.
- **Como complemento** de los datos de análisis de suelos
- **Determinar la eficiencia** en la utilización de un nutriente dado.
- Distinguir entre **desórdenes** nutricionales y **síntomas** causados por plagas o enfermedades.

RECOMENDACIONES SOBRE LA FERTILIZACIÓN FOLIAR

El análisis foliar se considera actualmente como una referencia indispensable para determinar tanto las necesidades de abonado de las plantaciones, como los estados carenciales de micro elementos. Esto se debe a que los análisis foliares dan una indicación precisa de la absorción de los diferentes elementos por la planta, ya que las hojas son muy sensibles a los cambios de composición del medio nutritivo. La correcta utilización de esta práctica requiere efectuar adecuadamente la toma de muestras de hojas, de modo que sea representativa del estado nutricional de la plantación, e interpretar correctamente los análisis. El contenido en nutrientes de las hojas depende de diversos factores tales como la edad, tipo y posición de la hoja que se muestrea, la combinación injerto-patrón, la disponibilidad de nutrientes del suelo, la producción el estado fitosanitario, etc. la interpretación del análisis foliar se realiza comparando los resultados obtenidos con los valores foliares estándar para cada elemento.

Se a comprobado que el método de fertilización foliar, es de 8 a 10 veces más eficaz que la aplicación directa al suelo. Se utiliza también para superar las limitaciones del suelo en su papel como medio de nutrición.

Las mejores horas para aplicar nutrientes a las hojas son de 7:00 a.m. a las 10:00 a.m., o después de las 5:00 p.m.; es entonces cuando las pequeñas aperturas al revés de las hojas (los estomas) están abiertos. Cuando la temperatura de las 7:00 a.m. es de 27°C o más, no vale la pena rociar, porque surtirá poco efecto. La temperatura óptima es de aproximadamente 22°C.

Cuando el tiempo está muy caliente y seco, hay que efectuarla entre las 2:00 a.m. y 4:00 a.m.

Por lo general, las mezclas para fertilizaciones deberán contener pequeñas cantidades de nitrógeno; éste funciona como electrolito en la condición de nutriente.

Es posible que también sea necesario incluir fósforo para fines de la circulación interna.

En donde sea posible, el pH de la mezcla deberá ser entre 6,2 y 7,7; por lo general se requieren mezclas más bien alcalinas para los retoños; en cambio se requiere de la acidez para la producción de frutas, granos, hortalizas.

Para modificar el pH, se puede agregar bicarbonato para alcalinizar o vinagre para aumentar la acidez. Si sus métodos de aplicación han sido adecuados, los efectos serán evidentes dentro de aproximadamente 48 horas. A veces, con el uso de un refractómetro (grados brix), para medir el contenido de azúcar en los sumos de sus productos, se puede notar la diferencia en un lapso de media hora a 4 horas. En el caso de que la mezcla no penetre, quedando en el suelo, las reacciones pueden durar hasta 15 días para hacerse evidentes.

Procure que la solución para rociar esté muy bien mezclada y que la atomización sea la más fina posible.

El equipo idóneo es el que homogeniza la mezcla, y cuya aspersion cubre un área extensa.

En la nutrición foliar, rige la regla de cantidades mínimas. Es preferible rociar frecuentemente con pequeñas cantidades, que exagerar con grandes cantidades y con menos frecuencia.

Siempre es importante evitar la quemadura de las hojas, la cual ocurre cuando el sol brilla directamente sobre la mezcla recién rociada.

Hay necesidad de agregar un humectante a la mayoría de las mezclas para esparcir mejor las partículas (bajar la tensión superficial), y así evitar la formación de gólicas que actúan como prismas al concentrar los rayos del sol sobre las hojas.



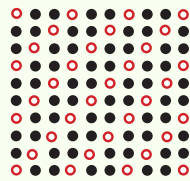


GENERALIDADES PARA TOMA DE MUESTRAS PARA ANÁLISIS DE TEJIDO VEGETAL

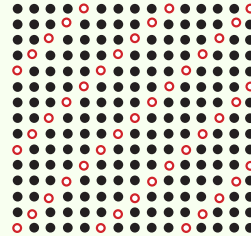
- Tomar muestras 4-6 meses antes de la cosecha con el fin de hacer los ajustes de fertilización.
- No se deben muestrear partes de plantas cubiertas de suelo, polvo, rocío o con exceso de agua.
- No se deben muestrear plantas que presenten daños mecánicos o provocados por insectos.
- No se recomienda muestrear plantas que presentan anomalías fisiológicas causadas por humedades o temperaturas excesivas en el ambiente.
- Cuando hay síntomas o sospecha de una deficiencia nutritiva, un análisis de un tejido vegetal similar de plantas normales en la misma área, puede ayudar en la interpretación. Las plantas a comparar deben ser de la misma etapa de desarrollo.
- Cuando aparecen los primeros frutos o semillas, la concentración de nutrientes de las porciones vegetativas de la planta cambian sustancialmente y no es recomendable su muestreo.
- Después del muestreo, el material se debe colocar en bolsas de papel nuevas, con todas las anotaciones que sirvan para identificar las muestras (fecha, tipo de cultivo, parte de la planta muestreada). En caso de demora para llevar la muestra al laboratorio, y se colocan inmediatamente en refrigeración, **NO CONGELAR**.
- Nunca use un recipiente metálico para guardar muestras porque se pueden contaminar.
- Nunca envíe muestras frescas en bolsas plásticas porque no dejan salir el agua producida en la respiración de la planta. Úsela solo para mantenerla en refrigeración.
- Nunca tome muestras en cultivos que han sido recientemente tratados con fertilizantes foliares.
- En general para reducir la contaminación, el mejor momento para tomar muestras es cuando las plantas se han secado después de la lluvia.
- No se deben seleccionar plantas que han estado bajo largos períodos de estrés climático o nutricional.

MUESTREOS FOLIARES

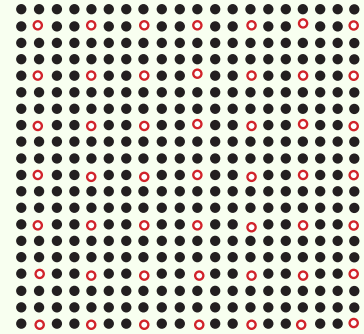
La precisión del análisis depende también del número de submuestras tomadas para formar la muestra compuesta que irá al laboratorio; como se observa en la siguiente gráfica:



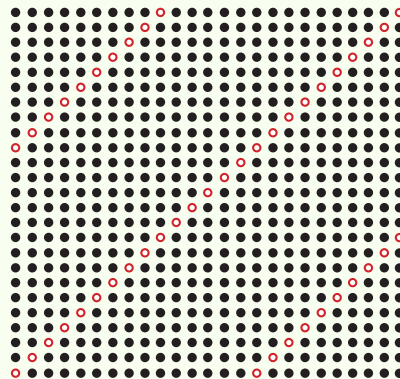
1A



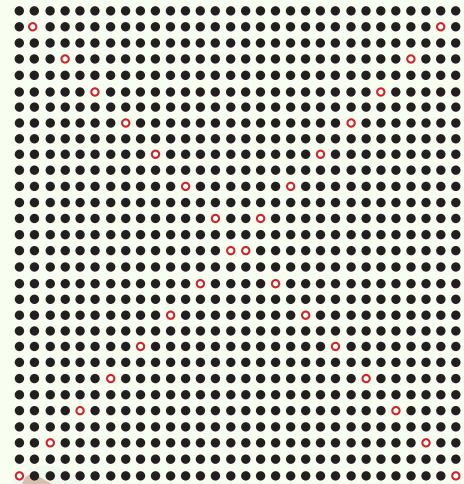
1B



1C



1D



1E

Disposición de los árboles para el muestreo de hojas.

25





RECOMENDACIONES PARA UBICAR EL SITIO DE MUESTREO DE ALGUNOS CULTIVOS

El contenido de elementos varía entre los diferentes órganos de la planta (hojas, pecíolos, granos, tallos, raíces, frutos) y con la edad de los tejidos (hojas jóvenes o viejas) y la edad de la planta. Por estas y otras razones se debe seleccionar muy cuidadosamente que parte(s) se deben tomar para poder hacer un diagnóstico correcto del estado nutricional de la planta.

Debe seleccionarse la hoja u hojas que presentan una correlación más estrecha entre contenido de nutrientes y crecimiento o producción.

26

En general la hoja más aceptada para el muestreo es la recién llegada a la madurez, por considerar que en ella la actividad fisiológica es la más alta y existe un paralelismo entre la acumulación de materia y de nutrientes.

Tómense suficientes plantas individuales o partes de ellas para superar el factor de variabilidad de las plantas.

MUESTREO FOLIARES

Disposición de los árboles para el muestreo de hojas:

- IA.- Disposición** de los árboles a muestrear (• uno de cada tres) en una Subparcela con un número de árboles inferior a 150.
- IB.- Disposición** de los árboles a muestrear (• uno de cada cinco) en una Subparcela con un número de árboles comprendido entre 150 y 250.
- IC.- Disposición** de los árboles a muestrear (• uno de cada nueve) en una Subparcela con un número de árboles comprendido entre 250 y 450.
- ID.- Disposición** de los árboles a muestrear (• uno de cada quince) en una subparcela con un número de árboles comprendido entre 450 y 750.
- IE.- Disposición** de los árboles a muestrear (• uno de cada treinta) en una subparcela con un número de árboles superior a 750.

INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS (FOLIARES)

Los niveles considerados como deficientes indican que el elemento en cuestión no alcanza en el tejido la concentración suficiente para el normal desarrollo de las funciones fisiológicas o procesos metabólicos en el que éste está implicado.

Estas disfunciones producen sintomatologías características en diversos órganos (hojas, frutos, raíces etc.), que con limitaciones, permiten diagnosticar visualmente el estado carencial.

La consecuencia final de todas éstas alteraciones suelen ser una disminución significativa del vigor de la planta, o bien, de la productividad, tamaño y calidad del fruto.

Los niveles denominados bajos, indican que la planta no está absorbiendo el elemento nutriente de forma plenamente satisfactoria y aunque no obligatoriamente deben producirse alteraciones importantes en el desarrollo vegetativo y la productividad, es conveniente prestar atención a la nutrición con éste elemento para no caer en le estado deficitario.

En los niveles bajos puede observarse la sintomatología de la deficiencia en algunas brotaciones, aunque de forma aislada y escasamente intensa.

Los niveles foliares considerados óptimos indican que las hojas que inducen un máximo desarrollo vegetativo no son los mismos que los que producen el mayor rendimiento en la cosecha u optimizan la calidad del fruto.

Las concentraciones foliares altas o excesivas de un determinado elemento indican que éste esta siendo absorbido en cantidades superiores al estrictamente necesario, ya sea por su abundante disponibilidad en el suelo en estado asimilable o por un exceso de fertilización.

En estas circunstancias puede producirse una disminución de la calidad del fruto y también la aparición de carencias por antagonismos en la absorción de otros nutrientes.





RECOMENDACIONES PARA UBICAR EL SITIO DE MUESTREO PARA ANALIZAR DE ALGUNOS CULTIVOS

Naranjos

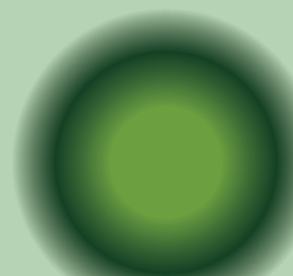
Se toman la 3ª y 4ª hoja con pecíolo, bien desarrolladas de hojas entre 4 y 7 meses de edad en ramas terminales con frutos. De cada árbol se seleccionan 4 hojas en los cuatro puntos cardinales de la planta. La muestra compuesta debe comprender de 100 a 200 hojas, procedentes de 25 a 50 árboles con desarrollo vegetativo homogéneo.



Tomate

Época de floración o primer fruto maduro. 4ª hoja desde la punta. 40 hojas por hectárea.





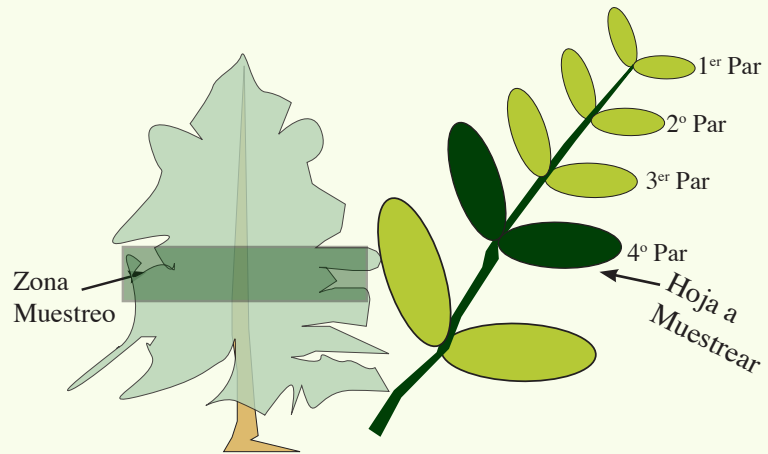


CAFÉ

Hojas enteras del cuarto par de hojas a partir de la punta de la rama. Las ramas seleccionadas son las de la parte media entre el suelo y la copa del árbol.

El muestreo debe comprender los puntos cardinales del árbol.

Las muestras compuestas deben cubrir como mínimo 25 árboles con desarrollo vegetativo homogéneo.

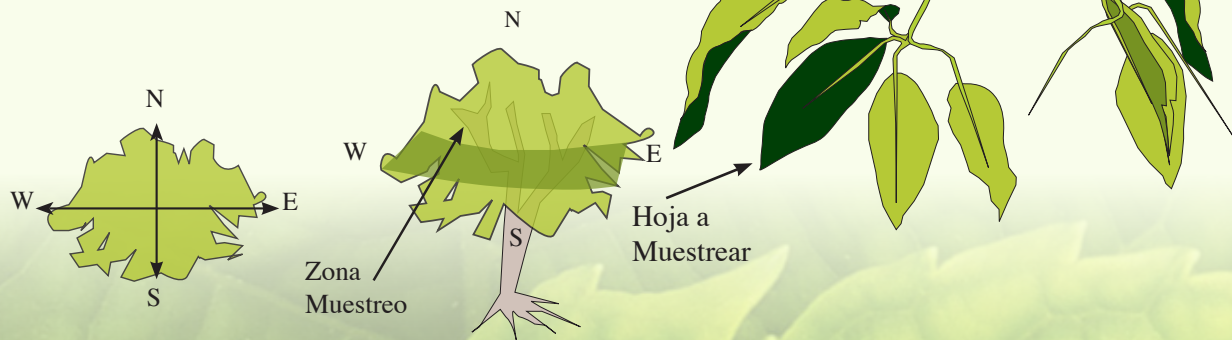


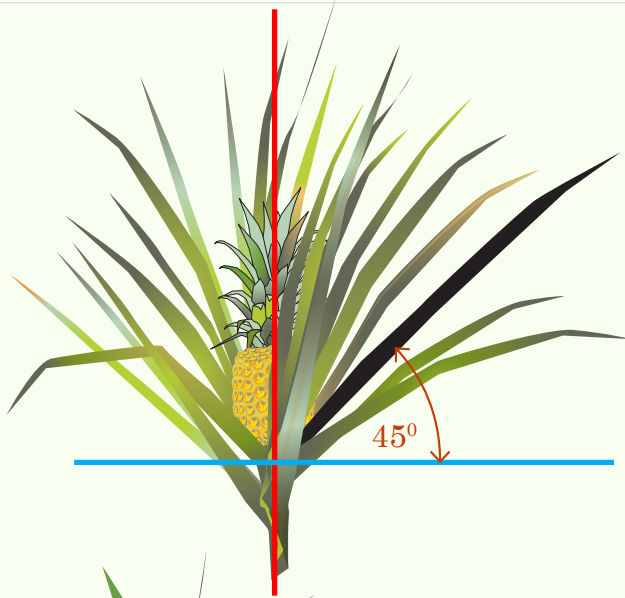
30

AGUACATE

La muestra procede de hojas maduras 3 ó 4 meses, de los brotes de los últimos crecimientos, de los lados del árbol. 4 a 8 hojas por cada lado.

La muestra compuesta debe estar formada por 100 hojas, procedentes de 25 árboles como mínimo.

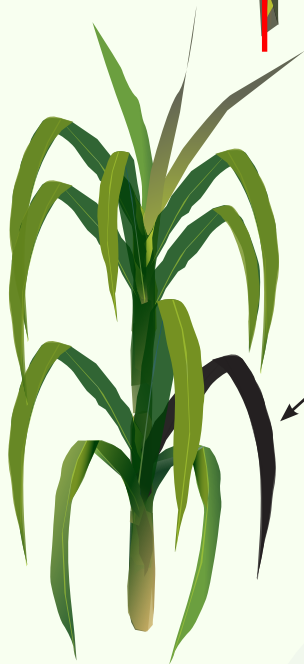




PIÑA

Hoja "D" recién madura, ángulo de 45°, con márgenes de la base paralelas, análisis de la hoja entera o porción sin clorofila de la base. Número de hojas por hectárea mínima 25.

31



CAÑA DE AZÚCAR

A los 4 meses de edad. Tercera o sexta hoja completamente desarrollada de la parte superior de la planta. Se elimina la nervadura central y se conserva el tercio central de la hoja y la yagua. De 25 a 50 plantas por muestra.



PASTO DE CORTE

Antes del espigado o en la etapa óptima para calidad del forraje. Las láminas de las 4 primeras hojas superiores, incluidas la lígula. De 100 a 200 plantas por muestra.



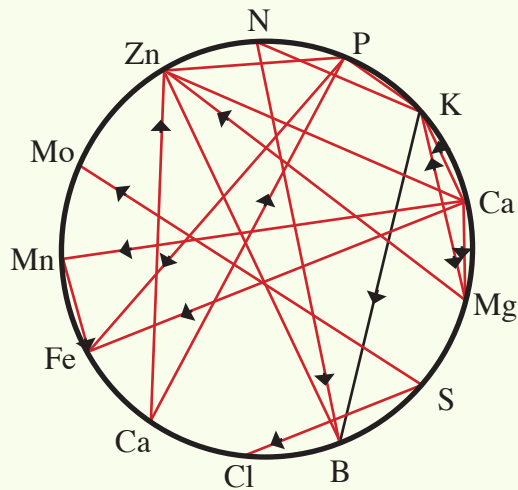


CRITERIOS A TENER EN CUENTA EN LA INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS DEL ANÁLISIS DE TEJIDO VEGETAL.

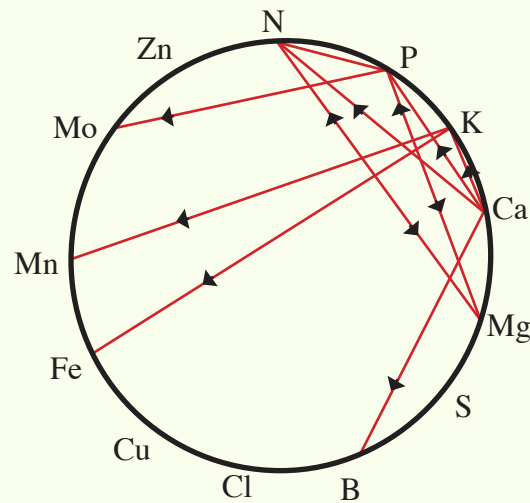
La falta o exceso de un elemento dado, provoca siempre una misma manifestación visible de anomalía, cualquiera que sea la especie considerada, por lo que las funciones ejercidas en la vida de la planta son siempre las mismas: éste es el principio en que se basa el diagnóstico visual, como un método de evaluación de un estado nutricional.

32

Algunos aspectos que ayudan a la interpretación de resultados:



Inhibición o Antagonismo



Sinergismo

Existen igualmente interacciones, entre las cuales se pueden mencionar:

- | | |
|-------------------------------|-------------------------------|
| 1. Zinc – Fósforo | 2. Zinc – Nitrógeno |
| 3. Hierro – Fósforo | 4. Cobre - Fósforo |
| 5. Molibdeno – Fósforo | 6. Molibdeno - Azúfre |
| 7. Zinc - Magnesio | 8. Boro - Calcio |
| 9. Zinc - Calcio | 10. Hierro - Manganeso |
| 11. Hierro - Molibdeno | 12. Cobre - Hierro |
| 13. Cobre - Molibdeno | 14. Cobre - Zinc |
| 15. Nitrógeno - Azúfre | |

La deficiencia de un elemento provoca el exceso o toxicidad de otro y consecuentemente, el exceso de uno produce la deficiencia de otro.

Deficiencia inducida por el exceso de otro:

Exceso de

Nitrógeno Amoniacal
 Calcio (encalado con $\text{Ca}(\text{OH})_2$)
 Potasio
 Nitrógeno nítrico
 Azúfre
 Fósforo
 Manganeso
 Cobre, Cinc
 Aluminio intercambiable
 Boro

Deficiencia de

Calcio, Potasio
 Potasio, Magnesio, Fósforo, Hierro, Boro
 Magnesio, Calcio
 Potasio, Molibdeno
 Calcio
 Calcio, Hierro, Cinc
 Hierro
 Hierro, Manganeso
 Fósforo
 Molibdeno





Función de los Nutrientes

N **NITRÓGENO** Intensifica el color verde, forma el 40 a 50 % de la materia orgánica del protoplasma.

P **FÓSFORO** Transferidor de energía. Interviene en el desarrollo de raíces y maduración de frutos y semillas.

Ca **CALCIO** Activador de enzimas. Constituyente de paredes celulares, ricas en pectato.

K **POTASIO** Activador de enzimas, está en todas las partes de la planta ayudando a crear resistencia a enfermedades y al frío.

Mg **MAGNESIO** Actúa en la asimilación del CO_2 , forma parte de la clorofila, se moviliza de tejidos viejos a nuevos, interviniendo en el crecimiento.

S **AZUFRE** Constituyentes de proteínas y coenzimas. Relacionado con la formación de clorofila.

Función de los Nutrientes

Fe **HIERRO** Interviene en procesos de oxidación de las enzimas, su presencia se relaciona con la clorofila, para evitar clorosis.

Mn **MANGANES** Activador de enzimas, funciona como regulador de hierro en estado ferroso, disminuyendo toxicidad.

Zn **ZINC** Estimula el vigor de las plantas, interviene en procesos de oxidación-reducción. Es activador de enzimas. Mantiene el nivel normal de auxinas.

Cu **COBRE** Juega papel importante en los tejidos de la planta. Actúa como catalizador en las reacciones de oxidación-reducción y reacción de enzimas.

Bo **BORO** Interviene en el desarrollo de las raíces, hojas y botones florales. Esencial en procesos de polinización. Forma parte de las paredes celulares.

Mo **MOLIBDENO** Muy necesario en leguminosas. Esencial para la fijación de nitrógeno y para la utilización de nitratos.

Principales interacciones entre los elementos

Los efectos de los nutrientes sobre los cultivos son interactivos, generándose beneficios superiores con la aplicación conjunta que con la aplicación individual de cada una de ellos.

De la interacción entre nutrientes surge el concepto de “fertilización balanceada”.

Que no es más que el suministro simultaneo de todos los nutrientes necesarios para alcanzar un determinado rendimiento.

- I. **Un bajo contenido de hierro en la planta puede provenir de un pH alto en el suelo, lo que ocasiona la fijación del hierro en el suelo.**
- II. **Un alto contenido de hierro en las hojas disminuye los contenidos de Manganeso, Zinc y cobre.**
- III. **Aplicaciones al suelo de potasio, aumenta en las hojas el potasio, pero el exceso puede disminuir en las hojas el Calcio, el Magnesio y el Boro.**
- IV. **Aplicaciones de Fósforo al suelo, aumenta en las hojas el fósforo y el Manganeso.**
- V. **Aplicaciones al suelo de Nitrógeno, aumenta en las hojas el Nitrógeno y manganeso disminuyendo en éstas el Fósforo y al Boro.**
- VI. **Generalmente un bajo contenido de Nitrógeno implica Fósforo y Potasio también bajo.**
- VII. **Al aumentar el Calcio asimilable del suelo, se reduce el nivel de Boro en la planta, aumentando, los síntomas de deficiencia, o en su caso, disminuyendo los síntomas de toxicidad por el Boro.**





- VIII. Si el Manganeso es alto en las hojas puede generar deficiencias de Hierro.
- IX. Igualmente un nivel alto de Nitrógeno hace decrecer la absorción de Fósforo, Potasio, Calcio, Cobre y Boro, pero aumenta la absorción de Magnesio, Hierro y Manganeso.
- X. La presencia de Magnesio ayuda a la absorción del Fósforo.
- XI. La deficiencia del Zinc, puede ser por exceso de Fósforo o exceso de Potasio.
- XII. El exceso de Cobre puede ocasionar en las plantas una clorosis debido a la falta de Hierro, pues se inhibe esta absorción.
- XIII. La absorción de Molibdeno produce deformación de las hojas y una decoloración en los tejidos de los brotes. La toxicidad se puede controlar con fertilizantes que tengan Azufre o con yeso.
- XIV. Un bajo contenido de Potasio, a menudo induce toxicidad por Hierro, la fertilización Potásica alivia este defecto.
- XV. Toxicidad por Zinc, se puede controlar con encalamiento. (por competencia con iones divalentes).





SERVICIOS

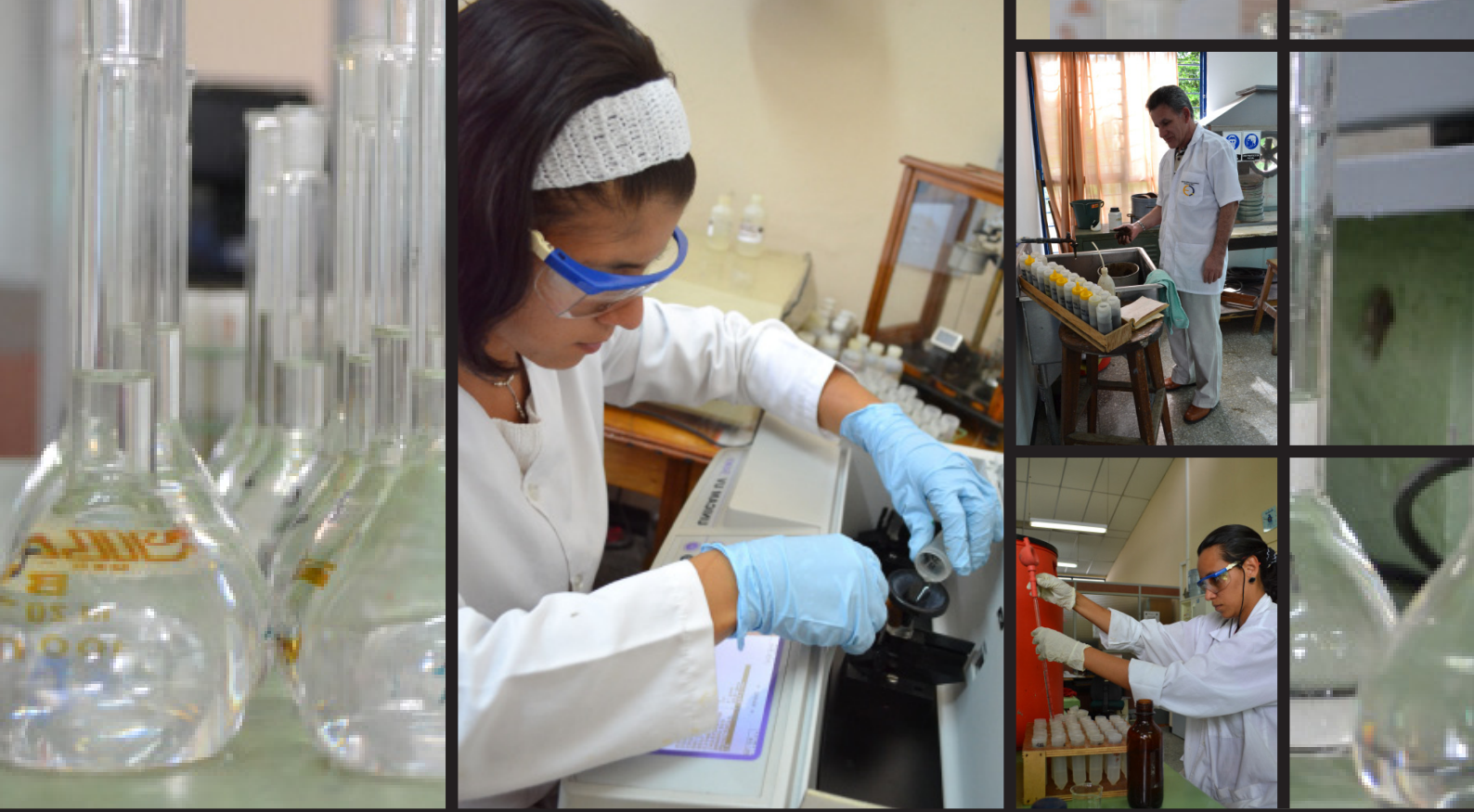
TIPO DE MUESTRA	ANÁLISIS
SUELOS	FERTILIDAD: pH, materia orgánica, Fósforo, Potasio, Calcio, Magnesio, Aluminio. Textura.
	CARACTERIZACIÓN: pH, materia orgánica, Fósforo, Potasio, Calcio, Magnesio, Hierro, Manganeseo, Zinc, Cobre, Aluminio. Textura.
	COMPLETO: pH, materia orgánica, Fósforo, Potasio, Calcio, Magnesio, Hierro, Manganeseo, Zinc, Cobre, Boro, Azufre, Aluminio, Conductividad Eléctrica y textura.
	Capacidad de Intercambio Catiónico (C.I.C)
	Solubles (K, Ca, Mg, Na)
	GRANULOMETRÍA (%Arena, %Arcilla, %Limo)
	DENSIDAD APARENTE
	ÍNDICE DE ENCALADO
	pH en KCl
	HUMEDAD A LA CAPACIDAD DE CAMPO A 0.3 atm.
	HUMEDAD EN EL PUNTO DE MARCHITAMIENTO A 15 atm.
	FOLIARES

37





FERTILIZANTES	Nitrógeno total
	Nitrógeno amoniacal
	Fósforo total
	Potasio, Calcio, Magnesio, Hierro, Manganeso, Zinc, Cobre.
BROMATOLÓGICO	Humedad
	Proteína
	Cenizas
	Fibra
	Extracto etéreo
	EXTRACTO NO NITROGENADO
	ENERGIA BRUTA
	NUTRIENTES DIGESTIBLES TOTALES
ABONOS ORGÁNICOS Según NTC 5167	Potasio, Calcio, Magnesio, Hierro, Manganeso, Zinc y Cobre.
	Humedad
	Proteína
	Cenizas
	pH
	Relación C/N
	Materia Orgánica



Escuela de Tecnología Química

Laboratorio de Análisis de Suelos

Universidad Tecnológica de Pereira



Tel: 3213295

E-mail: gemunera@utp.edu.co



Laboratorio de Análisis de Suelos
Universidad Tecnológica de Pereira

