

## MUESTREO E INTERPRETACION DE SUELOS

POR: ING. WASHINGTON PADILLA G.

El obtener correctamente las muestras de suelo es la etapa más importante en el análisis del mismo, pues debemos tener en cuenta el axioma de que "El análisis no debe ser mejor que la muestra".

El objeto del muestreo de suelos es el de obtener información de la totalidad de un terreno en base de una parte del mismo, la cual está representada por una muestra.

Se denomina muestra representativa, a la muestra compuesta proveniente de varias submuestras, tomadas en distintos sitios de un lote hasta cubrir toda el área del terreno en estudio.

En vista de la variabilidad de los suelos es imposible obtener un método que satisfaga plenamente el muestreo, pero es obvio que la mayor precaución que se tome al obtener la muestra influirá enormemente en los resultados de los análisis.

Para poder obtener resultados en los análisis, que se ajusten a la realidad del terreno es necesario que éste esté bien representado en una muestra, porque si hacemos la siguiente consideración veremos que la cantidad de suelo que en realidad se utiliza para un análisis representa una billonésima parte de la totalidad.

Una hectárea de suelo a 20 cm. de profundidad y con densidad aparente de 1 tiene un peso de 2'000.000 de Kg. Por lo tanto en un terreno de una extensión de 2.5 hectáreas tendremos un peso de 5'000.000 de Kg. La muestra que tomamos de este terreno posee un peso de 0.5 Kg. = 500 gramos, la misma que equivale a una parte en 10 millones; pero en el laboratorio la cantidad necesaria de muestra para el análisis es de solamente 5 gramos lo cual representa una parte en 1 billón es decir en 1.000 millones de partes del suelo.

La marcada heterogeneidad que presentan los suelos es uno de los mayores obstáculos que debemos atravesar para obtener una muestra representativa de los mismos, y esta heterogeneidad se debe a los fac-

tores que influyen en la formación de los suelos.

Según Jenny (1944) el suelo es una función de 5 factores de formación, siendo éstos los siguientes:

$$S = f (R, O, C, Re, T).$$

R = Roca

O = Organismos

C = Clima

Re = Relieve

T = Tiempo

1. La roca. o material parental o de partida que queda expuesta a los meteoros no siempre es la misma y reacciona de manera diferente a su acción, lo que puede producir suelos con características propias.
2. Los organismos. juegan un papel importante en la formación de los suelos ya que intervienen en los procesos de meteorización de las rocas, formación de humus, formación de los agregados del suelo, mineralización de diferentes elementos y liberación de los mismos minerales arcillosos.
3. El clima actúa sobre las rocas para formar los materiales de partida de los suelos. Los procesos desarrollados en esta transformación son físicos, químicos y biológicos, su acción conjunta se conoce con el nombre de meteorización de las rocas. El clima actúa también sobre los residuos de organismos (restos de plantas y micro-organismos y cadáveres de animales) para formar el humus, conjunto de procesos conocido como humificación.
4. El relieve regula el desague externo y por esta razón determina las relaciones entre el agua y el aire que influye en la formación del suelo, específicamente los fenómenos de oxidación y reducción. El relieve regula en parte también el grado de erosión del suelo o sea la cantidad que se acumula al pie de las mismas.

5. El tiempo o la edad en que han podido actuar los factores que hemos considerado es también importante e influye, como hemos dicho en el grado de evolución a que han llegado los suelos,

#### Factores que intervienen en el muestreo

En el muestreo de los suelos intervienen varios factores entre los cuales tenemos a los siguientes:

1. Profundidad
2. Tamaño o extensión del terreno
3. Número de submuestras
4. Influencia del cultivo
5. Época de muestreo
6. Frecuencia de muestreo
7. Manejo del terreno

#### 1. Profundidad

La profundidad a la que deben ser tomadas las muestras de suelos varía según el tipo de cultivo que será sembrado en el terreno que ha sido muestreado, y es así como al hablar de cultivos tradicionales (maíz - papa - trigo - cebada, etc.) la profundidad más adecuada de muestreo es la de 15 a 20 cm. que es la que comprende la capa arable con la cual trabajamos y porque a estas profundidades se sabe que llegan las raíces de la mayor parte de estos cultivos.

Cuando se hace un muestreo de suelos para saber el estado de fertilidad con fines de establecimiento de potreros la profundidad a la que se debe tomar la muestra es de 8 a 10 cm.

Si se necesita saber el estado de fertilidad del suelo con fines de establecimiento de árboles frutales el muestreo deberá hacerse a dos profundidades a 20 y 40 cm.

El contenido de los elementos nutritivos varía de acuerdo a la profundidad, por ejemplo:

Profundidad cm.	meq./100 gr.			ppm.	%
	Ca.	Mg.	K.	P	M.O.
0 - 15	1.05	0.23	0.19	80	1.1
15 - 35	0.40	0.01	0.10	14	0.4

El P y los cationes tienden a acumularse en las capas superficiales, no sucediendo lo mismo con el N y el S que más bien se localizan en las capas inferiores a excepción de las formas orgánicas.

En este capítulo debemos hacer la consideración de características adversas que nos obligan a hacer muestreos a diferentes profundidades, así tenemos que se puede encontrar problemas en el subsuelo por presencia de Al el mismo que da la característica de acidez a los suelos; la salinidad de los suelos es otro grave problema y se caracteriza por la acumulación de las sales solubles en la superficie del suelo y esto varía según el estado de humedad o en épocas de lluvia y sequía; otra condición de los suelos es la presencia de sodio conociendo a estos suelos como alcalinos.

## 2. Tamaño o extensión del terreno

La variabilidad de la fertilidad no está relacionada con la distancia y es así como se pueden encontrar diferencias marcadas a pocos metros de distancia de un punto a otro.

Cuando queremos hacer el muestreo de un terreno con una extensión bastante grande, debemos subdividir a éste de acuerdo a sus condiciones diferenciales es decir se deberá hacer tantas divisiones como diferencias tenga el mismo. Se ha tratado de establecer una medida tope para cada subdivisión, por ejemplo, la de 5 has., pero esto es muy relativo.

## 3. Número de submuestras

El número de submuestras dependen de la variabilidad del terreno que muestreemos, pero es mucho más exacto el resultado cuando sacamos ma

por cantidad de éstas.

Así mismo se ha determinado el número de 15 a 20 submuestras o muestras simples que deben ser tomadas para formar una muestra compuesta.

#### 4. Influencia del cultivo

Cada uno de los cultivos extraen del suelo cantidades diferentes de los elementos nutricionales determinando con esto que las condiciones en que quedan los suelos después de cada cosecha sean también diferentes.

En un campo que tiene cultivos aún en crecimiento nos es fácil observar los problemas que presentan dichos suelos, por medio de síntomas visuales de deficiencias o por determinadas características, en cambio cuando el cultivo es ya maduro es muy difícil poder observar los problemas del suelo.

Debemos recordar también que los cultivos pueden estar removiendo los elementos del suelo y pueden causar alteraciones en los análisis.

Por todas estas razones el cultivo anterior tiene mucha influencia en el muestreo de los suelos, para ciertos cultivos se debe determinar una época de muestreo según la edad del mismo.

#### 5. Época de muestreo

La época del año también ejerce su efecto en los resultados de los análisis. Todos los suelos tienen sales solubles y éstas se encuentran en menor cantidad en épocas húmedas que en épocas secas y esta variación afecta el pH que medimos, la descomposición de la M.O. cambia también con la época del año y altera los resultados de los análisis en el laboratorio.

#### 6. Frecuencia del muestreo

Debido a que los cultivos arrancan del suelo los elementos minerales que le sirven para su crecimiento, es necesario realizar un análisis periódico de dichos suelos para saber el estado en el que se encuen-

tran antes de establecer un nuevo cultivo, por esta razón se aconseja muestrear los suelos y hacer análisis de los mismos después de cada cosecha para conocer las cantidades que deben ser adicionadas al suelo para restituir los elementos que han sido extraídos y de esta forma no agotar sus reservas.

#### 7. Manejo del terreno

El manejo del terreno influye también en el muestreo, un suelo virgen o no cultivado es más heterogéneo que un suelo que ha sido trabajado y por esta razón se debe hacer muestreos por separado cuando en un terreno encontramos esta diferenciación de suelos.

#### Cómo tomar una muestra de suelo

Para tomar una buena muestra de suelo es necesario seguir las siguientes normas:

- a. Elaborar un plano o croquis del terreno en donde se va a sembrar.
- b. Señalar en el plano las áreas que muestren condiciones semejantes de suelo; por ejemplo: igual pendiente, color, vegetación, drenaje, etc.
- c. En cada área no mayor de 5 hectáreas se tomarán de 15 a 20 submuestras siguiendo un camino en zig - zag a fin de abarcar toda el área. Luego se mezclarán cuidadosamente estas submuestras de suelo y se tomarán 2 libras aproximadas de la mezcla. Esta muestra compuesta será la que se enviará al Laboratorio como "representativa" de esa área.
- d. Se remitirán al Laboratorio tantas muestras como áreas diferentes haya en el terreno.

Además, se debe recordar lo siguiente :

- a. No se debe mezclar muestras de diferentes áreas.
- b. Al tomar muestras de un campo que ha sido recientemente fertilizado, tenga cuidado de no tomar muestras de los sitios en donde los fertilizantes fueron aplicados.
- c. No se tomarán muestras en estos lugares:
  1. Al pie de las cercas o zanjas
  2. Lugares de acumulación de materiales vegetales o estiércol
  3. Lugares donde haya habido quemas frecuentes
  4. Zonas muy pantanosas

Las muestras de suelo pueden ser extraídas de diferente manera y con diferentes herramientas, tales como:

Pala, tubo, barreno, machete o azadón

Además son necesarios:

- a. Un balde para recoger y mezclar las submuestras
- b. Cajas de cartón o bolsos de plástico para poner las muestras.
- c. Hojas de papel para identificar las muestras.

Para tomar la muestra se debe seguir los siguientes pasos:

- a. Limpiar bien la superficie del sitio donde se tomará la muestra.
- b. Para la mayoría de los cultivos la profundidad adecuada de toma de muestras es la de arado (20 cm.). En pastos la profundidad no debe pasar de los 10 cm.
- c. Si no se dispone de tubo o barreno, se toma muestra con pala de la siguiente manera:

1. Se hace un hueco en forma de "V" de 20 cm. de profundidad.
  2. De uno de sus lados se toma una "tajada" de 2 - 3 cm. de espesor.
  3. Con cuchillo se quita los bordes, dejando una tajada de 5 cm. de ancho, y se lo deposita en el balde.
  4. Se repite esta operación en los 10 ó 15 sitios del área de la que se quiere tener información.
  5. Se mezcla bien estas submuestras en el balde y se toma una porción de más o menos 2 libras.
  6. Se procederá de la misma manera en las otras áreas de la finca.
- d. Las muestras así obtenidas se colocarán en bolsas plásticas o cajitas de cartón. En cada bolsa o caja, se anotará la "identificación", de la muestra señalando el número de la misma y el lugar de donde fue tomada.

Es muy importante añadir un hoja de informe o descripción de la muestra que ayudará al análisis químico y a las recomendaciones.



INFORMACION DE LA MUESTRA \_\_\_\_\_

Nombre: \_\_\_\_\_

Dirección donde se enviarán los resultados \_\_\_\_\_

Nombre de la granja \_\_\_\_\_

Localización de la granja: Parroquia \_\_\_\_\_ Cantón \_\_\_\_\_

Provincia \_\_\_\_\_ Altura \_\_\_\_\_ Lluvias \_\_\_\_\_

Topografía \_\_\_\_\_

Terreno de riego o seco: \_\_\_\_\_

Profundidad de toma de muestra \_\_\_\_\_

Identificación de la muestra: Nº Laboratorio \_\_\_\_\_ Lote Nº \_\_\_\_\_

Muestra Nº \_\_\_\_\_ Cultivo anterior \_\_\_\_\_

Rendimiento que obtuvo por hectárea \_\_\_\_\_

Fertilización anterior \_\_\_\_\_

Enmiendas: Cal \_\_\_\_\_ Estiercol \_\_\_\_\_ Otras \_\_\_\_\_

Cultivo a sembrarse \_\_\_\_\_ Fecha de siembra \_\_\_\_\_

Qué rendimiento espera? \_\_\_\_\_ Si va a fertilizar

un cultivo perenne diga qué edad tiene \_\_\_\_\_

Indique si usará semillas mejoradas \_\_\_\_\_ Insecticidas \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_ Herbicidas \_\_\_\_\_ Fungicidas \_\_\_\_\_

### Muestreo de plantas

Es muy difícil de representar el estado de la planta con una muestra.

Para realizar un muestreo de plantas, necesitamos primeramente conocer qué tipo de información es la que buscamos porque según esto se tomará una parte de la planta para analizar o se necesitará de toda la planta para cubrir con tal o cual información, así por ejemplo si queremos conocer la absorción del nutriente total debemos muestrear toda la planta siguiendo una técnica determinada, o si necesitamos conocer el estado nutricional de algún elemento, se trata de una técnica de diagnóstico para indicar deficiencia y para esto se requiere conocer qué parte de la planta debemos muestrear.

La planta experimenta cambios constantes y esto es lo que hace aún más difícil el muestreo.

Para hacer un muestreo de toda la planta como sucede en los experimentos de invernadero necesitamos conocer la edad exacta a la que debemos realizar el corte de la misma.

En igual forma cuando tenemos que tomar solamente una parte de la planta como las hojas por ejemplo, necesitamos también tener en cuenta la edad de la planta y el estado de maduración de las hojas ya que las hojas demasiado jóvenes o demasiado maduras no nos darán una información muy correcta.

En el caso por ejemplo del maíz, se recomienda sacar la sexta hoja empezando desde arriba, en el momento que empieza la floración o formación de la espiga, el muestreo se hace en esta época debido a que el traslado de los nutrientes de la hoja hacia la mazorca que se localiza en el lado opuesto de ésta no es muy fuerte como sería si el muestreo se haría más tarde con lo cual se perderían muchos de los nutrientes que necesitamos determinar.

El muestreo se debe siempre realizar a la misma edad para tener una información homogénea.

Al igual que en suelos se debe realizar un muestreo con muestras compuestas con unas 20 hojas, se puede considerar una muestra normal.

### Interpretación de los análisis de suelos y plantas

La mayoría de los laboratorios de análisis de suelos dividen los resultados obtenidos en dos o más clases con el propósito de hacer recomendaciones sobre fertilizantes. La base que se tiene para definir las diferentes clases (como por ejemplo, Muy bajo, Bajo o Medio) es generalmente subjetiva o arbitraria.

La interpretación de análisis requiere de muchos conocimientos e informaciones que contribuyen a dar la interpretación definitiva, por esta razón el análisis de un laboratorio no puede ser interpretado por otro laboratorio si este no tiene pleno conocimiento del problema.

"La interpretación no puede ser mejor que los datos en las cuales ésta fue basada". Estos datos deben ser recopilados, analizados e interpretados científicamente.

La información es una base fundamental para poder llegar a hacer buenas interpretaciones de los problemas.

Para poder llegar a una interpretación correcta de los resultados necesitamos primeramente hacer una recopilación de información sobre el terreno o campo en el que vamos a trabajar y para esto debemos seguir un plan de trabajo el mismo que tiene su comienzo en el laboratorio para pasar luego al invernadero y por último al campo.

Antes de poder interpretar datos, tenemos que asegurarnos que:

1. Se cuente con todos los datos necesarios.
2. Que los datos hayan sido recopilados por los mejores métodos disponibles.
3. Que los datos sean correctos.

Para hacer esto, empezamos por seleccionar cuidadosamente sitios o lugares para pruebas de campo en las zonas de producción. Una vez que se haya seleccionado un lugar representativo de una área grande de suelo y se cuente con la cooperación de un agricultor de la zona, se procede a tomar muestras de suelo las mismas que nos sirven como un tanteo del área de prueba. En estas muestras se analizan todos los elementos que sea posible determinar.

Una vez que se ha escogido la ubicación y ésta reúne todos los factores que deseamos tales como uniformidad, alcance en fertilidad natural, etc., entonces se procederá a tomar muestras de mayor volumen para estudios de laboratorio e invernadero.

Cuando se realiza análisis de suelos para determinar el estado de fertilidad, desde el punto de vista de disponibilidad de diferentes elementos nutritivos para las plantas, partimos de la base teórica de que existen ciertos niveles "críticos" en relación con la solución extractora usada.

Denominamos nivel crítico al punto bajo el cual se espera una respuesta económica a la aplicación de fertilizantes, o sobre el cual hay menos respuesta lo que depende de la capacidad del suelo para proveer un nivel disponible del elemento, y de la relación o el balance de suministro del elemento en relación con todos los otros.

Para poder llegar a la obtención aproximada del nivel crítico debemos hacer uso de resultados y datos de otros laboratorios, luego empezamos la investigación realizando estudios de fijación de cada uno de los elementos en el suelo para lo cual nos valemos de la técnica de la edición de cantidades crecientes de los elementos a volúmenes iguales del mismo suelo para luego de transcurrido un tiempo de incubación, estas muestras sean analizadas y determinadas cada uno de los elementos en estudio.

Conocemos teóricamente que mientras más cantidad de un elemento es añadido al suelo, más alta debe ser la extracción del mismo pero en la práctica no sucede así, sino que depende del poder de fijación de cada suelo para determinado elemento.

A continuación se da a conocer en la Fig. # 1 curvas típicas de fijación de fósforo.

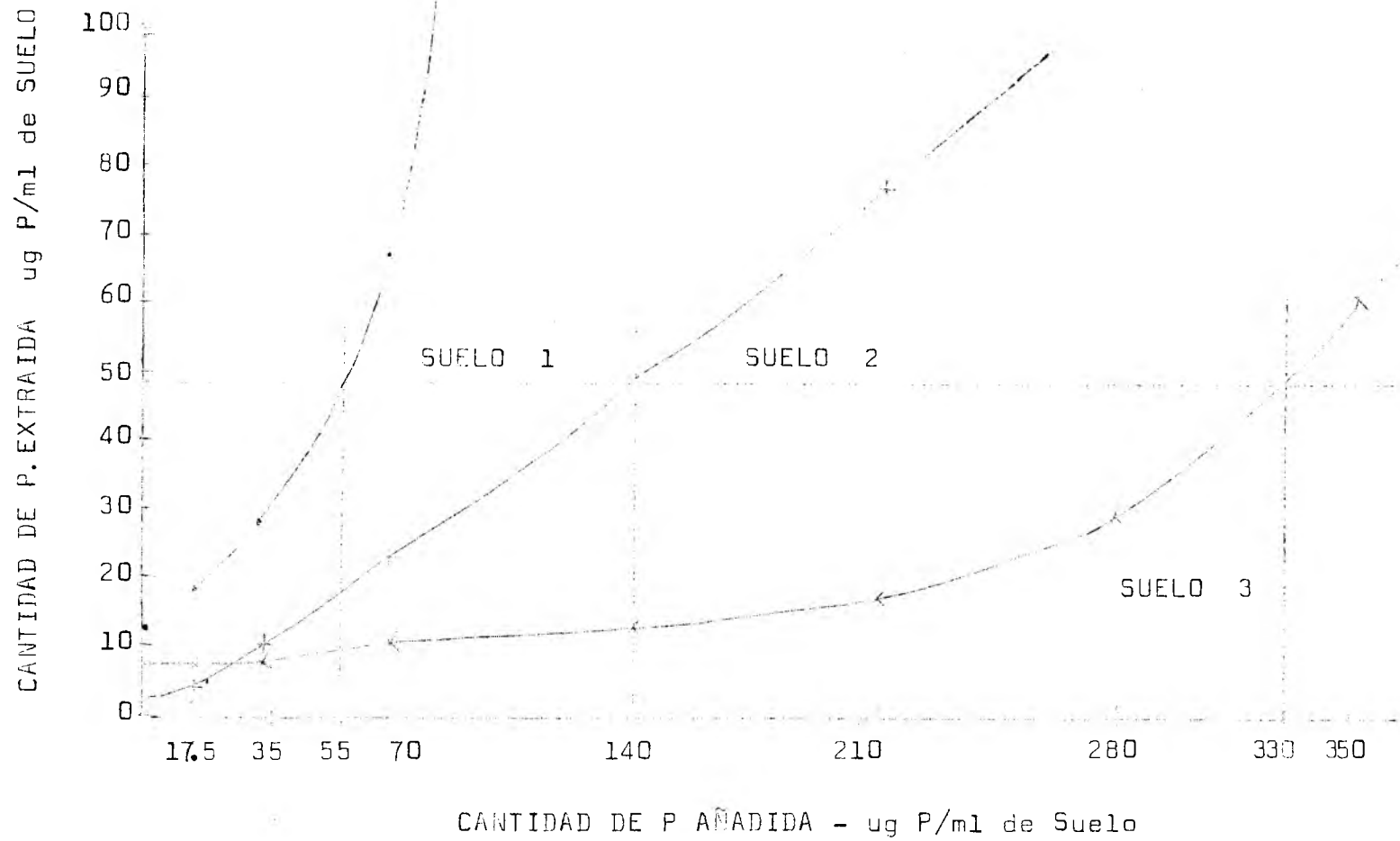


Fig. 1 CURVAS TÍPICAS DE EXTRACCIÓN DE P PARA TRES SUELOS DIFERENTES

Con estas curvas se puede determinar la cantidad de elemento que necesita ser añadida al suelo para elevar el nivel del elemento extractable a un punto tres veces mayor que el nivel crítico conocido o establecido tentativamente para el elemento.

Elevando el contenido del nutriente extraído del suelo tres veces el nivel crítico, se intenta proveer de cantidades adecuadas pero no exageradas o tóxicas a la planta. Por ejemplo, usando como nivel crítico de P extraído por la solución extractante modificada de Olsen 16 ug. de P/ml., la figura 1 muestra las cantidades de P que podrían ser añadidas a estos suelos para llevar el P extractable a 48 ug. P/ml. (tres veces el nivel crítico) y así se puede observar que el suelo "1" requerirá una adición de 55 ug P/ml. de suelo, el suelo "2", 140 ug P/ml. de suelo y el "3", 330 ug P/ml. de suelo.

Ahora bien si se hiciera una edición constante a estos tres suelos es decir, sin tomar en cuenta los resultados de las curvas de fijación, digamos por ejemplo que añadimos 100 ug P/ml. de suelo tendríamos que el suelo "1" va a tener más P y va a estar fuera del balance; el suelo "2" va a tener una cantidad escasamente adecuada para las plantas, y el suelo "3" va a seguir teniendo una cantidad muy por debajo del nivel crítico y por lo tanto no proveerá una cantidad adecuada a las plantas.

Para poder trabajar bajo este mismo criterio con todos los elementos se realiza este tipo de curvas para cada uno de ellos.

Para el trabajo de invernadero son utilizados los resultados de las curvas de fijación para determinar las cantidades que debemos agregar de cada uno de los elementos y así obtenemos tratamientos seleccionados.

Las primeras pruebas que se realizan en el invernadero sirven para detectar la deficiencia de los elementos. Esto se puede hacer por medio de una serie de tratamientos tomando como base un completo y de éste quitando un elemento diferente en cada maceta, es decir, siguiendo la técnica del elemento faltante.

El tratamiento completo se ajusta a ser tal de acuerdo con el análisis del suelo y las curvas de fijación.

Si la fertilidad del suelo natural es tres veces más alto que los niveles críticos en cada elemento, el tratamiento completo no recibirá la fertilización con el elemento que haya sobrepasado dicho nivel porque se podría causar toxicidad, pero será añadido a la maceta que normalmente no recibiría dicho nutrimento, para estar seguros que no hay respuesta al mismo.

Cuando se recoge la cosecha, hacemos las siguientes medidas y cálculos:

$$\% \text{ Rendimiento} = \frac{\text{completo} - \text{elemento}}{\text{completo}} \times 100$$

Con el porcentaje de rendimiento y el valor del análisis de suelo para un elemento determinado, tomando el fósforo como ejemplo, hacemos la gráfica de Cate y Nelson.

Como se muestra en la Figura # 2 cada punto representa un experimento diferente con distintos suelos, la técnica usada trata de ubicar el mayor número de puntos en los cuadrantes positivos, sin embargo, hay ocasiones en que existen varios puntos dentro de los cuadrantes negativos indicándonos con esto que estos suelos presentaron algún problema en el desbalance de nutrientes o toxicidad, el método de extracción de los mismos no fue el más adecuado, o presentan problemas mineralógicos.

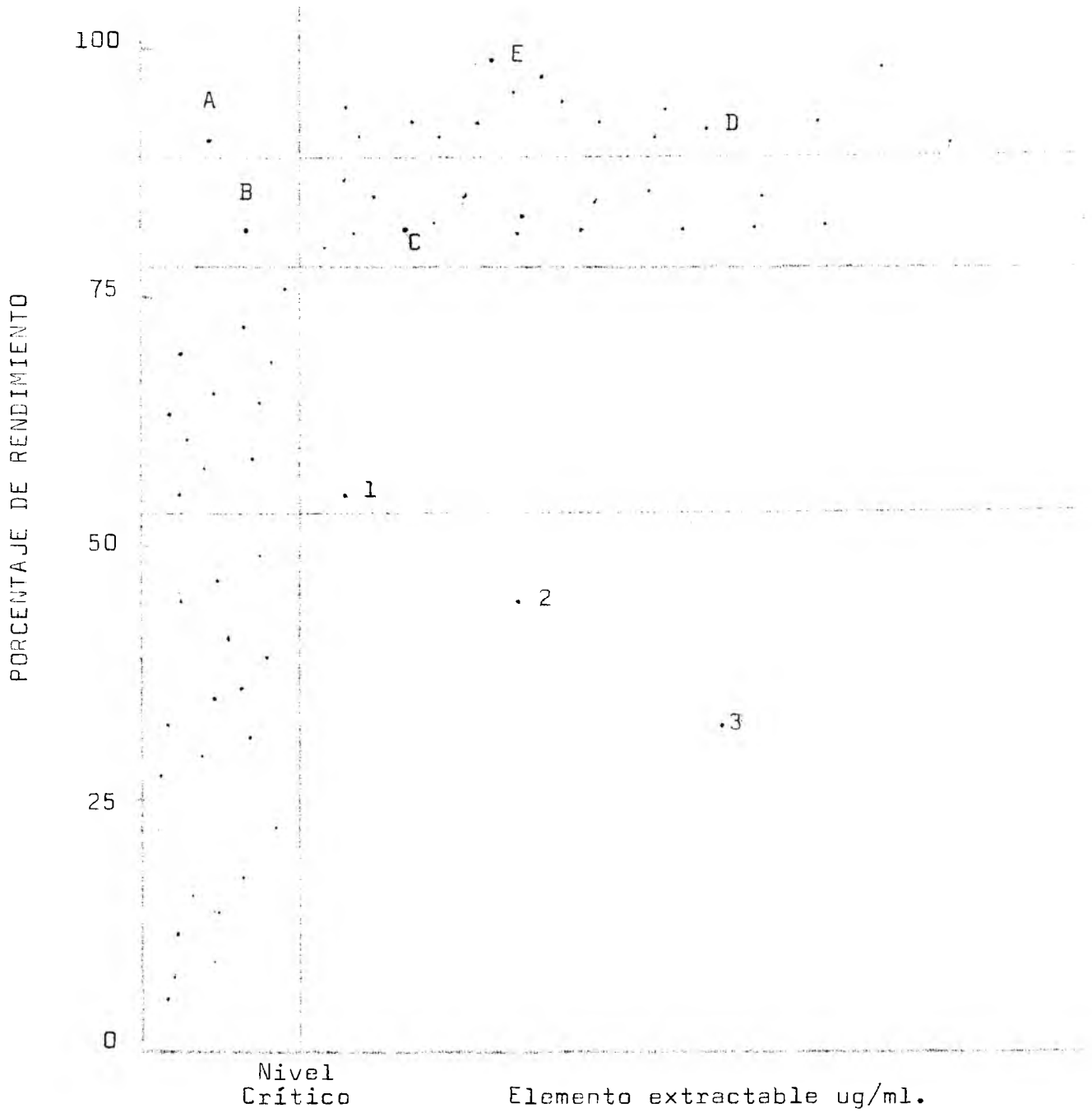
Pero no obstante se puede establecer un nivel crítico en forma rápida y correcta.

Toda esta información nos servirá luego para hacer las interpretaciones debidas.

Una vez que se determina la deficiencia de elementos se hace un estudio de niveles, con el fin de determinar qué cantidad debe añadirse al suelo para cubrir la deficiencia.

Es importante recordar que los análisis de tejidos de las plantas que crecieron durante las pruebas de invernadero nos sirven para obtener los niveles críticos para la concentración de los elementos dentro de la planta.

Fig. 2                      GRAFICA DE CATE - NELSON





Sin embargo, debemos indicar que el método utilizado para analizar las muestras de tejidos de plantas determina la concentración del elemento en la planta. El uso de una clase de concentración indica que estamos midiendo algo en un volumen o cantidad determinada; esto puede dar falsas ideas si no se tiene cuidado en las observaciones e interpretaciones. Muchas veces plantas más pequeñas, achaparradas por la limitación de un elemento, tienen una concentración de elementos más alta que una planta de crecimiento normal. Esto se debe a que hay más espacio en las hojas más grandes para la dilución de los elementos.

Este efecto de concentración y dilución es real, y presenta dificultades a la persona que realiza las interpretaciones de los resultados de análisis de plantas, por esta razón es necesario hacer la comparación entre los análisis de suelos y de plantas.

En el campo, se estudiaron los niveles de todos los elementos que han respondido al tratamiento en el invernadero, se tiene que investigar cuánto, cuando y qué agregar al suelo para cosechas específicas para que el agricultor tenga una operación económica y un beneficio elevado.

WP/xmg.