

37
2 5/11



Universidad Nacional Autónoma de México

FACULTAD DE QUIMICA



EXAMENES PROFESIONALES
FAC. DE QUIMICA

ANALISIS QUIMICO DEL SUELO DE LA REGION DE GUASCARO, ESTADO DE MICHOACAN.

T E S I S

Que para obtener el título de:

Q U I M I C O

P r e s e n t a :

JORGE SAHAGUN PARTIDA



UNAM – Dirección General de Bibliotecas Tesis Digitales Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS © PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis está protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

INDICE

CAPITULO I - INTRODUCCION

CAPITULO II - GENERALIDADES

- Definición de suelo.
- Muestreo y preparación de la tierra.
- conceptos generales del contenido de manganeso en el suelo.
- Conceptos generales del contenido de nitrógeno en el suelo.
- Conceptos generales del contenido de fierro en el suelo.
- Conceptos generales del contenido del aluminio en el suelo.
- Conceptos generales del contenido de magnesio en el suelo.
- Conceptos generales del contenido de fósforo en el suelo.
- Conceptos generales del contenido de potasio, sodio y calcio en el suelo.
- Conceptos generales del contenido de materia orgánica en el suelo.
- Conceptos generales de porcentaje de espacio poroso.
- Conceptos generales del pH en el suelo.

- Conceptos generales de textura del suelo.
- Conceptos generales de conductividad eléctrica en -- el suelo.
- Cantidad normal de elementos esenciales en el suelo.

CAPITULO III - PARTE EXPERIMENTAL

Análisis químico:

- Preparación de la muestra.
- Determinación del contenido de manganeso.
- Determinación del contenido de nitrógeno nítrico.
- Determinación del contenido de nitrógeno amoniacal.
- Determinación del contenido de fierro.
- Determinación del contenido de aluminio.
- Determinación del contenido de magnesio.
- Determinación del contenido de fósforo.
- Determinación del contenido de potasio, sodio y calcio.
- Determinación del contenido de materia orgánica.

Análisis físico y fisicoquímico:

- Determinación del pH del suelo.
- Determinación del porcentaje de espacio poroso.
- Determinación de la conductividad eléctrica del suelo.
- Determinación de la textura del suelo.

CAPITULO IV - RESULTADOS.

CAPITULO V - CONCLUSIONES.

CAPITULO VI - BIBLIOGRAFIA.

CAPITULO I

INTRODUCCION

El suelo en general está constituido por una mezcla compleja de distintas sustancias orgánicas, inorgánicas, agua y aire cuya composición varia de acuerdo con las condiciones climatológicas.

El análisis químico del suelo anteriormente carecía de importancia, ya que no se explotaba la tierra a su máxima capacidad, debido a que no existía el problema de su empobrecimiento, al no utilizar la rotación de cultivos para obtener el mayor provecho de este.

Pero actualmente tiene gran importancia ya sea para adaptar el cultivo adecuado o en la utilización de fertilizantes, al balancear su composición teniendo como consecuencia un mayor rendimiento en las cosechas, evitando a la vez el uso en exceso e inadecuado tanto de la tierra como del fertilizante.

En la actualidad existen métodos analíticos rápidos y específicos para una determinación cuantitativa de los elementos existentes en el suelo.

La instrumentación con que se cuenta en la actualidad, facilita grandemente el desarrollo de los métodos analíticos para obtener resultados mas rápidos y exactos que los métodos clásicos usados anteriormente.

Ahora bien, quizá el mayor problema que se presenta para el químico, es encontrar la manera adecuada de extraer los elementos del suelo.

Para resolver este problema se utilizan diversas disoluciones extractoras. Resolviendo este problema, se busca el método analítico más conveniente y se procede a realizar el análisis.

Para este trabajo se utilizarón tierras de la región de Guascaro, estado de Michoacán, realizando la parte experimental en el laboratorio de análisis Instrumental de la facultad de Química de la U.N.A.M.

El principal objeto de realizar este trabajo es de proporcionar datos precisos de las condiciones reales de estas tierras, para evaluar y poder resolver los problemas específicos que se presentan, como el aprovechamiento de los nutrientes para plantas y recomendar el tratamiento adecuado.

GENERALIDADES

2.1.- Dar una definición general del concepto suelo es muy difícil, ya que existen en el mundo una gran cantidad de estos. Aunque esta palabra se deriva del latín: SOLUM que significa piso o superficie de tierra.

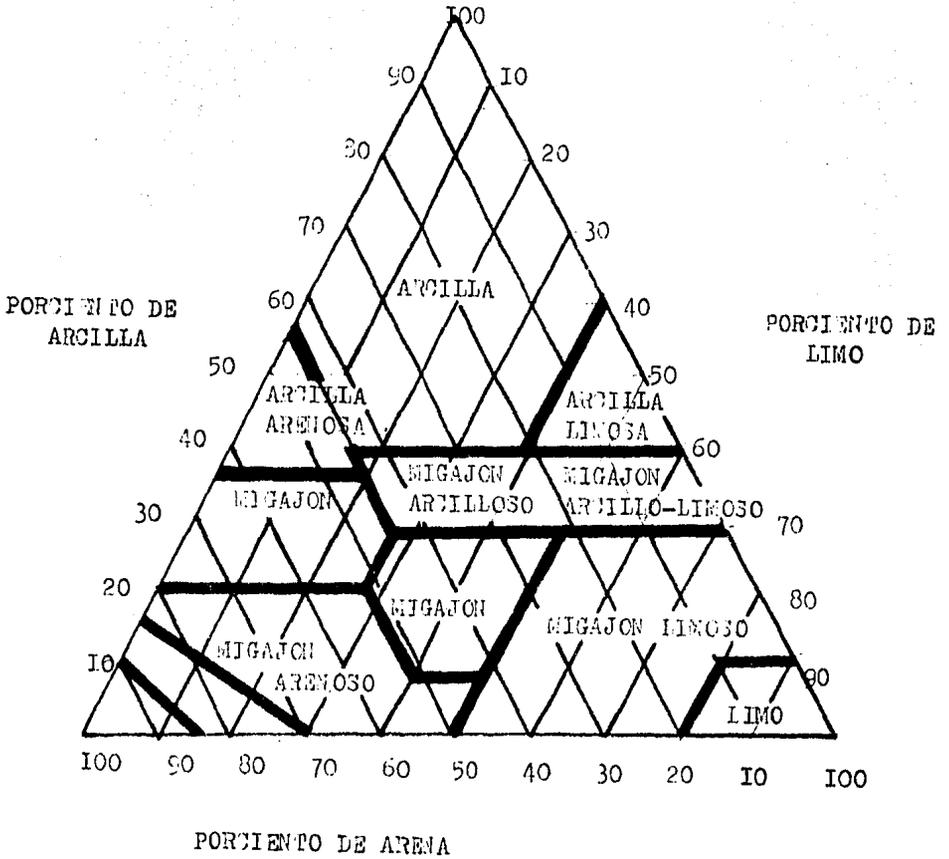
Algunas de las definiciones más comunes de suelo son:

- a) Superficie suelta de tierra que se distingue de la roca sólida.
- b) Material que alimenta y sostiene el crecimiento de las plantas.
- c) Medio en el cual crecen los cultivos.
- d) Material que soporta las cimentaciones, carreteras etc.

En este caso en particular se hará referencia al suelo como el material que alimenta y sostiene el crecimiento de las plantas, debido a que el análisis se realice en una tierra destinada a la agricultura.

La composición del suelo en grandes rasgos está dada por materia mineral, materia orgánica, agua y aire.

La manera más común de clasificar los suelos es por medio de la textura, o sea por los diferentes porcentajes de arena (partículas minerales o rocas con diámetro de 2 a 0.05 mm), limo (partículas minerales con diámetro de 0.05 a 0.002 mm.) y arcilla (partículas minerales con diámetros inferiores a 0.002 mm.) que se encuentren presentes. El cuadro No. I muestra las diferentes tipos de suelo debido a su tamaño de partícula.



Cuadro No. 1 triángulo de textura del suelo
 Clasificación textural (USDA).

Para que en un suelo se produzcan buenos cultivos se deberá tener, entre otras cosas, un abastecimiento adecuado de todos los nutrientes esenciales que las -- plantas toman del suelo, entendiendo por esenciales los elementos que necesita la planta.

Los elementos esenciales se dividen en dos grupos; elementos mayores y elementos menores.

Los elementos mayores son:

carbono, hidrógeno, oxígeno, nitrógeno, fósforo, potasio, calcio, magnesio y azufre.

Y los elementos menores son:

manganeso, cobre, zinc, molibdeno, boro, cloro -- y hierro.

En la tabla No. I se muestra la cantidad aproximada de algunos de los elementos esenciales que necesitan algunos cultivos.

También hay que tener especial cuidado con la erosión ya que es un factor importante en la pérdida de -- los nutrientes.

Los principales tipos de erosión son tres, la erosión geológica, la causada por el agua y la causada -- por el viento.

El tipo de erosión que se refleja más es la causada por el agua, esta erosión causa cinco tipos diferentes de pérdidas o daños.

1) La pérdida de agua causante de la erosión. Esta agua podría aprovecharse en la producción de los -- cultivos si, en lugar de correr sobre la superficie, -- se infiltrara en el suelo.

2) El suelo arrastrado por la erosión con frecuencia deja de ser de valor en la producción de cultivos, y además, el suelo remanente, del que se ha eliminado el suelo superficial o arable, disminuye mucho su productividad.

3) Frecuentemente el suelo arrastrado causa mucho daño en especial durante la formación de zanj~~as~~ y barrancas, una capa de subsuelo estéril se puede depositar sobre el área de suelo productivo reduciendo, por lo tanto, su capacidad para la producción de cultivos.

4) Otro daño resultante de la formación de zanj~~as~~ es la división de los campos en pedazos irregulares.

Al hacerse más profundas, estas zanj~~as~~ impiden el buen uso de implementos agrícolas, de lo cual resultan grandes inconvenientes y pérdidas de eficiencia en el cultivo de la tierra, en la siembra y en la cosecha.

5) El suelo removido por la erosión puede depositarse en los ríos, bahías y vasos de almacenamiento, favoreciendo las inundaciones, impidiendo la capacidad de almacenamiento de agua.

El fenómeno de erosión consta de dos procesos:

a) Liberación o separación de partículas de suelo o de grupos de partículas de la mesa principal del suelo.

b) El transporte o eliminación de éstas partículas o grupos de partículas de su posición original.

Los tipos de erosión causadas por el agua se dividen en cuatro categorías: batido, láminas, arroyuelos y cárcavas.

La intensa sustracción de nutrientes por las cosechas de estos últimos tiempos como las grandes pérdidas de nutrientes por disolución en las aguas, producen un descenso continuo y considerable en estas substancias que solo por adición del hombre se pueden compensar. -

En las condiciones prácticas de cultivo de plantas debemos esforzarnos en mantener la fertilidad del suelo reponiendo de continuo: 1) La cal tan necesaria, que es arrastrada en grandes medidas por el lavado del suelo - 2) Las substancias orgánicas que parte se oxidan fuertemente como humus nutritivo y que por esta oxidación proporcionan el ácido carbónico necesario para transformar el carbonato de calcio en bicarbonato y dan al suelo - los importantes iones calcio.

TABLA # I CONTENIDO APROXIMADO DE NUTRIENTES EN LOS CULTIVOS (lb / ac*).						
CULTIVO	N	P	K	Ca	Mg	Mn
Cebada	35	7	8	I	2	0.03
Maíz	135	23	33	16	20	0.09
Avena	50	9	13	2	3	0.12
Trigo	50	11	13	I	6	0.46
Soya	90	9	42	40	18	0.03
Frijol	75	11	21	2	2	0.03
Jitomate	120	18	133	7	11	0.13
Algodón	40	9	13	2	4	0.11
Tabaco	75	7	100	75	18	0.55

* ac: acre que equivale a 0.40468 hectáreas.

Muestreo y preparación de la tierra

1.- Toma de muestra.

El análisis químico del suelo se hace con el fin de obtener información acerca de su composición.

La toma de muestra hay que hacerla correctamente' ya que de ella depende que los resultados sean correctos.

También es importante realizar una inspección del terreno a muestrear con el fin de efectuar un diagrama, en el que se muestran las características de la zona; como son: distintas parcelas, cultivos, textura y el color del suelo, tratamientos de fertilizantes, así como las zonas cercanas que no se utilicen para el cultivo' por ejemplo: carreteras, vías férreas, caminos, poblaciones etc... como el que se muestra en la figura No.1

Teniendo el plano, se procede a hacer un diagrama mostrando el número de muestras, así como la forma y el orden en que se tomaron.

Se debe tomar una muestra por cada porción de terreno que tenga características similares y por lo menos cada dos hectáreas.

Teniendo decidido el lugar donde se toma la muestra, se enumeran las bolsas de tela o papel, donde se guardará la tierra, y entonces se inicia la recolección

Las muestras de suelo, generalmente, se recogen a una profundidad de 0-20 cm, por alguno de los procedimientos siguientes.

a) Utilización de una barrera de 35-40 cm de longitud, cuya parte roscaada, como mínimo, debe tener 3.5 cm de diámetro. Se toma la muestra introduciendo la barrera en el suelo hasta unos 20 cm de profundidad y se tiran de ella hacia arriba, pasando el suelo adherido a una bolsa numerada.

b) Utilizando una sonda, que consiste en un tubo cilíndrico, cuya parte inferior es cilíndrica, de 20 cm de longitud, que termina en punta afilada.

Después de introducirse en el suelo, por rotación sobre un eje, permite extraer una parte de suelo desde la superficie hasta unos 20 cm de profundidad.

c) Utilizando una pala lisa. Se toma una rebanada delgada de suelo de un hoyo cavado, que tenga forma de v.

2.- La preparación de la tierra.

La preparación de la tierra principalmente consta de tres pasos, que son: desecación, molienda y tamizado.

a).- Desecación: Las muestras de suelo se suelen ' secar parcialmente al aire, ya que las determinaciones que se hacen no son afectadas cuando las muestras se - secan de esta manera con el objeto de almacenarlas.

b).- Molienda: La molienda es necesaria para poder realizar el tamizado.

Primero se separan los terrones muy grandes y las piedras, después con un rodillo, con un mortero de ág^ata o con una mano de mortero de caucho se tritura la - tierra.

c).- Tamizado: Solo tienen valor agrícola las par - tículas que tienen un tamaño promedio menor de 2 mm de diámetro, en cuya superficie se verifican casi la tota - lidad de las reacciones del suelo, lo que es indispen - sable pasar la tierra por un tamiz que tenga orificios circulares de 2 mm de diámetro.

Terminado este proceso se prosigue a realizar el ' análisis.

3.- CONCEPTOS GENERALES DEL CONTENIDO DE LOS SIGUIENTES ELEMENTOS.

1.- MANGANESO.

Tiene papel importante en los sistemas activadores enzimáticos de las plantas. Interviene en el mecanismo de asimilación del nitrógeno y como activador de reacciones oxido-reducción, descarboxilación e hidrólisis.

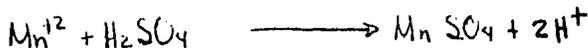
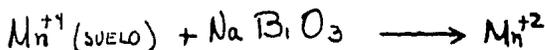
Se necesita para la síntesis de la clorofila.

Su utilización por la planta está correlacionada; un exceso de manganeso causa la inactivación del hierro.

Con la ausencia de suficiente manganeso, algunas plantas sufren enanismo. Asociada a este efecto se presenta la clorosis (cuando las hojas tienen un color amarillo claro excepto en las nervaduras) en hojas superiores de las plantas.

La porción asimilable se extrae con acetato de amonio y el método utilizado para su valoración es, la colorimetría del permanganato de potasio.

Reacciones:



II.- NITRÓGENO

Es un elemento esencial, en la nutrición vegetal, quizá ningún otro elemento ha recibido tanta atención, en estudios relativos a la nutrición vegetal como el nitrógeno.

Se encuentra en grandes cantidades en las partes jóvenes de las plantas, más que en las partes viejas y es especialmente abundante en las hojas y semillas. El nitrógeno es un constituyente de cualquier célula viva y, por lo tanto, su contribución a la vida animal y vegetal es evidente. Es parte de muchas proteínas las cuales actúan como enzimas y también es parte de la molécula de clorofila.

Una deficiencia de nitrógeno es evidente por una pérdida gradual de clorofila que se hace notorio por la presencia de color verde pálido amarillo, por un crecimiento lento y reducido desarrollo.

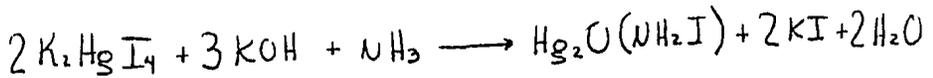
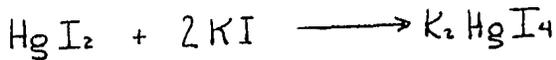
La abundancia de nitrógeno promueve el crecimiento rápido con un mayor desarrollo de hojas y tallos color verde oscuro. Una de las funciones más importantes del nitrógeno es el aumento de crecimiento de las partes vegetativas aéreas, aunque este crecimiento no puede llevarse a cabo si no hay presentes cantidades adecuadas de fósforo y potasio.

La mayor parte del nitrógeno que se encuentra en el suelo está en forma orgánica, ordinariamente se presentan cantidades relativamente pequeñas, en forma de compuestos de amonio y nitratos que son las formas asimilables.

El ión amonio experimenta un equilibrio de fijación en los silicatos en caso 2:1, particularmente en las especies fuertemente cargadas existentes entre las capas vermiculita.

El método utilizado en este trabajo es el recomendado por Peach.

Reacciones



III.- FIERRO.

El fierro es importante en los sistemas enzimáticos de las plantas, se necesita para la síntesis de -- clorofila.

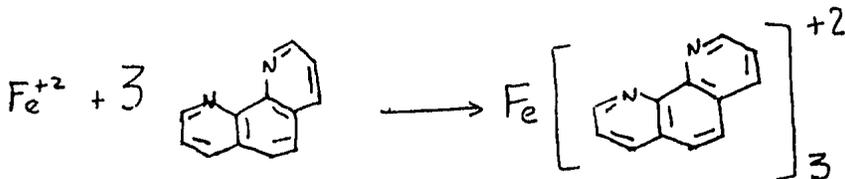
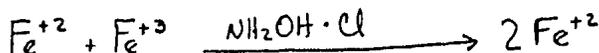
Las plantas que carecen de fierro tienen las hojas de un color amarillo claro, el cual es más evidente en las hojas jóvenes, a esta enfermedad se le da el nombre de clorosis.

En las células vivas la mayor parte del fierro se encuentra en forma de porfirinas. También en enzimas-- como la citocromo-oxidasa que es reguladora de la res-- piración en las plantas.

Para determinar el fierro cangeable en suelos, se considera su capacidad de ser fácilmente soluble en -- ácidos diluidos ó su facilidad de reducción. La deter-- minación de fierro mediante la orto-fenantrolina es -- un método sensible.

El fierro se determina previa reducción al estado ferroso mediante el cloruro de hidroxilamina y forma-- ción subsiguiente de un complejo ferroso con la orto-- fenantrolina, que es un compuesto de color rojo.

Reacciones:



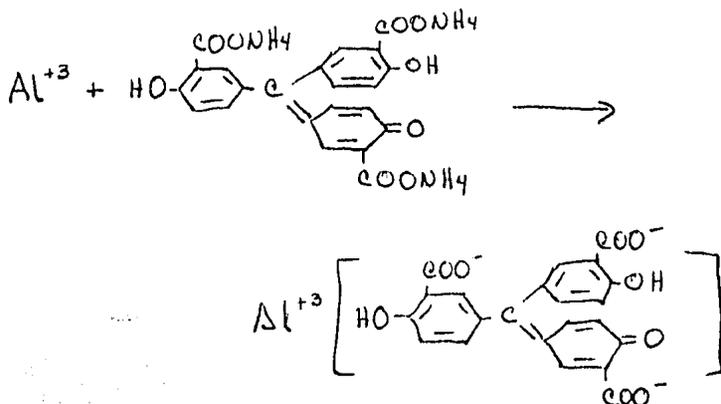
IV.- ALUMINIO

El aluminio es muy asimilable en suelos fuertemente ácidos y éste restituye el crecimiento radicular en muchos subsuelos.

El método de aluminón, para la determinación del mismo fué adoptado en este sistema, a causa de su sensibilidad. El color rojo del aluminón (ácido aurín -- tricarbóxico), con el aluminio se desarrolla lentamente, como consecuencia de la formación de un compuesto quelado por lo que tarda alrededor de 20 min.

La interferencia por parte de los cationes y de los aniones es muy amplia con la determinación del aluminio, razón por la que es necesario que el catión sea separado en forma prácticamente pura.

Reacciones:



V.- MAGNESIO.

Este elemento está activo en los sistemas enzimáticos, forma parte de la molécula de clorofila, por lo que se considera un elemento esencial. También presentan clorosis las plantas por la falta de magnesio.

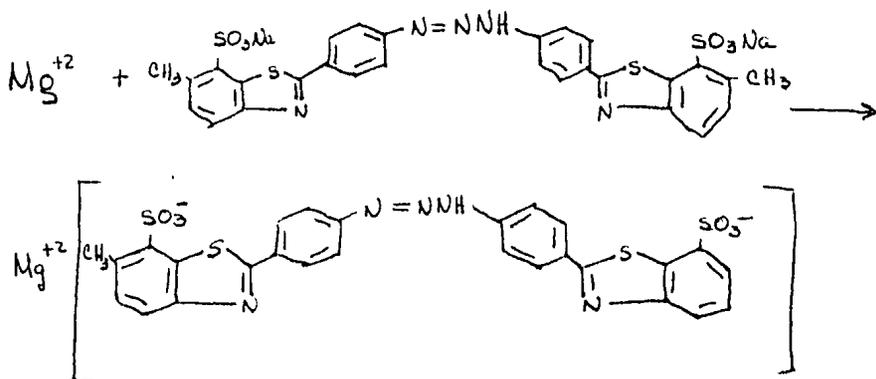
Ayuda en la translocación del fósforo en los vegetales, así como en varias enzimas catalizadoras del metabolismo de los hidratos de carbono.

Como pasa con otros nutrientes, la deficiencia de magnesio, se presenta con una decoloración característica de las hojas, algunas veces, debido a la falta de magnesio, se presenta una defoliación prematura.

La fracción de magnesio que tiene interés es la asimilable, pues el resto difícilmente interviene en la nutrición de las plantas.

El método utilizado en este trabajo es el del amarillo de tiazol.

Reacciones:



VI.- FOSFORO.

Los cultivos intensivos agotan el fósforo asimilable que tiene gran importancia en la nutrición vegetal.

Está presente en las semillas en cantidades mayores que en cualquier otra parte de la planta sin embargo, se encuentra en gran proporción en las partes jóvenes de crecimiento.

Forma parte de fosfolípidos, nucleoproteínas y de la fitina, esta última es una forma de reserva, tanto de las plantas como de los animales.

Por lo tanto, es necesario para las transformaciones normales de carbohidratos en las plantas, por ejemplo: el cambio de almidones en azúcares. El fósforo -- también es necesario para la asimilación de las grasas -- e incrementan la eficiencia de los mecanismos cloroplásticos.

Parece que el fósforo acelera la madurez más que otros nutrientes y un exceso estimula una maduración -- temprana.

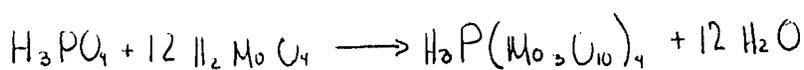
La deficiencia de fósforo se caracteriza por plantas más desarrolladas tanto de raíces como de la parte aérea.

Para determinar el fósforo asimilable se requiere de muchos ensayos biológicos por lo que se recurre a métodos químicos que los amplifican, el principal problema para la determinación es encontrar una solución extractiva que separe del suelo cantidades semejantes de fósforo a las que separa una planta.

A continuación se indican las más conocidas.

SOLUCION EXTRACTIVA	CONCENTRACION (N)	TIEMPO DE AGITACION	pH	VOL. EN SOL. EXTRACTIVA POR g DE SUELO
FNE_3 NEUTRA	0.05	1 h	7	50
FNE_3 ACIDA	0.03 en HCl	40s	-	50
AC. ACETICO	2.25% V/V	2 h	2.6	40
SOL DE TROUG	H_2SO_4 0.002 $\text{CCN}(\text{NH}_4)_2 -$ SC_4 / LITRO	30 m	3	200
LACTATO CALCICO	0.02 en HCl	2 h	3.6	50
BICARBONATO SODICO	0.5 L	30 m	8.5	20

Reacciones:



VII.- POTASIO, SODIO, CALCIO.

Potasio.- El potasio desempeña una parte importante en muchos de los procesos fisiológicos vitales en la planta, sin embargo, la naturaleza exacta del mecanismo por medio del cual funciona el potasio no es conocida.

Es esencial en todos los procesos metabólicos celulares y en forma aparente tiene un papel específico ya que influye en la absorción de algunos otros elementos minerales, al regularizar el grado de respiración afectando la relación de transpiración, y es posible - que también influya en la acción de las enzimas y ayude en la síntesis y translocación de los carbohidratos.

El potasio tiene un efecto de equilibrio sobre los resultados de un exceso de nitrógeno. Aumenta la síntesis y translocación de los carbohidratos; de este modo incrementa el espesor de las paredes celulares y la resistencia del tallo. Algunas veces se manifiesta una deficiencia por rompimiento del tallo. También incrementa el contenido de azúcar en la remolacha azucarera y en la caña de azúcar. Los mayores rendimientos de materia seca de estos dos cultivos pueden obtenerse con grandes dosis de fertilización nitrogenada, pero la mayor producción de azúcar resulta de aplicaciones moderadas de nitrógeno y del nivel suficiente de potasio aprovechable.

Los cultivos de los cuales se aprovecha la raíz, - tales como la papa, tienen también altos requerimientos de potasio. Un follaje menos succulento se produce por un buen abastecimiento de potasio que reducen las enfermedades.

Una deficiencia de potasio que generalmente se presenta en la mayoría de las plantas son las "hojas que mudan". Aunque en este caso la coloración amarillenta corre del borde hacia la parte central de la hoja.

La mayor parte del potasio existente en el suelo forma minerales como las micas y feldepastos y solo -- una pequeña parte se encuentra en forma intercambiable o como sales solubles.

La fijación del potasio se facilita cuando el catión forma parte de silicatos laminares como vermiculita con lo cual se dificulta el intercambio.

Sodio.- La falta de sodio no es problema, lo que no sucede cuando hay exceso. Un suelo salino forma -- suspensiones coloidales lo que presenta características físicas inadecuadas. (estos suelos se encuentran en las regiones áridas).

La cantidad de sodio aceptable para la mayoría de los cultivos se encuentra entre uno y cincuenta entre uno y cincuenta ppm.

El efecto del sodio puede evaluarse por el porcentaje de sodio intercambiable (PSI), por medio de la siguiente relación.

$$\text{PSI} = \frac{\text{Meq. de Na intercambiable/ 100 g de suelo}}{\text{Meq. de cap. de cambio cationico/100g de suelo}} \times 100$$

Cuando el PSI es mayor del 15% existe un nivel tóxico. tambien para determinar cuantitativamente el sodio existe la relación de absorción de sodio (RAS).

$$\text{RAS} = \frac{\text{Na}}{\frac{(\text{Ca} + \text{Mg})}{2}}$$

Cuando el RAS es mayor que 8 se recomienda agregar yeso al suelo.

Calcio.- En forma de pectato de calcio, es parte de las paredes celulares y es necesario para el crecimiento de los meristemas. También existe en los vegetales en forma de oxalatos.

La falta de calcio se presenta como una deformación y desintegración de la porción terminal de la planta.

Cuando hay una deficiencia, el calcio de los tejidos más viejos no puede tomarse facilmente para ser empleado en el nuevo crecimiento. Se han establecido los síntomas de deficiencia para muchas plantas en invernaderos pero no en el campo.

El calcio cangeable es el que interesa y puede determinarse en el extracto de NH_4OAc facilmente por medio del procedimiento de valoración con oxalato-cerato.

También puede determinarse el calcio total elemental de los suelos, de los tejidos vegetales, en los análisis de agua o procedentes de otras fuentes.

También la valoración volumétrica con soluciones de la sal disódica del ácido etilendiamin-tetraacético, la fotometría de llama y la espectrofotometría de absorción atómica.

VIII.- MATERIA ORGÁNICA

Lo que distingue a un suelo de una roca.

El carbonato se encuentra en los suelos formando parte de 4 tipos de materiales orgánicos y minerales.

a).- Carbonatos minerales.

Principalmente CaCO_3 y MgCO_3 ; pero se presentan también pequeñas cantidades muy activas o importantes! de CO_2 y también de HCO_3^- y $\text{CO}_3^{=}$, iones derivados de -- los carbonatos más solubles.

b).- Formas muy condensadas de carbono (carbón vegetal, grafito, carbón de huya.)

c).- Residuos de plantas, animales y microorganismos denominados humus.

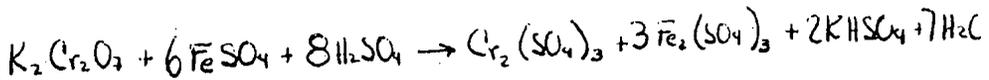
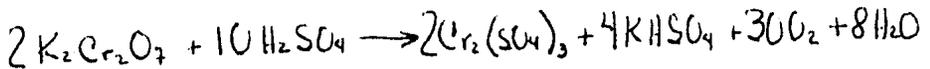
d).- Residuos orgánicos poco alterados de vegetales, animales y microorganismos vivos y muertos, que sufren descomposiciones bastante rápidas en los suelos.

Evidentemente el carbono total de los suelos incluye estas 4 formas. El carbono orgánico total incluye! las tres últimas formas, siendo eliminadas las formas! minerales por lavado con un ácido reductor antes de la determinación del carbono orgánico. La determinación! mas reproducible del carbono orgánico es la que incluye las 3 formas en que se presenta sin intentar su -- fraccionamiento. La materia orgánica químicamente activa que se encuentra relacionada con la génesis del - suelo y su fertilidad incluye las formas c y d.

Por ello algunas veces se realizan esfuerzos para eliminar la forma b, también debe establecerse una diferencia entre la materia orgánica mas vieja, de la mas reciente y que constituye el humus propiamente dicho, y los residuos orgánicos, que quedan sometidos a una descomposición rápida con lo que dejan disponibles sus elementos nutrientes para las cosechas. Aún cuando el fraccionamiento o distinción entre las distintas formas de materia orgánica del suelo supone una pérdida en la reproductibilidad de las medidas.

El método utilizado en este trabajo es el de la valoración con sulfato ferroso amoniacal.

Reacciones



IX.- DETERMINACION DEL pH.

Quizás la propiedad física más importante de un suelo, como medio destinado al cultivo de plantas, sea el valor de su pH o (concentración de los iones hidrógeno), tan familiar es este concepto para los químicos del suelo que el término (valor del pH del suelo) se suele interpretar como entidad, sin referencia a su definición fundamental, es decir, directamente como el potencial medido mediante un electrodo. Además de esto, la actividad que tienen en los suelos, los otros iones que intervienen en la nutrición vegetal depende en gran medida de la del pH.

La cantidad de cal que necesitan los suelos depende del ajuste de la actividad de los iones hidrógeno y de las actividades asociadas de los demás cationes metálicos y de los aniones calcio y algunas veces de los iones magnesio como tales. Las actividades de varios cationes distintos del hidrógeno se han medido directamente mediante un método semejante a la medida de la actividad de los iones hidrógeno mediante el electrodo de vidrio.

por lo general, los suelos de las regiones húmedas son ácidos y el de las regiones áridas son alcalinos.

Los suelos que son propicios para el cultivo de vegetales tienen un pH que oscila entre 5.5 - 7.5 .

Cuando el valor de pH es menos de 5, puede indicar una deficiencia o indisponibilidad de calcio, magnesio, aluminio y níquel.

Cuando el valor del pH es mayor a 8.5 indica la presencia de carbonato de sodio y/o sodio intercambiable, la solución a este problema es agregar yeso, azúfre u otros materiales ácidos.

X.- CONDUCTIVIDAD ELECTRICA.

La medida de la conductividad eléctrica de las -- aguas naturales o de los extractos obtenidos de los -- suelos permite establecer una estimación aproximadamente cuantitativa de la cantidad de sales que contienen.

Los extractos de suelos, particularmente los obtenidos aplicando una relación entre la cantidad de agua y la del suelo tratado, constituyen una medida menos -- exacta ya que el tratamiento puede extraer mas sales -- de las que realmente se encuentran presentes en estado de libertad cuando el suelo contiene la humedad propia del campo.

Además, las especies iónicas extraídas pueden ser diferentes a las que se encuentran presentes en las disoluciones del suelo.

Por ejemplo, es posible que la cantidad de calcio y sulfato de un suelo que contenga yeso, sea unas cinco veces mayor que el extracto 1:5 que en un extracto de 1:1 si se encuentra presente CaCO_3 , los iones HCO_3^- y Mg^{+2} aumentan con la dilución siendo desplazado el -- último por iones Ca^{+2} disueltos a partir de CaCO_3 .

El contenido de Na^+ puede llehar a ser el doble -- del extracto 1:5 que en el 1:1. La hidrólisis de sodio intercambiable aumenta hasta cierto punto con la dilución.

La concentración de cloruros y nitratos decrece -- más de los que corresponde a la dilución de la suspensión efecto que es atribuido a una absorción negativa, o a la presencia de agua ligada a los coloides que no actuan como disolvetes.

El aumento de las cantidades de sulfato, extraídas al aumentar la dilución de las suspensiones de un suelo, ha sido atribuido a la sustitución de sus aniones.

Como quiera la relación suelo-agua tiene influencia sobre la cantidad y composición de las sales extraídas, es necesario especificar la relación suelo-agua empleada al expresar los resultados de los análisis. -

La extracción del suelo con el contenido natural de humedad es la que da la medida más exacta de la cantidad de sales solubles en el suelo. El tanto por ciento de saturación correspondiente a la humedad del suelo se encuentra relacionado con las cantidades de humedad del mismo, el campo proporciona una escala de salinidad del suelo simple, basada en la conductividad eléctrica, obtenida para los extractos de esta dilución o contenido de humedad y el contenido de humedad máximo a que el suelo mismo puede emplearse para regular la relación suelo-agua para la extracción.

XI.- ESPACIO POROSO.

El espacio poroso es importante porque los poros del suelo están totalmente llenos de agua y aire, el agua y el aire (gases) también se mueven a través de los espacios de los poros.

Así pues, la provisión de agua y de oxígeno para el crecimiento de las plantas y la tasa de movimiento del agua en el suelo están juntas, tanto el peso como el espacio poroso varían de horizonte a horizonte, al igual que lo hacen otras propiedades del suelo y ambos son afectados por la textura y la estructura del mismo.

El porcentaje del espacio poroso en un suelo puede ser calculado a partir de la densidad aparente y la densidad de las partículas, si ambas están expresadas en las mismas unidades. La siguiente fórmula de porcentaje del suelo constituido por partículas sólidas.

$$\frac{\text{Densidad aparente}}{\text{Densidad de las partículas}} \times 100 = \% \text{ de sólidos}$$

Si a 100 se le resta el valor del % de sólidos da como resultado el % de espacio poroso.

$$\% \text{ de espacio poroso} = 100 - \% \text{ de sólidos.}$$

XII.- TEXTURA.

El tamaño relativo de las partículas del suelo -- se expresa mediante el término textura, el cual se refiere al grado de finura o al grosor. Mas específicamente, la textura es proporción relativa de arena, limo y arcilla. La proporción y magnitud de muchas reacciones físicas y químicas en los suelos están gobernadas por la textura, debido a que ésta determina el tamaño de la superficie sobre la cual ocurren las reacciones.

La determinación de la cantidad de las diferentes partículas presentes en el suelo se denomina análisis mecánico o análisis del tamaño de las partículas.

4.- CANTIDAD NORMAL DE ELEMENTOS ESENCIALES EN EL SUELO

ELEMENTOS	CANTIDAD
Materia Orgánica	2-3 %
Nitrógeno Total	C/N= 10/1
Fósforo	10-30 g por 100 g de suelo
Potasio	750 - 900 Kg/Ha
Calcio	9000 - 12000 Kg/Ha
Sodio	3 - 150 Kg/Ha
Magnesio	240 - 300 Kg/Ha
Hierro	+ de 700 Kg/Ha
Manganeso	10 - 25 Kg/Ha

CAPITULO III

PARTE EXPERIMENTAL

MATERIAL EMPLEADO Y EQUIPO UTILIZADO

- 1 agitador magnético.
- 1 aro con nuez de 6 cm de diámetro.
- 2 buretas de 50 ml.
- 3 células conductimétricas.
- 1 cronómetro
- 10 cubos para fotómetro de llama.
- 1 densímetro.
- 1 desecador.
- 1 electrodo de calomel.
- 1 electrodo de vidrio.
- 2 embudos Buchner.
- 10 embudos de filtración rápida de 8 cm de diámetro.
- 1 espectrofotómetro Busch-Lomb Mod. Spectronic 20.
- 1 espectrofotómetro de llama.
- 1 estufa.
- 50 frascos de 150 ml.
- 30 frascos de 1.000 ml.
- 10 goteros de 30 ml.
- 1 gradilla.
- matraces aforados de 1,000 ml.

- 5 matraces aforados de 500 ml.
- 10 matraces aforados de 100 ml.
- 10 matraces erlenmeyer de 250 ml.
- 10 matraces erlenmeyer de 125 ml.
- 5 matraces erlenmeyer de 50 ml.
- 2 matraces Kitazato de 250 ml.
- papel filtro Whatman #40
- 2 pinzas para bureta
- 5 pipetas graduadas de 10 ml.
- 5 pipetas graduadas de 5 ml.
- 5 pipetas graduadas de 1 ml.
- 2 pipetas volumétricas de 25 ml.
- 2 pipetas volumétricas de 20 ml.
- 1 placa de porcelana.
- 1 potenciómetro Sargent-Velch Mod. L.S.
- 2 probetas graduadas de 100 ml.
- 2 probetas graduadas de 50 ml.
- 1 fuente de medida de conductividad.
- 1 soporte metálico.
- 1 termómetro de - 10 a 400 °C
- 50 tubos de ensaye.
- 2 vasos de vidrio de 2,500 ml.
- 10 vasos de vidrio de 500 ml.
- 10 vasos de vidrio de 250 ml.
- 10 vasos de vidrio de 125 ml.

1.- Preparación de la Muestra

La preparación de la muestra para el análisis, consta esencialmente de 4 pasos a seguir: toma de muestra, de secación, molienda y tamizado.

a).- Toma de muestra.

Una vez determinado el terreno se prosiguió a la toma de muestra. Se realizó con una pala lisa, cavando un hoyo en forma de v a una profundidad de 30 y 60 cm. con una distancia de 50 metros uno del otro.

b).- Deseccación.

El secado se realizó dejando la tierra treinta días en una bolsa de papel y a temperatura ambiente.

c).- Molienda.

Ya seca la tierra se prosiguió a homogenizarla -- utilizando una malla del número 10 (10 mm de poro) con el fin de eliminar las piedras y basuras. El paso siguiente fué molerla en un mortero de ágata prosiguiendo después a pasarla de nuevo por la maya del número 2.

d).- Tamizado.

El tamizado se efectuó con una tamíz de 2 mm de diámetro ya que las partículas de tierra con éste diámetro son las que tienen valor agrícola.

Para este trabajo se tomaron 40 muestras: 20 a una profundidad de 30 cm y las otras a 20 a una profundidad de 60 cm con una distancia de 50 m una de otra.

Para cada muestra se tomó aproximadamente un Kg. de suelo y después de tratarlo se escogieron ciento -- cincuenta g de cada muestra para realizar el análisis.

ANALISIS QUIMICO

2.- DETERMINACION DEL CONTENIDO.

manganeso
nitrógeno nítrico
nitrógeno amoniacal
fierro y
aluminio

Reactivos:

Solución extractiva:

a 100 g de acetato de sodio disuelto en 400 ml de agua, agregarles 30 ml de ácido acético glacial prosiguiendo al aforo a 1000 ml con agua. El pH de la solución deberá ser 4.8

Carbón activado.

Procedimiento.

Pesar 10 g de suelo secado al aire y pasado por un tamiz del número 2 agregar carbón activado aproximadamente medio g, suspender en 25 ml de solución extractiva mezclar bien y dejar reposar 30 minutos (agitando en ese lapso 3 o 4 veces), aforar a 50 ml con solución extractiva.

Se recomienda hacer las determinaciones en el siguiente orden: manganeso, nitrógeno nítrico, nitrógeno amoniacal, fierro y aluminio.

I.- DETERMINACION DE MANGANESO.

Reactivos:

Solución estándar:

Se pesaron 0.0238 g de permanganato de potasio OP, se disolvieron con 10 ml de agua destilada, se agregaron 6 gotas de ácido sulfúrico concentrado, se calentó a ebullición y ya disuelto el permanganato se adicionó solución de sulfito de sodio saturado hasta desaparición del color violeta debido al $KmnO_4$, continuar el calentamiento hasta aparición de vapores densos de H_2SO_4 , enfriar y traspasar a un matraz volumétrico de 500 ml, aforado a la marca solución extractiva de pH 4.8 (la solución contiene 20 μ m de Mn).

Procedimiento:

Colocar 2 ml de extracto de suelo en un matraz y agregar 0.2 ml de ácido sulfúrico concentrado, homogenizar, enfriar a chorro de agua y adicionar 0.1 g de bismuto de sodio, la solución debe estar en continua agitación, dejar reposar durante 30 segundos y proseguir la agitación durante otros 30 segundos, terminando este tiempo dejar en reposo durante 30 minutos.

El color de las soluciones se compara con las soluciones estándar.

ml. sol. estándar	ml. sol. extractiva	estándar ppm	kg/Ha
0	8	0	0
2	6	5	70
4	4	10	140
6	2	15	210
8	0	20	280

Curva patrón de manganeso

Muestra No.	ppm
A	0
B	5
C	10
D	15
E	20

Muestra de suelo:

Muestra No.	ppm
1	5 - 10
2	0 - 5
3	5 - 10
4	5 - 10
5	0 - 5
6	5 - 10
7	5 - 10
8	5 - 10
9	5 - 10
10	5 - 10
11	0 - 5
12	5 - 10
13	5 - 10
14	5 - 10
15	5 - 10
16	5 - 10

Muestra No.	ppm
17	5 - 10
18	5 - 10
19	0 - 5
20	5 - 10
21	0 - 5
22	5 - 10
23	5 - 10
24	0 - 5
25	5 - 10
26	5 - 10
27	5 - 10
28	0 - 5
29	5 - 10
30	0 - 5
31	0 - 5
32	0 - 5
33	5 - 10
34	0 - 5
35	0 - 5
36	0 - 5
37	0 - 5
38	5 - 10
39	0 - 5
40	0 - 5

II.- DETERMINACION DE NITROGENO NITRICO

El método para la determinación de nitrógeno nítrico es el recomendado por Feach.

Reactivos:

Solución estándar: disolver en un matraz aforado de 500 ml 0.0361 g de nitrato de potasio en 500 ml de solución extractiva. (La solución contiene 10 ppm de nitrógeno).

Solución de brucina: es una solución al 4% en cloroformo. Se debe conservar en un frasco color ámbar.

Acido sulfúrico concentrado:

Procedimiento:

En un tubo de ensaye colocar 2 ml de extracto de suelo agregar 12 gotas de brucina, adicionar 4 ml de ácido sulfúrico concentrado. El ácido se agrega con cuidado y sumergiendo el tubo en un vaso con hielo, agitando con precaución. Hacer las lecturas a los 15 min.

Solución estándar: colocar en un tubo de ensaye 0.8 y 0.4 ml de solución tipo y agregarles 12 gotas de brucina y 4 ml de ácido sulfúrico concentrado. Estas soluciones corresponden a 112 y 65 kg/Ha. Las lecturas se hacen a una longitud de onda de 530 mμ.

Cálculos:

kg/Ha de nitrógeno nítrico = Factor X lectura

$$\text{Factor}_1 = \frac{112}{\text{Lectura estándar}}$$

$$\text{Factor}_2 = \frac{56}{\text{Lectura estándar}}$$

Soluciones patrón de nitrógeno nítrico:

Muestra No.	Lectura.
1	0.09
2	0.045

$$\text{Factor}_1 = \frac{112}{0.09} = 1,244.44 \quad \text{Factor}_2 = \frac{56}{0.045} = 1,244.44$$

Muestras de suelo:

Muestra No.	Lectura	ppm	Kg/Ha
1	0.08	7.11	99.55
2	0.1	8.88	124.44
3	0.085	7.55	105.77
4	0.08	7.11	99.55
5	0.08	7.11	99.55
6	0.1	8.88	124.44
7	0.12	10.66	149.33
8	0.13	11.55	161.77
9	0.06	5.47	76.66
10	0.22	19.55	273.77
11	0.1	8.88	124.44
12	0.11	9.77	136.88
13	0.12	10.66	149.33
14	0.125	11.11	155.55
15	0.09	7.99	111.99
16	0.08	7.11	99.55
17	0.1	8.88	124.44
18	0.07	6.22	87.11

Muestra No.	Lectura	ppm	Kg/Ha
19	0.085	7.55	105.77
20	0.09	7.99	111.99
21	0.115	10.22	143.11
22	0.08	7.11	99.55
23	0.09	7.99	111.99
24	0.065	5.77	80.88
25	0.09	7.99	111.99
26	0.1	8.88	124.44
27	0.09	7.99	111.99
28	0.1	8.88	124.44
29	0.095	8.44	118.22
30	0.095	8.44	118.22
31	0.09	7.99	111.99
32	0.12	10.66	149.33
33	0.085	7.55	105.77
34	0.19	16.88	236.44
35	0.07	6.22	87.11
36	0.075	6.66	93.33
37	0.09	7.99	111.99
38	0.095	8.44	118.22
39	0.08	7.11	99.55
40	0.07	6.22	87.11

III.- DETERMINACION DE NITROGENO AMONIAICAL

El método utilizado para la determinación de nitrógeno amoniacal es el recomendado por Peach.

Reactivos:

Solución estándar: En un matraz aforado de 500 ml - colocar 0.0417 g de sulfato de amonio y disolverlos con - 100 ml de solución extractiva, y aforar a 500 ml con solución extractiva, la solución contiene 20 ppm de nitrógeno amoniacal.

Solución de tartrato sódico: agregar en un matraz - aforado de 1000 ml 40 g de tartrato sódico y disolverlos en 300 ml de agua destilada prosiguiendo al aforo de 1000 ml con agua destilada.

Solución de goma gáthi: en un matraz aforado de 200 ml, agregar 5 ml de solución néssler, colocar 10 g de goma gáthi y disolverlos en 195 ml de agua.

Solución néssler: pesar 45.5 g de ioduro mercuríco y 35 g de ioduro de potasio, disolverlos en la mínima cantidad de agua, agregando 112 g de hidróxido de potasio -- prosiguiendo al aforo con 500 ml de agua.

Dejar reposar de 4 a 5 días.

Procedimiento:

En un tubo de ensaye colocar 2 ml de extracto de suelo, agregar 5 ml de agua, mezclar bien y añadir 2 ml de solución de tartrato sódico (deslizándolo por las paredes del tubo). Agregar 2 gotas de solución de goma gáthi, mezclar y agregar 0.5 ml de solución nessler agitando perfectamente.

Hacer las lecturas a los 10 min, a una longitud de onda de 475 mu.

Soluciones estándar: en un tubo de ensaye colocar - 0.75 y 0.3 ml de solución estándar, agregar 0.25 y 0.7 ml respectivamente de solución extractiva, mezclar y añadir 5 ml de agua, agregar 2 ml de solución de tartrato sódico, adicionar 2 gotas de goma gáthi mezclando bien, ya mezclado agregar 0.5 ml de solución nessler agitando perfectamente.

Hacer las lecturas a los 10 min, a una longitud de onda de 475 mu. (estas soluciones corresponden a 210 y 84 Kg/Ha de nitrógeno amoniacal).

Cálculos:

Kg/Ha de nitrógeno amoniacal = factor por lectura.

$$\text{Factor}_1 = \frac{210}{\text{lectura Std.}}$$

$$\text{Factor}_2 = \frac{84}{\text{lectura Std.}}$$

Soluciones patrón de nitrógeno amoniacal.

Muestra No.	Lectura
A	0.07
B	0.055

$$\text{Factor}_1 = \frac{210}{0.07} = 3,000 \quad \text{Factor}_2 = \frac{84}{0.055} = 1,527.27$$

Muestras de suelo:

Muestra No.	lectura	ppm	Kg/Ha
1	0.02	2.18	30.54
2	0.055	6.00	83.99
3	0.125	13.63	190.90
4	0.095	10.36	145.09
5	0.085	9.27	129.81
6	0.035	3.81	53.45
7	0.045	4.90	68.72
8	0.05	5.45	76.36
9	0.065	7.09	99.27
10	0.115	12.54	175.63
11	0.035	3.81	53.45
12	0.051	5.56	77.89
13	0.051	5.56	77.89
14	0.055	6.00	83.99
15	0.035	3.81	53.45
16	0.09	9.81	137.45
17	0.07	7.63	106.90
18	0.06	6.54	91.63

Muestra No.	Lectura	ppm	Kg/Ha
19	0.03	3.27	45.81
20	0.335	14.72	206.18
21	0.035	3.81	53.45
22	0.02	2.18	30.54
23	0.125	13.63	190.90
24	0.035	3.81	53.45
25	0.17	18.54	259.63
26	0.035	3.81	53.45
27	0.55	6.00	83.99
28	0.01	1.09	15.27
29	0.045	4.09	68.72
30	0.025	2.72	38.18
31	0.07	7.63	106.90
32	0.08	8.72	122.18
33	0.085	9.27	129.81
34	0.05	5.45	76.36
35	0.025	2.72	38.18
36	0.11	12.00	167.99
37	0.025	2.72	38.18
38	0.07	7.63	106.90
39	0.04	4.36	61.09
40	0.02	2.18	30.54

IV.- DETERMINACION DE FIERRO.

El método utilizado para esta determinación es el - de la orto-fenantrolina debido a su rapidez y eficiencia en presencia de cantidades pequeñas de tierra.

Reactivos:

Solución de orto-fenantrolina: en un matraz con 100 ml de etanol de 95 %, agregar 1.5 g de orto-fenantrolina

Solución de clorhidrato de hidroxilamina: en un ma tráz de 125 ml colocar 5 g de clorhidrato de hidroxilami na y adicionarle 100 ml de agua.

Solución patrón de fierro: en un matraz aforado de 500 ml colocar 0.0451 g de sulfato ferroso amoniacal y - disolverlos en 300 ml de solución extractiva, agregar 2 ml de solución de cloruro de hidroxilamina al 5%, prosi- guiendo al aforo de 500 ml con solución extractiva. (la solución contiene 10 ppm de fierro).

Procedimiento: En un tubo de ensaye, adicionar 5 - ml de agua, agregar un ml de extracto de suelo, añadir - 0.1 ml de solución de clorhidrato de hidroxilamina, agi tar bien y adicionar 0.2 ml de solución de ortofenantro- lina.

Hacer las lecturas a los 10 min y a una longitud de onda de 530 mu.

Solución estándar: en un tubo de ensaye adicionar 0.1, 0.2 y 0.8 ml de solución tipo y agregarle respectivamente 0.9, 0.8 y 0.2 ml de solución extractiva, adicionar 5 ml de agua, añadir 0.1 ml de solución de clorhidrato de hidroxilamina agitando bien, agregar 0.2 ml de solución de orto-fenantrolina.

Estas soluciones contienen 14, 28 y 112 Kg/Ha de fierro respectivamente.

Cálculos:

Kg/Ha de fierro = factor X lectura

$$\text{Factor}_1 = \frac{14}{\text{Lectura Std.}}$$

$$\text{Factor}_2 = \frac{28}{\text{Lectura Std.}}$$

$$\text{Factor}_3 = \frac{112}{\text{Lectura Std.}}$$

Soluciones patrón de fierro

Muestra No.	Lectura.
1	0.01
2	0.022
3	0.11

$$\text{Factor}_1 = \frac{14}{0.01} = 1,400$$

$$\text{Factor}_2 = \frac{28}{0.022} = 1,272$$

$$\text{Factor}_3 = \frac{112}{0.11} = 1,018$$

Muestras de suelo:

Muestra No.	Lectura	ppm	Kg/Ha
1	0.01	0.909	12.72
2	0.015	1.36	19.09
3	0.011	1.00	13.99
4	0.01	0.909	12.72
5	0.029	2.64	36.90
6	0.02	1.81	25.45
7	0.011	1.00	13.99
8	0.00	0.00	0.00
9	0.00	0.00	0.00
10	0.01	0.909	12.72
11	0.02	1.81	25.45
12	0.041	3.72	52.18
13	0.015	1.36	19.09
14	0.05	4.54	63.63
15	0.00	0.00	0.00

Muestra No.	Lectura	ppm	Kg/Ha
16	0.005	5.00	69.99
17	0.00	0.00	0.00
18	0.01	0.909	12.72
19	0.011	1.00	13.99
20	0.01	0.909	12.72
21	0.04	3.62	50.90
22	0.031	2.81	39.45
23	0.021	1.90	26.72
24	0.021	1.90	26.72
25	0.045	4.09	57.27
26	0.00	0.00	0.00
27	0.015	1.36	19.09
28	0.039	3.54	49.63
29	0.01	0.909	12.72
30	0.003	0.27	3.81
31	0.001	0.09	1.27
32	0.025	2.27	31.81
33	0.01	0.909	12.72
34	0.00	0.00	0.00
35	0.01	0.909	12.72
36	0.02	1.81	25.45
37	0.005	0.45	6.36
38	0.00	0.00	0.00
39	0.02	1.81	25.45
40	0.019	1.72	24.18

V.- DETERMINACION DE ALUMINIO.

El método seguido para esta determinación es el del aluminón debido a su rapidez y sencillez.

Reactivos:

Solución tipo de aluminio: en un matraz aforado de 500 ml. colocar 0.1542 g de sulfato de aluminio y aforar a 500 ml con solución extractiva. Esta solución contiene 25 ppm de aluminio.

Solución de aluminón: en un matrón erlenmeyer de 125 ml colocar 0.20 g de aluminón (sal amoniacal del ácido aurín tricarbóxico) y disolverlos en 100 ml de agua. Esta solución se debe conservar en un frasco color ámbar y prepararse cada seis meses.

Solución de almidón al 1% en agua.

Solución de cloruro de hidroxilamina: al 5% en un matraz erlenmeyer de 125 ml colocar 5 g de cloruro de hidroxilamina y agregarle 100 ml de agua destilada.

Procedimiento:

En un tubo de ensaye colocar 1 ml de extracto de suelo y agregar dos gotas de solución de cloruro de hidroxilamina y agitar, añadir 2 gotas de solución de aluminón, agitar muy bien nuevamente y dejar reposar 30 min.

Hacer las lecturas a una longitud de onda de 530 mμ.

Solución estandar: en tres tubos de ensaye agregar respectivamente 0.1, 0.4 y un mililitro de solución tipo, adicionar 0.9, 0.6 y 0.0 ml respectivamente de solución extractiva, adicionar a cada tubo 2 gotas de clorhidrato de hidroxilamina y 2 gotas de solución aluminón, agitar muy bien y dejar reposar durante 30 min.

Hacer las lecturas a una longitud de onda de 530 - mu. Estas soluciones contienen 35, 140 y 350 Kg/Ha respectivamente de aluminio.

Cálculos:

Kg/Ha de aluminio = Factor X lectura.

$$\text{Factor}_1 = \frac{35}{\text{Lectura Std.}}$$

$$\text{Factor}_2 = \frac{140}{\text{Lectura Std.}}$$

$$\text{Factor}_3 = \frac{350}{\text{Lectura Std.}}$$

Solución patrón de aluminio.

Muestra No.	Lectura
1	0.045
2	0.12
3	0.210

$$\text{Factor}_1 = \frac{35}{0.045} = 777.77$$

$$\text{Factor}_2 = \frac{140}{0.12} = 1,166.6$$

$$\text{Factor}_3 = \frac{350}{0.210} = 1,666.66$$

Muestras de suelo:

Muestra No.	Lectura	ppm	Kg/Ha
1	0.24	28.57	399.99
2	0.23	27.38	383.33
3	0.22	26.19	366.66
4	0.23	27.38	383.33
5	0.34	40.47	566.66
6	0.225	26.78	374.99
7	0.21	24.99	349.99
8	0.22	26.19	366.66
9	0.215	25.59	358.30
10	0.195	23.21	324.99
11	0.225	26.78	374.99
12	0.22	26.19	366.66
13	0.21	24.99	349.99
14	0.19	22.61	316.66
15	0.22	26.19	366.66

Muestra No.	Lectura	ppm	Kg/Ha
16	0.22	26.19	366.66
17	0.23	27.38	383.33
18	0.225	26.78	374.99
19	0.215	25.59	358.33
20	0.21	24.99	349.99
21	0.215	25.59	358.33
22	0.215	24.40	341.66
23	0.21	24.99	349.99
24	0.275	32.73	458.33
25	0.225	26.78	374.99
26	0.20	23.80	333.33
27	0.195	23.21	324.99
28	0.20	23.80	333.33
29	0.195	23.21	324.99
30	0.215	25.59	358.33
31	0.24	28.57	399.99
32	0.235	27.97	391.66
33	0.17	20.23	283.33
34	0.21	24.99	349.99
35	0.21	24.99	349.99
36	0.23	27.38	383.33
37	0.24	28.57	399.99
38	0.235	27.97	391.66
39	0.24	28.57	399.99
40	0.245	29.16	408.33

VI.- DETERMINACION DE MAGNESIO.

Este método utilizado es comparativo, pero muy exacto.

Reactivos:

Solución de amarillo de tiazol: en un matrás aforado de 100 ml colocar 0.02 g de amarillo de tiazol y aforar con agua a 100 ml. guardar en un frasco color ámbar.

Solución de hidróxido de sodio: en un matrás erlenmeyer de 125 ml colocar 15 g de hidróxido de sodio y disolverlos en 100 ml de agua.

Procedimiento:

Poner 10 gotas de extracto de suelo en una placa de prueba y agregar 1 gota de amarillo de tiazol y 3 gotas de hidróxido de sodio, dejar reposar 1 minuto y comparar la coloración desarrollada, la cual varía de salmón claro a rojo obscuro, con la escala siguiente:

Escala patrón para magnesio.

Rango	ppm (aproximadas)	color
A Bajo	12	Salmón claro
B Medio	25	Rojo
C Medio Alto	50	Rojo Carmin
D Alto	125	Rojo Oscuro

Muestras de suelo:

Muestra No.	Rango	ppm
1	C	50
2	C	50
3	C	50
4	C	50
5	C	50
6	C	50
7	C	50
8	C	50
9	C	50
10	C	50
11	C	50
12	A	12
13	B	25
14	B	25
15	B	25
16	B	25
17	B	25
18	B	25

Muestra No.	Rango	ppm
19	B	25
20	B	25
21	B	25
22	A	12
23	B	25
24	A	12
25	A	12
26	B	25
27	A	12
28	A	12
29	B	25
30	B	25
31	A	12
32	A	12
33	A	12
34	C	50
35	B	25
36	B	25
37	A	12
38	B	25
39	A	12
40	A	12

VII.- DETERMINACION DE FOSFORO.

El método utilizado es la prueba de Bray y Kurtz - disolución # 1.

Reactivos:

Solución de cloruro de amonio: en un matraz de -- 1,000 ml colocar 37 g de fluoruro de amonio y aforar a 1,000 ml con agua destilada. Guardar en una botella de plástico.

Solución extractiva: en un matraz aforado de 1,000 ml diluir en agua destilada, 30 ml de la solución de -- fluoruro de amonio y agregar 50 ml de ácido clorhídrico 0.5N prosiguiendo al aforo de 1,000 ml con agua destilada.

Es una solución 0.03N de NH_4F y 0.025N de ácido -- clorhídrico.

Guardar en una botella de plástico.

Solución de ácido clorhídrico 0.5N: en un matraz aforado de 1,000 ml colocar 40.5 ml de ácido clorhídrico concentrado y aforarlos en 1000 ml de agua destilada.

Solución de molibdato de amonio: en un matraz aforado de 1,000 ml colocar 15 g de molibdato de amonio y disolverlos en 350 ml de agua destilada, agregar 350 ml de ácido clorhídrico 10N lentamente y con agitación, dejar enfriar a temperatura ambiente y aforar a 1,000 ml con agua destilada. Esta solución se recomienda prepararla cada 2 meses.

Solución tipo de fósforo: en un matraz aforado - de 1,000 ml colocar 0.4401 g de fosfato diácido de potasio y aforar a 1,000 ml con solución extractiva.

La solución contiene 100 ppm de fósforo.

Solución de cloruro estañoso: en un matraz erlenmeyer de 125 ml colocar 10 g de cloruro estañoso y disolverlos en 25 ml de ácido clorhídrico concentrado.

Preparar la solución cada seis meses.

Cuando esta solución vaya a ser utilizada, es necesario mezclar 0.3 ml en 99 ml de agua destilada, esta disolución se recomienda prepararla cada 4 h.

Procedimiento: en un vaso de precipitados de 250 ml colocar 1 g de suelo y añadir 7 ml de la solución extractiva y agitar durante 1 min, filtrar inmediatamente en papel Whatman # 40, tomar una alícuota de 1 ml y agregar 6 ml de agua destilada y 2 ml de la solución de molibdato de amonio agitado, agregar 1 ml de la solución reductora de cloruro estañoso, mezclar bien y dejar reposar durante 10 min.

Hacer las lecturas a una longitud de onda de 660 mμ.

Determinar la cantidad de fósforo comparandola con la curva patrón.

Preparación de la curva patrón.

ml. sol tino	ml H ₂ O	mg P/100ml	ppm	lectura	Kg/Ha
0.5	99.5	0.05	0.5	0.01	9.8
1.0	99.0	0.10	1.0	0.02	19.8
1.5	98.5	0.15	1.5	0.035	29.4
2.0	98.0	0.20	2.0	0.05	39.2
2.5	97.5	0.25	2.5	0.065	49.0
3.0	97.0	0.30	3.0	0.07	58.8
3.5	96.0	0.40	4.0	0.095	78.4
5.0	95.0	0.50	5.0	0.10	98.0
6.0	94.0	0.60	6.0	0.123	117.6
8.0	92.0	0.80	8.0	0.16	156.8

Muestra No.	Lectura	ppm	Kg/ha
1	0.090	4.5	88.22
2	0.085	4.2	82.32
3	0.080	3.9	77.91
4	0.070	3.5	68.60
5	0.065	3.2	62.72
6	0.060	3.0	58.80
7	0.080	3.9	77.91
8	0.060	3.0	58.80
9	0.070	3.5	68.60
10	0.080	3.9	77.91
11	0.090	4.5	88.20
12	0.050	2.4	48.02
13	0.055	2.7	53.90
14	0.070	3.5	68.60
15	0.60	3.0	58.80
16	0.080	3.9	77.91
17	0.085	4.2	82.32
18	0.070	3.5	68.60
19	0.090	4.5	88.20
20	0.085	4.2	82.32
21	0.070	3.5	68.60
22	0.075	3.7	72.52
23	0.060	3.0	58.80
24	0.050	2.4	48.02

Muestra No.	Lectura	ppm	Kg/Ha
25	0.055	2.7	53.90
26	0.070	3.5	68.80
27	0.085	4.2	82.32
28	0.075	3.7	72.52
29	0.080	3.9	77.91
30	0.085	4.2	82.32
31	0.065	3.2	62.72
32	0.050	2.4	48.02
33	0.075	3.7	72.52
34	0.080	3.9	77.91
35	0.085	4.2	82.32
36	0.065	3.2	62.72
37	0.070	3.5	68.60
38	0.065	3.2	62.72
39	0.070	3.5	68.70
40	0.065	3.2	52.72

LECTURA

A

CURVA PATRON DE FOSFORO

0.16

0.123

0.1

0.95

0.07

0.065

0.05

0.35

0.02

0.01

0.5

1.0

1.5

2.0

2.5

3.0

4.0

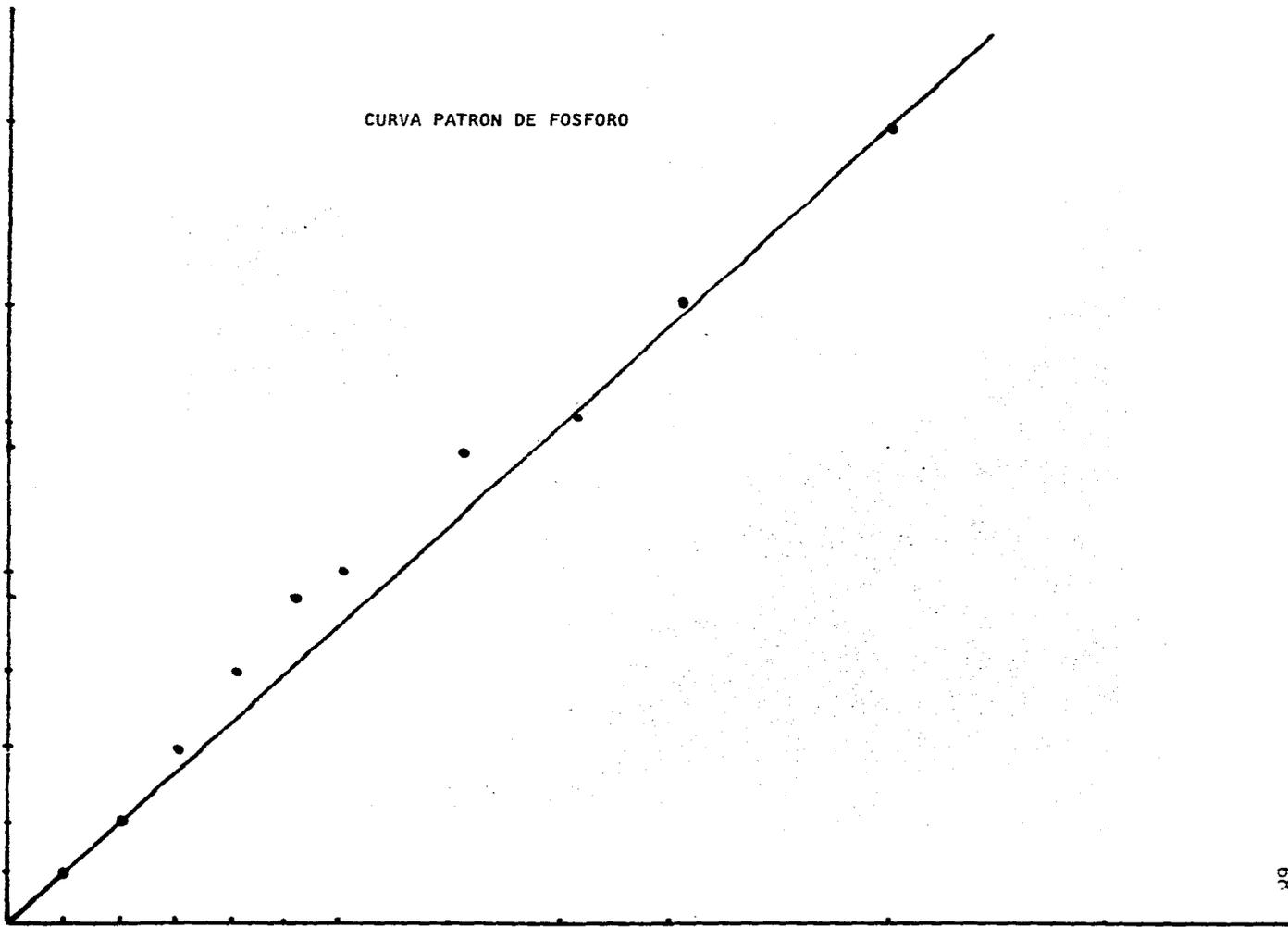
5.0

6.0

8.0

10.0

68



VII.- DETERMINACION DE POTASIO, SODIO Y CALCIO.

El método que se siguió para la determinación de K, Na y Ca fué el flanométrico, utilizando filtros espe
cíficos para cada elemento.

Reactivos:

Solución de acetato de amonio 1 N con pH = 7:

Solución A: en un matraz aforado de 1000 ml colocar 115 ml de ácido acético glacial, diluirlo con 500 ml de agua destilada y aforarlo a 1000 ml con agua destilada.

Solución B: en un matraz aforado de 1000 ml colocar 200 ml de hidróxido de amonio concentrado y diluirlo con 500 ml de agua destilada y aforar a 1000 ml con agua destilada.

A la solución A agregarle lentamente la solución B y dejar enfriar a temperatura ambiente, ya fría la solu
ción ajustar el pH a 7 agregando ácido acético glacial o hidróxido de amonio concentrado.

Solución patrón de potasio: en un matraz de 1000 ml colocar 1.910 g de cloruro de potasio, disolverlos - en 500 ml de agua destilada y aforar a 1000 ml con agua destilada.

Esta solución contiene 1000 ppm de potasio.

De la solución anterior tomar 1,2,5,10 ml y colocar los respectivamente en cuatro matraces aforados de 100 ml aforando con acetato de amonio a 100 ml. Las solu
ciones anteriores contienen 10, 20, 50 y 100 ppm de potasio respectivamente.

De la solución de 100 ppm tomar alícuotas de 1, 2 y 5 ml y colocar cada alícuota en tres matraces aforados de 100 ml aforando con acetato de amonio a la marca.

Las soluciones contienen 1, 2 y 5 ppm de potasio - respectivamente.

Solución patrón de sodio: en un matraz aforado de 1000 ml colocar 2.545 g de cloruro de sodio y aforar a 1000 ml con agua destilada. La solución contiene 1000 ppm de sodio.

De la solución anterior tomar alícuotas de 1, 2, 5 y 10 ml, colocarlas en tres matraces aforados de 100 ml respectivamente aforando con acetato de amonio. Estas soluciones contienen 10, 20, 50 y 100 ppm de sodio.

De la solución que contiene 100 ppm se toman alícuotas de 1, 2 y 5 ml y se colocan cada una en un matraz aforado de 100 ml aforando con acetato de amonio. Las soluciones contienen 1, 2 y 5 ppm de sodio.

Solución patrón de calcio: en un matraz aforado de 1000 ml colocar 2.50 g de carbonato de calcio, 5 ml de agua destilada y 2 ml de ácido clorhídrico concentrado, aforando a 1000 ml con agua destilada. La solución contiene 1000 ppm de calcio.

De la solución anterior se toman alícuotas de 1, 2, 5, 10 y 25 ml y se colocan cada una en un matraz de 100 ml aforando con acetato de amonio.

Procedimiento:

En un matraz erlenmeyer de 125 ml colocar 10 g de suelo y suspenderlos en 100 ml de acetato de amonio, -- agitar durante 10 min y filtrar en papel Whatman del No. 40.

Preparación de las curvas patrón de potasio:

Etiquetar 8 cubas del fotómetro de llama con las siguientes descripciones: A, 1, 2, 5, 10, 20, 50, 100. La cuba A se llena con agua destilada y las otras con las soluciones que contengan las respectivas ppm de potasio, como se indica en la pag 69.

El siguiente paso es calibrar el espectro fotómetro, se hace con las soluciones A y con la que contiene 100 -- ppm, ya terminada la calibración se introducen las soluciones restantes, los valores obtenidos se utilizan para trazar la curva sobre la cual se medirán las muestras de tierra.

Para el caso del potasio el aparato lleva un filtro que debe tener una transmitancia de 763 mu, ya que en este valor se efectúan las lecturas.

Preparación de la curva patrón de sodio:

Se sigue el mismo procedimiento que para el potasio, pero ahora con las soluciones que contienen sodio que se describen en la pag. 70. En este caso se usa un filtro que de una transmitancia máxima de 622 mu.

Preparación de la curva patrón de calcio:

Se sigue el mismo procedimiento que para el potasio, solo que en este caso no se usa para calibrar la solución que contiene 100 ppm sino la que contiene 250 ppm, como se indica en la pag. 70

Para el calcio se usa un filtro que tenga una transmitancia máxima de 622 mμ.

Determinaciones de los resultados:

Se llena una cuba limpia con el extracto de suelo y se introduce el capilar en la solución, se toman las lecturas de potasio, sodio y calcio, con su filtro correspondiente y se calcula la cantidad de estos elementos, comparándolos con la curva patrón.

Lecturas para las sol. estándar de potasio.

Curva patrón para el potasio:

Muestra No.	Lectura	ppm
1	17.0	1.0
2	22.5	2.0
3	25.0	5.0
4	22.0	10.0
5	30.0	20.0
6	61.0	50.0
7	100.0	100.0

Muestras de suelo:

Muestra No.	Lectura	ppm
1	25.0	10.0
2	28.0	13.0
3	50.0	40.05
4	43.0	32.0
5	52.0	42.5
6	27.0	12.5
7	31.0	17.5
8	24.0	7.7
9	37.0	24.6
10	30.0	16.5
11	45.0	34.5
12	28.0	13.5
13	42.0	30.5
14	37.0	24.5
15	45.0	34.5
16	43.0	32.0

Muestra No.	Lectura	ppm
17	62.0	54.5
18	32.0	26.5
19	51.0	34.5
20	36.0	23.0
21	29.0	15.0
22	20.0	4.0
23	30.0	16.5
24	25.0	10.0
25	17.0	1.0
26	29.0	15.0
27	17.0	1.0
28	32.0	26.5
29	35.0	12.5
30	41.0	29.0
31	58.0	50.0
32	36.0	23.0
33	27.0	12.5
34	26.0	11.0
35	48.0	37.5
36	32.0	26.5
37	37.0	24.0
38	30.0	16.0
39	44.0	32.5
40	26.0	11.0

Lecturas para las sol. estándar de sodio.

Curva patrón de sodio:

Muestra No.	Lectura	ppm
1	5.0	1.0
2	7.5	2.0
3	10.0	5.0
4	17.0	10.0
5	26.0	20.0
6	61.0	50.0
7	100.0	100.0

Muestras de suelo:

Muestra No.	Lectura	ppm
1	26.0	24.5
2	32.0	30.0
3	48.0	46.0
4	30.0	28.5
5	52.0	49.5
6	28.0	26.5
7	30.0	28.5
8	36.0	34.0
9	38.0	36.0
10	42.0	39.5
11	49.0	46.5
12	41.0	39.0
13	40.0	38.0
14	42.0	39.5
15	43.0	40.0
16	29.0	27.5
17	65.0	62.0
18	50.0	47.5

Muestra No.	Lectura	ppm
19	46.0	43.6
20	32.0	39.5
21	32.0	39.5
22	29.0	27.5
23	30.0	28.5
24	38.0	36.0
25	15.0	14.0
26	21.0	20.0
27	18.0	16.5
28	32.0	30.0
29	37.0	35.0
30	41.0	39.0
31	61.0	58.0
32	38.0	36.0
33	24.0	22.5
34	26.0	24.6
35	50.0	47.5
36	28.0	26.5
37	40.0	38.0
38	32.0	30.0
39	44.0	42.0
40	36.0	34.0

Lecturas para las sol. estándar de calcio

Curva patrón de calcio:

Muestra No.	Lectura	ppm
1	3.5	1
2	4.5	5
3	7.0	10
4	12.5	20
5	17.5	50
6	53.0	100
7	100.0	200

Muestras de suelo:

Muestra No.	Lectura	ppm
1	59.0	117.0
2	60.0	120.0
3	61.0	121.0
4	60.0	120.0
5	62.0	123.5
6	54.0	107.0
7	44.0	87.5
8	38.0	75.0
9	50.0	100.0
10	52.0	103.0
11	54.0	107.0
12	48.0	95.0
13	44.0	95.0
14	50.0	100.0
15	54.0	107.0
16	58.0	115.0

Muestra No.	Lectura	ppm
17	66.0	131.0
18	50.0	120.0
19	66.0	131.0
20	58.0	115.0
21	60.0	120.0
22	56.0	111.0
23	52.0	103.0
24	50.0	100.0
25	46.0	91.5
26	48.0	95.0
27	44.0	87.5
28	52.0	103.0
29	54.0	107.0
30	52.0	103.0
31	68.0	135.0
32	62.0	123.5
33	60.0	120.0
34	65.0	130.0
35	73.0	145.0
36	62.0	123.5
37	58.0	115.0
38	56.0	111.5
39	72.0	143.5
40	70.0	139.5

LECTURAS

CURVA PATRON DE POTASIO

100

61

30
25
22
17

1

2

5

10

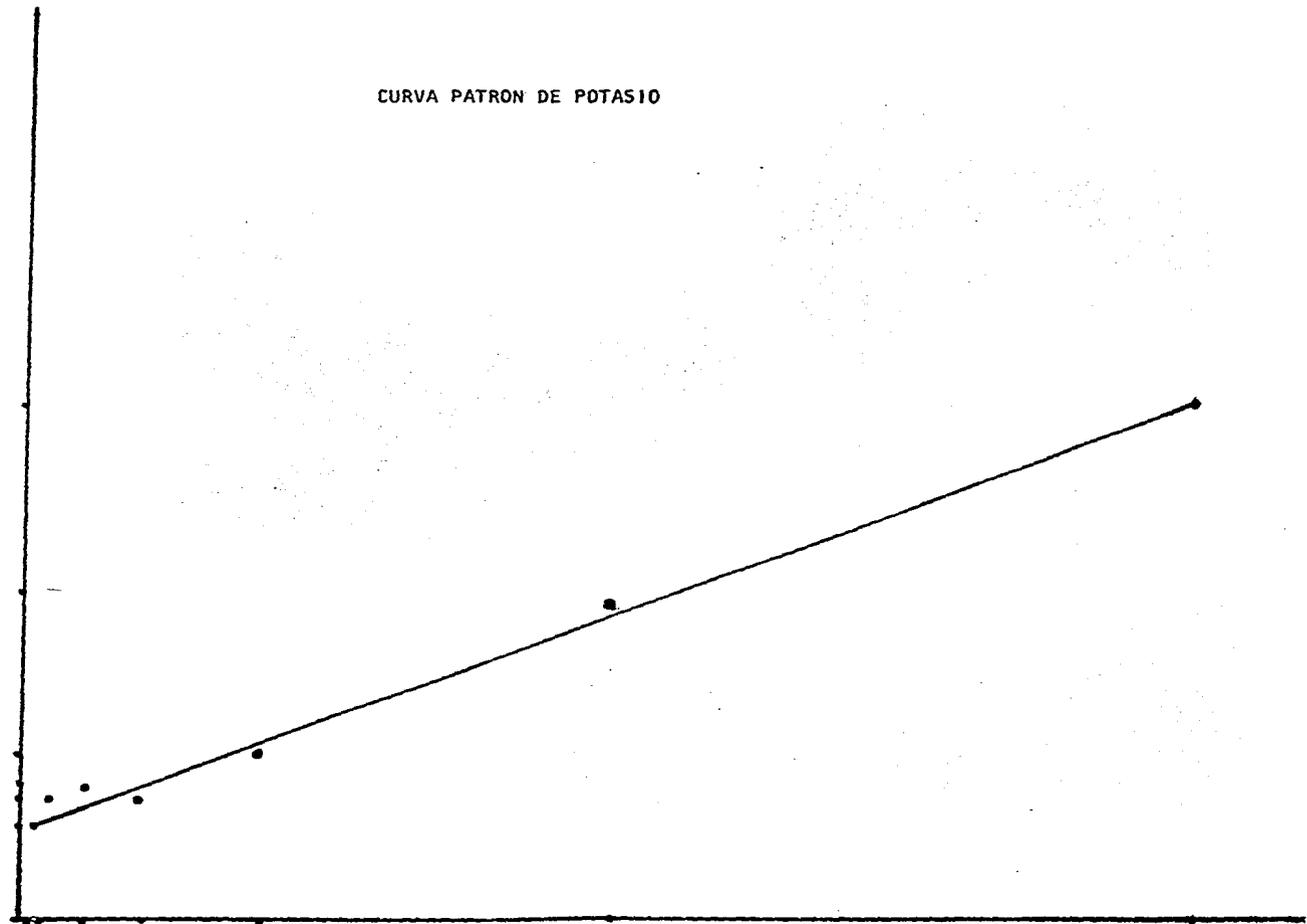
20

50

100

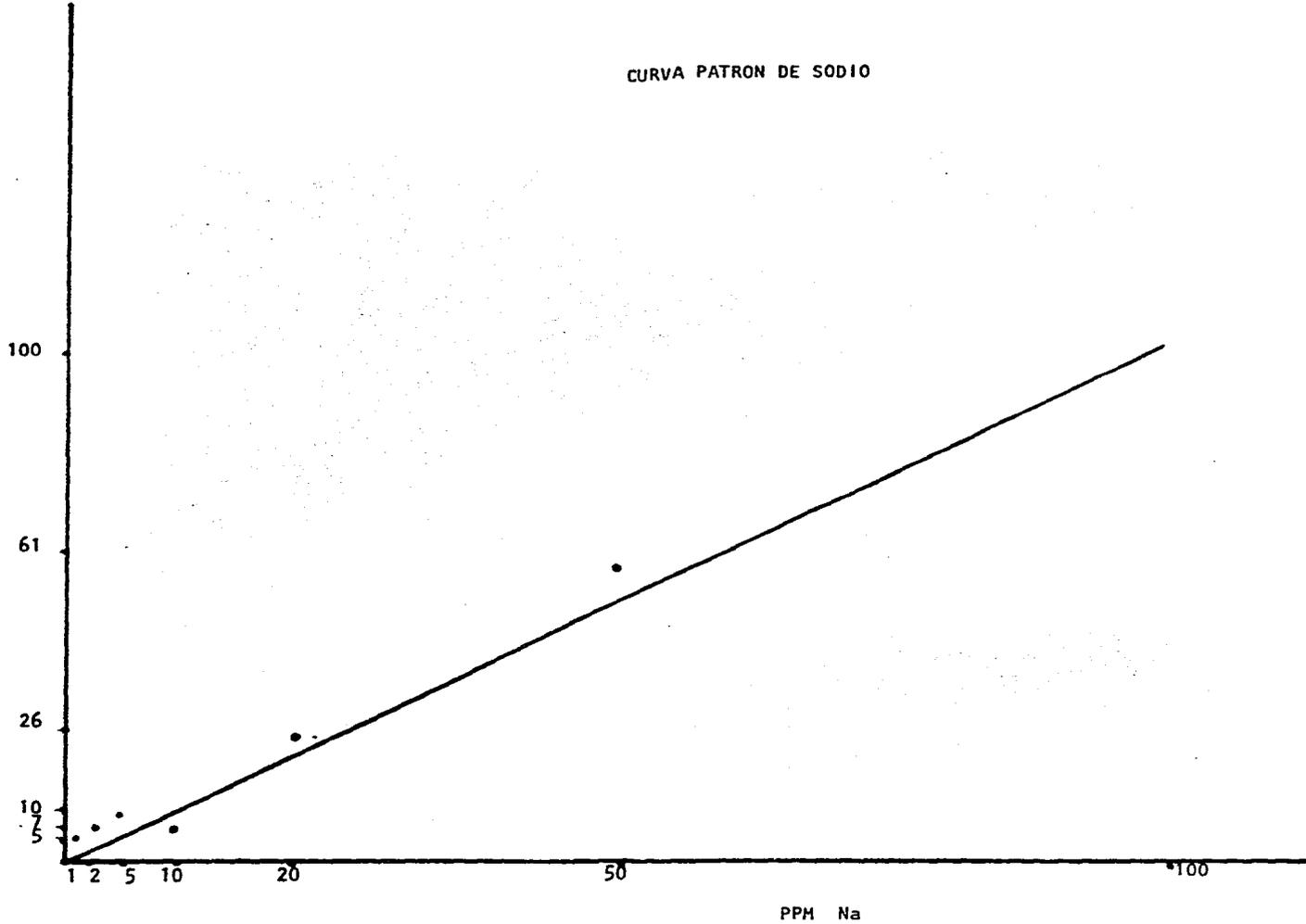
PPM K

79



LECTURAS

CURVA PATRON DE SODIO



CURVA PATRON DE CALCIO

LECTURAS

100

53

17.5

12.5

7.0

4.5

3.5

1

5

10

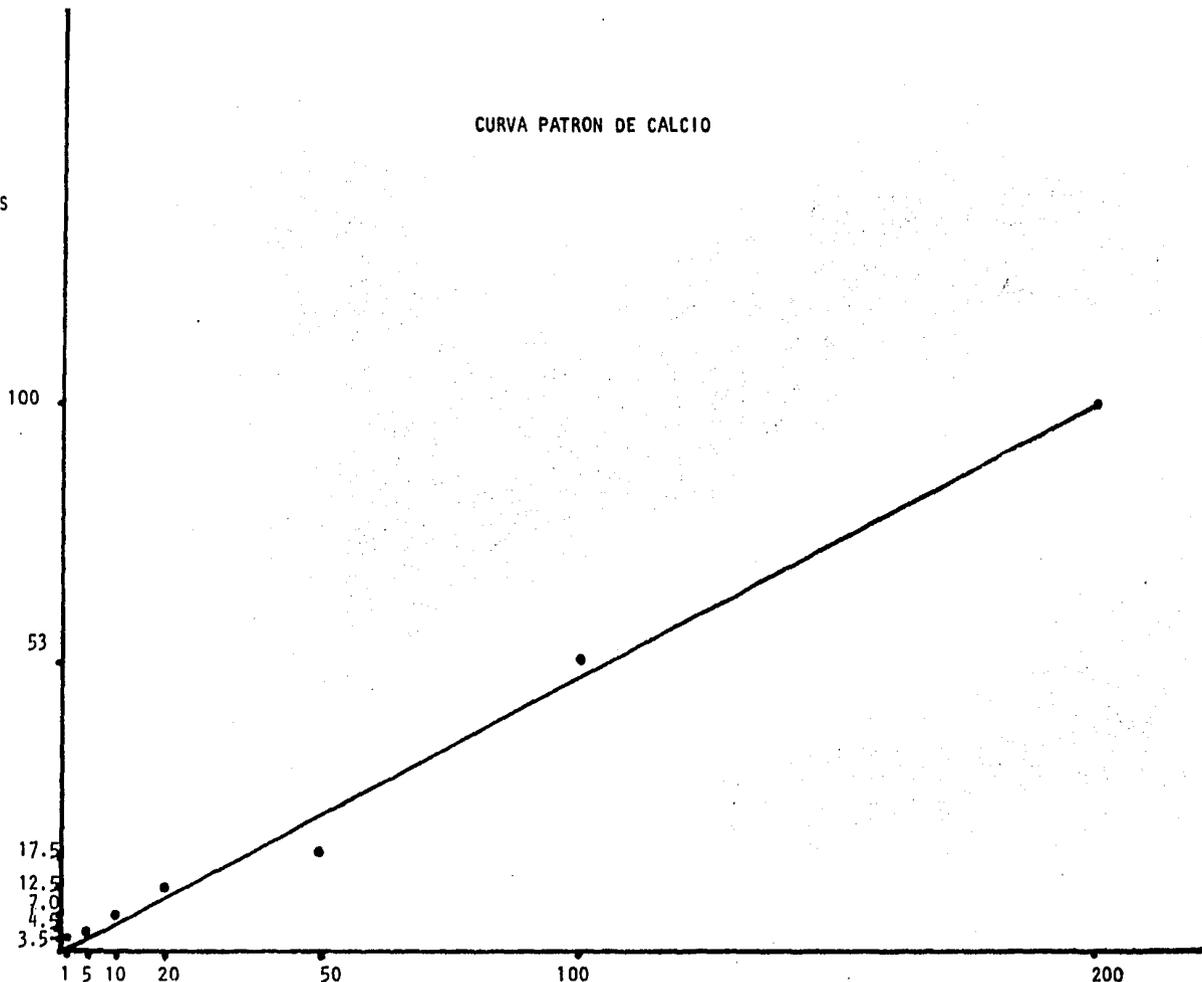
20

50

100

200

PPM Ca



IX.- DETERMINACION DE LA MATERIA ORGANICA.

El método utilizado para la determinación de la materia orgánica es el de la valoración con sulfato ferroso amoniacal.

Reactivos:

Solución de dicromato de potasio. secan 60g de dicromato de potasio, en una estufa durante 2h, a una temperatura de 105°C, pesar 49.035g ya a temperatura ambiente colocarlos en un matraz aforado de 1000ml, hasta la marca con agua destilada.

Solución de difenilamina, en un vaso de precipitados de 250ml con 20 ml de agua destilada, vertir lentamente 100 ml de ácido sulfúrico concentrado, se deja enfriar hasta temperatura ambiente, se agregan 0.5 g de difenilamina, agitar hasta disolución total.

Solución de sulfato ferroso amoniacal, en un matraz aforado de 1000 ml colocar 196.1 g de sulfato ferroso amoniacal y disolverlos en 800 ml de agua destilada y 20 ml de ácido sulfúrico concentrado, ya disueltos y a temperatura ambiente se afora a 1000 ml con agua destilada.

Procedimiento:

Se marcan 2 matraces erlenmeyer de 250 ml. El No.1 servirá para valorar el sulfato ferroso amoniacal y el No.2 para realizar la determinación de la materia orgánica.

Matraz # 1, vertir 10 ml de la solución de dicromato de potasio 1 N y añadir 20 ml de ácido sulfúrico agitando en este mismo momento poner en marcha un cronómetro y dejar reposar durante 30 min. Pasado este tiempo agregar 200 ml de agua y 10 ml de ácido fosfórico, enfriar a chorro de agua y agregar 1 ml de la solución de difenilamina.

Valorar esta solución con el sulfato ferroso amoniacal hasta que el color de la solución cambie a verde, durante la valoración debe existir agitación permanente.

Matraz #2, pesar 1 g de suelo y vertirle 10 ml de la solución de dicromato de potasio, añadir 20 ml de ácido sulfúrico concentrado, en este momento poner en marcha el cronómetro, agitar suavemente y dejar reposar durante 30 min. Pasado este tiempo añadir 200 ml de agua y 10 ml de ácido fosfórico, enfriar a chorro de agua y agregar 1 ml de la solución de difenilamina.

Cálculos:

a) Se debe calcular el factor del sulfato ferroso amoniacal, ya que su concentración de Fe^{+2} disminuye por la acción del aire. Este factor se deduce del volumen consumido para reducir el dicromato del matraz número 1.

$$Fs = \frac{20}{V_2}$$

b) Cálculo del contenido de carbono fácilmente oxidable. Se deduce de la diferencia entre el dicromato de potasio utilizado.

$$\%C \text{ fácilmente ox.} = \frac{(V_d - V_s \times N_s \times F_s) \cdot (0.003 \times 100)}{P}$$

V_d: Volumen empleado de dicromato de potasio

V_s: Volumen de sulfato ferroso amoniacal empleado en la valoración, del dicromato de potasio que no ha reaccionado con el suelo.

N_s: Normalidad de la solución de sulfato ferroso amoniacal.

F_s: Factor de las soluciones de sulfato ferroso amoniacal.

P: Peso de la muestra de suelo utilizado.

0.003: mili-equivalente del carbono.

c) Cálculo del contenido de materia orgánica fácilmente oxidable.

Este cálculo es aproximado y empírico, se basa en el supuesto de que la materia orgánica del suelo tiene el 55% de carbono y que todo el dicromato de potasio es consumido por este.

También se supone que la materia orgánica valorada por éste método es el 77% de la materia orgánica total.

$$\% \text{Mat. Org. Ox.} = (10 - 0.5 \times \text{Fs} \times \text{Vs}) \frac{0.3}{p} \times 1.77$$

d) Cálculo del porcentaje de materia orgánica total.

$$\% \text{Mat. Org. Total.} = (\% \text{Mat. Org. Ox.}) \frac{1}{0.77}$$

Resultados:

Muestra No.	Vs	A	B	C
1	1.85	1.92	3.41	4.42
2	1.55	2.10	3.72	4.83
3	1.90	1.89	3.36	4.36
4	1.70	2.01	3.56	4.62
5	2.00	1.84	3.26	4.23
6	1.90	1.89	3.36	4.36
7	1.65	2.04	3.61	4.68
8	1.60	2.07	3.67	4.76
9	1.70	2.01	3.56	4.62
10	1.65	2.04	3.61	4.68
11	1.60	2.07	3.67	4.76
12	1.75	1.98	3.51	4.55
13	1.65	2.04	3.61	4.68
14	1.60	2.07	3.67	4.76
15	1.65	2.04	3.61	4.68
16	1.70	2.01	3.56	4.62
17	1.60	2.07	3.67	4.76
18	2.00	1.84	1.84	4.23
19	1.90	1.89	3.36	4.36
20	1.70	2.01	3.56	4.62
21	1.65	2.04	3.61	4.68
22	1.55	2.10	3.72	4.83
23	1.60	2.07	3.67	4.76
24	1.70	2.01	3.56	4.62
25	1.55	2.10	3.72	4.83

Muestra No.	Vs	A	B	C
26	1.60	2.70	3.67	4.76
27	1.65	2.04	3.61	4.68
28	1.50	2.13	3.77	4.86
29	1.60	2.07	3.67	4.76
30	1.65	2.04	3.61	4.68
31	1.70	2.01	3.56	4.62
32	1.65	2.04	3.61	4.68
33	1.75	1.98	3.51	4.55
34	1.80	1.95	3.46	4.49
35	1.65	2.04	3.61	4.68
36	1.70	2.01	3.56	4.62
37	1.60	2.07	3.67	4.76
38	1.55	2.10	3.72	4.38
39	1.60	2.07	3.67	4.76
40	1.70	2.01	3.56	4.62

Ms = 3.86

P = 1g.

A = % De carbono fácilmente oxidable.

B = % De materia orgánica fácilmente oxidable.

C = % De materia orgánica total.

ANALISIS FISICO Y FISICOQUIMICO:**X.- DETERMINACION DEL pH:**

Reactivos:

Soluciones reguladoras para pH de 7.

Procedimiento:

Pesar 10 g de suelo en un vaso de precipitados de 125 ml y agregar 50 ml de agua destilada, agitar durante 1 h. Determinar el pH antes de que transcurra 1 min. desde que se sumergio el electrodo en la solución recientemente agitada.

Resultados:

Muestra No.	pH
1	6.1
2	6.4
3	6.2
4	6.2
5	6.4
6	6.4
7	6.3
8	6.4
9	6.2
10	6.2
11	6.0
12	6.5
13	6.4
14	6.8
15	7.0
16	6.9
17	6.9
18	7.2
19	6.9
20	7.2
21	6.3
22	6.4
23	6.4
24	6.4
25	6.0
26	6.0

Muestra No.	nH
27	6.2
28	6.0
29	6.4
30	6.3
31	6.5
32	6.6
33	6.4
34	6.5
35	6.8
36	6.7
37	6.6
38	7.1
39	7.1
40	7.1

XI.- DETERMINACION DE LA CONDUCTIVIDAD ELECTRICA.

Procedimiento:

Pesar 10g de suelo y añadir agua destilada hasta saturación, dejar reposar durante 15 min. , y añadir agua hasta saturación nuevamente, filtrar y colocar el filtrado en la celda conductimétrica, terminado esto se prosigue a realizar las lecturas. Hay que tener en cuenta la temperatura al realizar la medición para realizar la corrección adecuada.

Cálculos:

Resistividad (ohm) = Lectura X Cte. de la Celda.

$$\text{Conductividad (mho)} = \frac{1}{\text{Resistividad (ohm)}}$$

Observaciones:

La cte. de la celda se determina por medio de la conductividad eléctrica de una solución de KCl 0.1 N cuya conductividad específica es de 0.01288 miliohm a 25°C de temperatura.

$$K = \frac{L}{C}$$

L: Conductividad específica de la solución de KCl

C: Conductividad medida de esta solución.

Experimentalmente se ha comprobado que multiplicando por 640 el número de milihomios se obtiene un valor que representa con bastante aproximación las partes por millón de sales en el extracto de saturación.

Resultados:

Muestra No.	Conductividad (mmho/cm)
1	0.756
2	0.616
3	0.610
4	0.641
5	0.591
6	0.586
7	0.613
8	0.538
9	0.540
10	0.540
11	0.349
12	0.535
13	0.480
14	0.542
15	0.517
16	0.796
17	0.537
18	1.243
19	0.498
20	0.517
21	0.467
22	0.542
23	0.616
24	0.473
25	0.579

Muestra No.	Conductividad (mmho/cm)
26	0.594
27	0.537
28	0.496
29	0.517
30	0.509
31	0.533
32	0.691
33	0.753
34	0.728
35	0.677
36	0.880
37	0.651
38	0.713
39	0.484
40	0.797

XII.- DETERMINACION DEL ESPACIO POROSO.

Procedimiento:

En una probeta de 50 ml previamente pesada se le agrega el suelo con cuidado, aforando a 50 ml, y se pesa con la muestra. En seguida se golpea un poco para que se asiente la tierra hasta que el volumen ya no baje y se toma la lectura, esta lectura es el volumen real, en seguida se vacía la muestra de tierra en 50 ml de agua y se agita hasta que no quede nada de tierra seca y se lee el volumen dado.

Cálculos:

$$\% \text{ Espacio poroso} = 100 - \frac{d \times 100}{D}$$

d: Gravedad específica aparente.

D: Gravedad específica real.

$$d = \frac{\text{Peso de la muestra del suelo}}{\text{Volumen real del suelo}}$$

$$D = \frac{\text{Peso de la muestra del suelo}}{\text{Volumen del suelo y agua} - \text{Volumen de agua.}}$$

Resultados:

Muestra No.	A	B	C	D
1	45.64	48.00	25.5	46.58
2	45.32	48.50	25.5	46.87
3	45.64	46.50	25.5	45.16
4	45.00	47.74	23.0	47.33
5	35.59	45.00	20.0	55.55
6	46.50	47.39	15.0	68.34
7	46.00	47.49	25.0	47.35
8	46.50	47.49	15.0	68.41
9	46.50	47.49	15.0	68.41
10	44.00	49.09	20.0	59.25
11	44.00	49.09	20.0	59.25
12	39.39	43.00	15.0	65.11
13	43.89	44.50	15.0	65.90
14	44.00	47.49	15.0	68.41
15	44.50	47.50	20.0	57.89
16	42.50	47.50	25.5	45.29
17	47.59	44.50	23.0	48.31
18	47.50	44.50	20.0	55.05
19	37.90	40.50	20.0	50.09
20	45.50	48.00	20.0	58.33
21	43.50	46.60	25.0	46.35
22	46.60	43.50	20.0	54.02
23	47.60	50.00	20.0	57.98
24	44.40	47.50	25.0	47.36
25	46.30	49.50	25.0	49.49

Muestra No.	A	B	C	D
26	49.90	52.50	25.0	52.38
27	45.66	48.50	25.0	48.45
28	43.89	45.40	20.0	55.94
29	44.67	47.80	25.0	47.69
30	46.59	49.80	25.0	49.79
31	45.66	48.50	25.0	48.45
32	46.54	49.30	25.0	49.29
33	47.78	50.20	25.0	50.19
34	46.89	49.60	25.0	49.59
35	48.67	50.90	25.0	50.88
36	47.46	50.10	25.0	50.09
37	45.37	48.30	25.0	48.24
38	45.66	48.70	25.0	48.66
39	46.72	49.20	25.0	49.18
40	45.78	48.90	25.0	48.87

A: Peso de la muestra del suelo

B: Volumen real del suelo

C: Volumen del suelo y agua - volumen del agua

D: % De espacio poroso.

Cálculos:

$$\% \text{ arena} = 100 - (L_1 \text{ corregida } \times 2)$$

$$\% \text{ Arcilla} = L_2 \text{ corregida } \times 2$$

$$\% \text{ Limo} = 100 - (\% \text{ arena} + \% \text{ arcilla})$$

XIII.- DETERMINACION DE LA TEXTURA.

Reactivos:

- agua oxigenada al 6 %
- alcohol amílico
- hexametafosfato de sodio
- oxalato de sodio: 30 g X litro de agua.
- metasilicato de sodio: 50 g X litro de agua.

Procedimiento:

Pesar 60 g de suelo secado al aire, si es de textura fina y 120 g si es de textura gruesa. si se va a destruir la materia orgánica, en el caso contrario pesar solamente 50 o 100 g de suelo.

Destrucción de la materia orgánica: Pesar 60 g de suelo y agregar 40 ml de agua oxigenada, ver la reacción y evaporar a sequedad, repetir el tratamiento hasta no notar efervescencia, por lo general son dos evaporaciones.

Después de eliminar la materia orgánica pesar 50 o 100 g de suelo y agregar 5 ml de oxalato de sodio y 5 ml de metasilicato de sodio, dejar reposar durante 15 min.

En caso de suelos con exceso de sales triplicar la cantidad de dispersante.

Dispersar durante 15 min, si se tiene mucha arcilla prolongar el tiempo de dispersión a media hora.

Vaciar el contenido de la probeta rápidamente lavando con agua destilada las partículas adheridas a las paredes, se introduce el hidrómetro y se completa con agua destilada hasta la marca de 1130, se saca el hidrómetro se tapa la probeta con la palma de la mano y se agita varias veces.

se coloca sobre la mesa, se pone en marcha el cronómetro tomando la primera lectura (L_1) a los 40 seg (T_1).

Se saca el hidrómetro con cuidado de no perturbar el contenido de la probeta y hacer la segunda lectura (L_2) a las 2 horas (T_2). Si se dispone de un agitador de mano agitar durante 1 min, después de haber aforado a la marca.

Si no se destruyó la materia orgánica y se forma espuma al agitar, agregar alcohol amílico que actúa como antiespumante.

Para corregir las lecturas por temperatura se hace con la siguiente tabla.

Tabla de corrección por temperatura.

Se resta	Factor	Se suma	Factor
T°C		T°C	
14.0	1.94	19.5	0.04
14.5	1.74	20.0	0.021
15.0	1.58	20.5	0.39
15.5	1.40	21.0	0.57
16.0	1.22	21.5	0.75
16.5	1.04	22.0	0.93
17.0	0.86	22.5	1.11
17.5	0.68	23.0	1.29
18.0	0.50	23.5	1.47
18.5	0.32	24.0	1.65
19.0	0.14	24.5	1.83
		25.0	2.01

Resultados:

Muestra No.	L_1	L_2	T_1	T_2
1	45.10	39.95	22.50	19.50
2	45.10	40.85	"	"
3	45.00	39.65	"	"
4	44.90	39.95	"	"
5	45.10	39.95	"	"
6	45.20	39.95	"	"
7	44.95	39.60	"	"
8	45.20	39.55	"	"
9	45.20	39.60	"	20.0
10	44.95	40.10	"	19.50
11	45.20	40.10	"	"
12	45.25	40.10	"	"
13	45.25	39.90	"	"
14	45.25	39.85	"	"
15	44.90	39.90	"	"
16	44.90	40.10	"	"
17	45.10	39.40	"	"
18	45.10	40.10	"	20.50
19	45.20	40.10	"	19.50
20	45.20	39.95	"	"
21	44.90	40.10	"	"
22	45.10	40.10	"	"
23	45.25	40.10	"	"
24	45.10	39.95	"	"
25	44.95	39.80	"	"

Maestra No.	I_1	I_2	T_1	T_2
26	44.90	39.85	22.50	19.50
27	44.95	39.90	"	"
28	44.90	39.95	"	"
29	45.10	40.10	"	"
30	45.20	40.10	"	"
31	44.90	39.90	"	"
32	44.90	39.90	"	20.00
33	45.10	39.95	"	19.50
34	45.20	40.10	"	"
35	45.10	40.20	"	"
36	44.95	39.95	"	"
37	44.90	40.10	"	"
38	44.90	40.10	"	"
39	45.20	39.90	"	"
40	45.10	39.90	"	"

L_1 : Lectura No. 1

L_2 : Lectura No. 2

T_1 : Temperatura No. 1

T_2 : Temperatura No. 2

DETERMINACION DE LA TEXTURA.

Muestra No.	%Arena	%Arcilla	%Limo
1	7.58	79.98	12.44
2	7.58	81.78	10.64
3	7.78	79.38	12.84
4	7.98	79.98	12.04
5	7.58	79.98	12.44
6	7.38	79.98	12.64
7	7.88	79.28	12.84
8	7.38	79.18	13.44
9	7.38	79.28	13.34
10	7.88	80.28	11.84
11	7.38	80.28	12.34
12	7.30	80.28	12.42
13	7.30	79.88	12.82
14	7.30	79.78	12.92
15	7.98	79.88	12.14
16	7.98	80.29	11.74
17	7.58	79.68	12.74
18	7.58	80.28	12.14
19	7.38	80.28	12.34
20	7.38	79.98	12.64
21	7.98	80.28	11.74
22	7.58	80.28	12.14
23	7.30	80.28	12.42
24	7.58	79.98	12.44
25	7.88	76.68	15.44

Muestra No.	%Arena	%Arcilla	%Limo
26	7.98	79.78	12.24
27	7.88	79.88	12.24
28	7.98	79.98	12.04
29	7.58	80.28	12.14
30	7.38	80.28	12.34
31	7.98	79.88	12.14
32	7.98	79.88	12.14
33	7.58	79.98	12.44
34	7.38	80.28	12.34
35	7.58	80.48	11.94
36	7.88	79.98	12.14
37	7.98	80.28	11.74
38	7.98	80.28	11.74
39	7.38	79.88	12.74
40	7.58	79.88	12.54

CAPITULO IV
RESULTADOS

4.16.- PROMEDIO ESTADISTICO DE LOS
RESULTADOS OBTENIDOS.

DETERMINACION	RESULTADO PROMEDIO
Manganeso	5 - 10 ppm
Nitrógeno nítrico	121.84 Kg/Ha
Nitrógeno amoniacal	92.85 Kg/Ha
Hierro	21.09 Kg/Ha
Aluminio	369.99 Kg/Ha
Magnesio	28.60 Kg/Ha
Fósforo	69.82 Kg/Ha
Calcio	112.25 Kg/Ha
Sodio	35.28 ppm
Potasio	24.49 ppm
Materia Orgánica	4.62 %
nH	6.51
% Espacio Poroso	53.24
% Arena	7.64
% Limo	12.39
% Arcilla	79.73

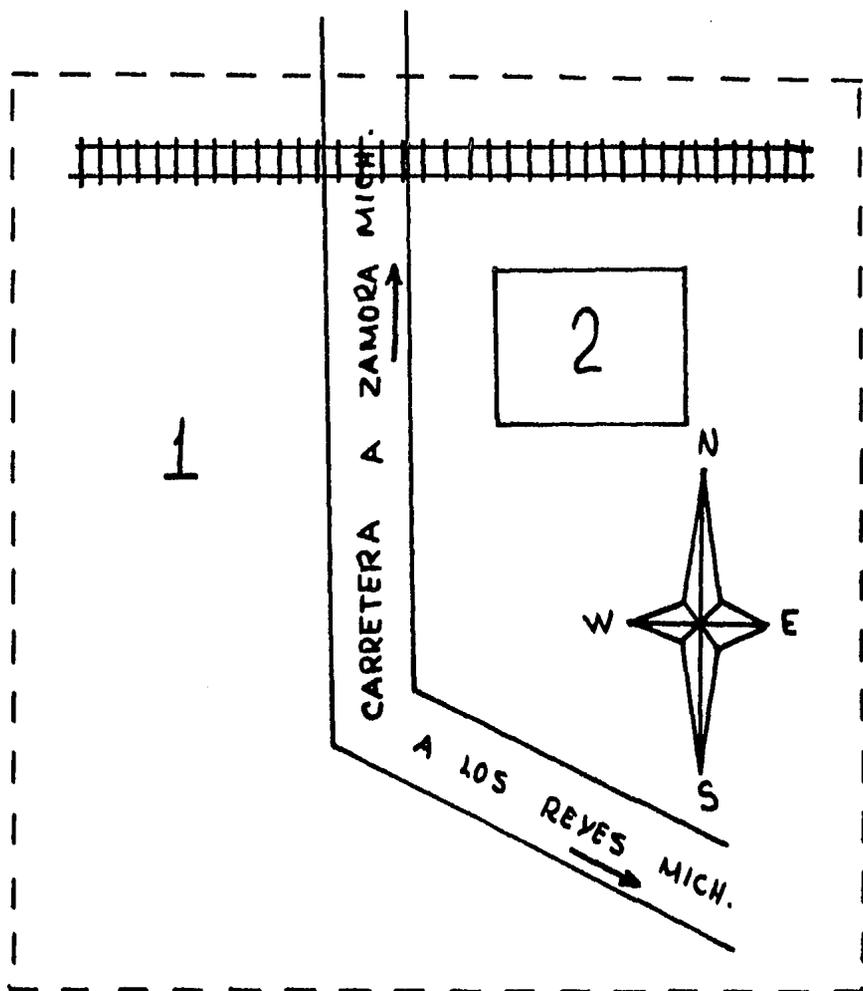


Fig. No. 1 diagrama de los terrenos del poblado Guascaro Mich. (1) y del lugar donde se realizó el muestreo para llevar a cabo el presente trabajo, (2).

CAPITULO V

CONCLUSIONES

La principal ventaja de estos análisis sobre suelos a otros métodos clásicos es la rapidéz con la cual se -
lleban a cabo.

De acuerdo con los datos obtenidos al realizar las pruebas en las diferentes muestras de tierra, los resultados obtenidos indican lo siguiente.

- 1.- Tiene un pH propicio para cultivos vegetales.
- 2.- Es deficiente en nitrógeno nítrico, nitrógeno amoniacal, fierro, potasio, calcio y fósforo.
- 3.- Tiene una cantidad ligeramente baja de aluminio y sodio.
- 4.- Tiene una cantidad normal de magnesio y manganeso.
- 5.- El contenido de materia orgánica es ligeramente alto.

De los resultados anteriores se observa que el -- contenido de nutrientes en el suelo es bajo: existen dos causas que aceleran la pérdida de nutrientes: La erosión y la extracción de substancias por los cultivos intensivos.

CAPITULO VI

BIBLIOGRAFIA

- 1.- Miller, C.E., Turk, L.M. y Foth, H.D.
Fundamentos de la ciencia del suelo
C.E.C.S.A.
México, (1974)

- 2.- Jackson, M.L.
Análisis químico del suelo
Omega
Barcelona, (1976)

- 3.- Chapman, H.D. y Pratt, P.F.
Métodos de análisis para suelos, plantas y agua.
Trillas
México, (1976)

- 4.- Orozco, D.F.
Análisis químico cuantitativo
Porrúa
México, (1949)

5.- Yufera, E.P.

Química agrícola, vol II

Alhambra

Madrid, (1973)

6.- Palmer, R.E. y Troch, F.R.

Introducción a la ciencia del suelo

The Iowa University Press

Iowa., (1977)