



Universidad Nacional Autónoma de México

Facultad de Química

Estudio de Suelos de San Antonio Las Islas
Estado de México.

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 :

Rogelio Solis González



Universidad Nacional
Autónoma de México



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 esta 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.

TESIS 1978

AÑO M.C. ~~400~~ 404

FECHA _____

PROF. _____



JURADO ASIGNADO:

PRESIDENTE: Prof. Alberto Obregón Pérez
VOCAL: Prof. Carlos Romo Medrano
SECRETARIO: Prof. Pedro Villanueva González
1er. SUPLENTE: Prof. Francisco Serrano Meneses
2o. SUPLENTE: Prof. Arturo Pérez Alonso.

SITIO DONDE SE DESARROLLO EL TEMA:

FACULTAD DE QUIMICA U.N.A.M.

Nombre completo y firma del sustentante.

Rogelio Solis González.

Nombre completo y firma del asesor del tema:

Pedro Villanueva González.

A mis Padres:

Sr. Rogelio Solis Hinojosa
Sra. Ma. Elena G. de Solis

Por su ejemplo y apoyo brindado.
Para ellos todo mi cariño y gra-
titud.

A mis Hermanos:

Francisca Elena
Eduardo
Ruben
Eleno

A mis Abuelos:

Sr. Jesus Ma. Solis Garza
Sra. Lucia Cantú vda. de-
González.

A mi tía:

Carmen Cristina Solis Hinojosa

A todos mis maestros y amigos.

INDICE

CAPITULO I .- INTRODUCCION

CAPITULO II.- GENERALIDADES.

- 1) Toma de la muestra
- 2) Preparación de la muestra
- 3) Conceptos generales del contenido de manganeso en los suelos.
- 4) Conceptos generales del contenido de nitrógeno en los suelos.
- 5) Conceptos generales del contenido de fierro en los suelos.
- 6) Conceptos generales del contenido de magnesio- en los suelos.
- 7) Conceptos generales del contenido de fosforo - en los suelos.
- 8) Conceptos generales del contenido de sodio, Po tasio y calcio en los suelos.
- 9) Conceptos generales del contenido de materia - Organica en los suelos.
- 10) Conceptos generales del pH en un suelo.
- 11) Conceptos generales de la conductividad electri_ ca en el suelo.
- 12) Conceptos generales de la textura de un suelo.
- 13) Conceptos generales del por ciento de espacio - poroso de un suelo.

CAPITULO III.- PARTE EXPERIMENTAL.

Análisis Químico:

- 1) Determinación del contenido de manganeso en los suelos.
- 2) Determinación del contenido en nitrógeno nítrico en los suelos.

- 3) Determinación del contenido en nitrógeno amoniacal en los suelos.
- 4) Determinación del contenido de fierro en los suelos.
- 5) Determinación del contenido de aluminio en los suelos.
- 6) Determinación del contenido de magnesio en los suelos.
- 7) Determinación del contenido de fósforo en los suelos.
- 8) Determinación del contenido de sodio, potasio y calcio de los suelos
- 9) Determinación del contenido de materia orgánica de los suelos.

Análisis Físico y Fisicoquímicos.

- 1) Determinación del pH de un suelo.
- 2) Determinación de la conductividad eléctrica de un suelo.
- 3) Determinación del porcentaje de espacio poroso de un suelo.
- 4) Determinación de la textura de un suelo.

CAPITULO IV.- TABLAS, GRAFICAS, Y RESULTADOS.

CAPITULO V .- CONCLUSION

CAPITULO VI.- BIBLIOGRAFIA.

CAPITULO I

INTRODUCCION

El suelo esta formado por una mezcla química compleja de diferentes sustancias inorgánicas y orgánicas, que para su determinación se han de manejar más de sesenta de los elementos presentes en la naturaleza.

En épocas pasadas se le concedía poca importancia al análisis de suelos, por la razón de que la gran mayoría de los suelos cultivables no tenían los grandes problemas que se presentan en la actualidad, como es el empobrecimiento del suelo a causa de la escases de uno o más de sus elementos básicos para su fertilidad o también a los escasos conocimientos de rotación debida de los cultivos. Ahora bien, en la actualidad a tomado gran impulso el análisis de suelos debido a lo que se dijo anteriormente, o sea el empobrecimiento de los suelos cultivables, estos análisis van a repercutir en la producción de fertilizantes de diferentes tipos, que bienen a suplir la escasez de cierto elemento en el suelo.

Las pruebas químicas rápidas del suelo para determinar la necesidad de cal y fertilizantes son ampliamente usadas, habiendo aumentado la necesidad de estas pruebas con el incremento en el uso de fertilizantes.

El proposito principal de estos análisis de suelos es determinar la provisión disponible de los principales elementos nutricos de las plantas en el suelo.

En la actualidad se han desarrollado métodos analíticos químicos adecuados para la determinación cuantitativa de los elementos presentes en un suelo.

Los instrumentos con que se cuentan actualmente han fa cilitado grandemente el desarrollo de métodos analíticos quí micos los cuales son mucho más rápidos y exactos que los mé- todos químicos clásicos usados con anterioridad.

Uno de los grandes problemas que se presentan para el químico dedicado al análisis de suelos es el poder dar con una solución adecuada para la extracción de los elementos que se quieren determinar, una vez que se ha encontrado dicha solución y se ha hecho la extracción solo resta determinar lo mejor posible el método analítico adecuado para la determinación del elemento que se ha extraído.

En el presente trabajo se trata el caso concreto del análisis de suelos del ejido San Antonio las Islas, Estado de México., realizado en el laboratorio de análisis instrumental de la Facultad de Química. de la U.N.A.M.

La importancia que tienen estos análisis, es determinar las condiciones reales del ejido y así poder evaluar los problemas específicos en la relación agua-suelo-planta, para un mejor aprovechamiento de los nutrientes para las plantas, y así poder aplicar los resultados obtenidos para la recomen dación de un tratamiento adecuado para recolectar mejores co sechas.

CAPITULO II

GENERALIDADES:

Toma de la muestra.- La toma de la muestra de suelo - es una tarea muy importante de la que depende el valor de los análisis y debe ser representativa de la zona que se va a analizar. Por ello, debe efectuarse de acuerdo a un método normalizado, teniendo en cuenta las características del terreno.

En todos los casos debe realizarse una inspección previa del campo a muestrear para dibujar, después, un diagrama en el que se señalen las distintas parcelas, cultivos, textura y color del suelo, desarrollo relativo de los cultivos, tratamientos fertilizantes, zonas de condiciones anormales - (por ejemplo., terrenos situados en inmediaciones de edificios, caminos o carreteras, zonas marginales, etc.) y otras características que pueden diferenciar unos suelos de otros. (Fig. # 1)

Sobre el diagrama, se traza un plan del número de muestras a tomar, forma de tomarlas y orden de muestreo, teniendo en cuenta que debe recogerse una muestra distinta por cada porción de terreno con características peculiares y que debe tomarse una muestra, como mínimo por cada dos hectáreas.

A continuación se numeran las bolsas de tela o papel - en las que deben guardarse las muestras, y entonces se inicia su recogida.

Las muestras de suelo se cogen, generalmente, a profundidad de 0 - 20 cm. por uno de los procedimientos siguientes (fig. # 2).

a) Utilizando una barrena de 30 a 35 cm de longitud, cuya parte roscada debe tener, como mínimo, unos 3 cm de diámetro. La muestra se toma introduciendo la barrena en el suelo hasta unos 20 cm de profundidad, tirando de ella hacia arriba y pasando el suelo adherido a una bolsa.

b) Empleando una sonda, consistente en un tubo cilíndrico, cuya parte inferior es media caña de 20 cm de longitud, terminada en punta afilada que, después de introducirse en el suelo, por rotación sobre su eje, permite extraer una porción de aquél, desde la superficie hasta 20 cm de profundidad. Una vez fuera, con un vástago de diámetro un poco inferior al de la parte interior de la sonda se puede arrastrar toda la muestra a una bolsa.

c) Por medio de una pala o azadón, se cava un hoyo, en forma de V, de unos 20 cm de profundidad, se corta una rebanada de uno de los lados y la parte central de la rebanada se pasa a la bolsa, despreciando los bordes.

Cualquiera que sea el medio utilizado, se repite la misma operación unas veinte veces, poniendo todas las submuestras así tomadas en un saco de tela o bolsa de papel fuerte, hasta completar unos 2 kg de tierra. Estas tomas de submuestras se efectuarán recorriendo la parcela en zigzag.

PREPARACION DE LAS MUESTRAS PARA EL ANALISIS.

Secado al aire:

Antes de proceder a los análisis, la muestra de suelo debe ser secada al aire a temperatura ambiente durante un mínimo de veinticuatro horas, ya que en el campo los suelos poseen grados muy diferentes de humedad. Los resultados análiticos se refieren al peso de la muestra secada al aire.

Tamizado:

Agronómicamente solo tiene verdadero interés las partículas que tienen un tamaño inferior a 2 mm de diámetro medio en cuya superficie se verifican casi la totalidad de las reacciones del suelo. Por ello, las muestras se pasan, antes de analizarlas, a través de un tamiz que tiene orificios circulares de 2 mm de diámetro.

Para tamizar el suelo, se toma la muestra secada al aire, se separan las piedras, se rompen los agregados con un rodillo, y se pasa la muestra a través del tamiz.

Después de los pasos anteriores la muestra esta lista para ser analizada.

CONCEPTOS GENERALES DEL CONTENIDO EN MANGANESO DE LOS SUELOS.

El manganeso es otro elemento esencial para las plantas cuyo contenido en los suelos se determina, en algunos casos, para valorar su fertilidad.

El manganeso interviene en los mecanismos de asimilación del nitrógeno por las plantas y actúa de activador de muchas enzimas, especialmente de aquellas que catalizan las reacciones de oxidación - reducción, descarboxilación e hidrólisis. Cuando las plantas sufren una deficiencia de manganeso, su actividad fotosintética disminuye.

Por otra parte, la presencia de un exceso de manganeso origina en las plantas un desequilibrio nutritivo, que se manifiesta por la inducción de los síntomas de la deficiencia de fierro.

La fracción asimilable suele extraerse con acetato amónico 1 N a pH = 7 y el método analítico más utilizado, en la valoración de estos extractos, es la colorimetría del permanganato potásico, obtenido en la oxidación con peryodato potásico.

CONCEPTOS GENERALES DEL CONTENIDO EN NITROGENO DE LOS SUELOS.

El contenido en nitrógeno de los suelos esta íntimamente relacionado con su fertilidad; los cultivos son muy sensibles a las variaciones de la cantidad de nitrógeno disponible. Por esto, su determinación tiene un gran interes.

En ocasiones, también es conveniente conocer la fracción del nitrógeno de los suelos que esta en determinadas formas (nitratos, nitritos, sales amónicas o nitrógeno orgánico), existiendo métodos analíticos que permiten diferenciar estas fracciones y determinar cuantitativamente cada una de ellas.

NITROGENO AMONIACAL.- La mayor parte del nitrógeno del suelo se encuentra en forma orgánica, sin embargo, ordinariamente, existen cantidades importantes de compuestos amónicos y nitratos y en ocasiones, también de nitritos.

Aparte de las sales amónicas solubles que pueden estar presentes, el ión amonio se encuentra, en el suelo, en dos formas diferentes: amonio fijo (no intercambiable) y amonio intercambiable.

Los límites entre estas dos formas no están bien definidos y se han establecido arbitrariamente. Se admite que el amonio intercambiable del suelo es extraíble con cloruro de potasio 1 N a temperatura ambiente. (18 - 30° C).

El mecanismo de fijación de iones amonio no se conoce con precisión. Pero se sabe que dichos iones son retenidos, fundamentalmente, en las redes de silicato de las arcillas.

Para la determinación del amonio fijo se utilizan, - preferentemente, dos métodos. En uno de ellos, una porción de la muestra de suelo se destila en presencia de hidroxido de sodio y otra porción, idéntica, se destila en presencia de hidroxido de potasio; la diferencia entre el amoniaco - destilado en ambos casos es una medida del contenido en amonio no intercambiable del suelo. Este método se basa en - el hecho, comprobado por varios investigadores, de que el - amonio fijo es extraído con soluciones de hidroxido de so-- dio, pero no con soluciones de hidroxido de potasio, proba-- blemente, por causa del menor tamaño de los iones sodio.

El otro método se basa en un tratamiento con BrOK y - KOH , que elimina el amonio intercambiable y los compuestos- nitrogenados orgánicos labiles, una extracción del amonio-- fijo del suelo con solución de HF 5 N y HCl 1 N y una des- tilación en medio alcalino del amonio extraído.

La valoración del amoniaco destilado en medio alcali- no, se realiza volumétricamente, con una solución ácida - (HCl 0.1N generalmente) ó por el método de Nessler. Este- último utiliza el yodo - mercuriato potásico, como reactivo para la colorimetría del amoniaco.

CONCEPTOS GENERALES DEL CONTENIDO EN FIERRO DE LOS SUELOS.

En muchos casos, son importantes los análisis de hierro de los suelos, para evaluar su fertilidad.

El hierro es un elemento esencial para plantas y su deficiencia en los suelos puede originar la clorosis de las hojas debida a una deficiente formación de clorofila que impide el normal desarrollo de los cultivos. En las células vivas la mayor parte del hierro se encuentra en forma de porfirianas, formando parte de muchas enzimas; en especial está asociado a la citocromo - oxidasa, que regula la respiración de las plantas.

Como en otros casos, antes citados, la fracción de hierro que tiene mayor interés agronómico es la asimilable, la cual puede extraerse con varias disoluciones extractoras, utilizándose, con frecuencia, la solución ácida citada en la determinación de fósforo asimilable.

Entre los métodos analíticos cuantitativos desarrollados para determinar pequeñas concentraciones de hierro, cabe destacar la colorimetría del complejo de dicho metal con la o-fenantrolina, la colorimetría del complejo formado con el ácido tioglicólico y la espectrofotometría de absorción atómica.

CONCEPTOS GENERALES DEL CONTENIDO DE MAGNESIO DE LOS SUELOS.

El contenido en magnesio de los suelos es otro de los valores a determinar cuando se quiere conocer el grado de fertilidad de un terreno.

El magnesio es un elemento esencial para las plantas, formando parte de la molécula de clorofila. La deficiencia de magnesio provoca, en las plantas, una disminución de xantofilas y carotenos, además de la clorosis debida a la falta de clorofila. El magnesio interviene, además, en el transporte de sustancias característico del metabolismo vegetal y en la actividad de varias enzimas catalizadoras del metabolismo de los hidratos de carbono. Todo ello indica la importancia que tiene para las plantas un suministro adecuado de este elemento.

Como en otros casos, del magnesio total contenido en los suelos, la única fracción que tiene un verdadero interés es el magnesio asimilable, pues el resto difícilmente interviene en la nutrición de las plantas.

Como sucedía con el fósforo asimilable, la principal dificultad que presenta, en general, la valoración de cationes asimilables, por métodos químicos, es encontrar la solución extractora que separe del suelo cantidades equivalentes a las que separa las plantas. La solución extractora más utilizada es una disolución de acetato amónico 1 N a $\text{pH} = 7$.

Entre los métodos analíticos existentes para determinar el magnesio destaca, por su sencillez y rapidez, la complejometría.

CONCEPTOS GENERALES DEL CONTENIDO EN FOSFORO EN LOS SUELOS.

Los cultivos intensivos y repetidos agotan el fósforo-asimilable; además el fósforo que hay en el suelo como el - aportado por los abonos forma, en su mayor parte, compuestos insolubles de difícil asimilación. Por todo ello, la determinación de la fracción asimilable del fósforo tiene el mayor interés.

Otra fracción que tiene importancia es el que, siendo "no asimilable", puede hacerse "asimilable" a corto plazo. - El fósforo total del suelo comprende las siguientes fracciones: soluble, intercambiable, lentamente asimilable y fija.

Se entiende por fósforo asimilable aquella parte del - fósforo del suelo que se encuentra directamente absorbible - por las plantas. La determinación exacta de esta fracción - requeriría ensayos biológicos largos y tediosos, por lo que se recurre a métodos químicos, cuya principal dificultad estriba en hallar la solución extractora que separe del suelo - cantidades de fósforo semejante a las que extrae en las plan - tas.

Se ha propuesto muchas soluciones para este fin: soluciones de ácidos fuertemente disociados, como el ácido sulfúrico o el ácido nítrico, soluciones de acetato de sodio, áci - do flurohídrico diluido e incluso agua destilada.

En la table siguiente se indican las características - de las soluciones más utilizadas para extraer el fósforo asi - milable de los suelos.

PRINCIPALES SOLUCIONES EXTRACTORAS PARA EL ANALISIS DE
FOSFORO ASIMILABLE.

Solución extractora	Concentración	tiempo de agi- tación	pH	Volúmen de solución extractora por gr. de suelo.
FNH_4 neutro	0.5 N	1 hr.	7.0	50
FNH_4 ácido	0.03 N en HCl 0.1 N	40 seg.	---	50
Ac. acetico	2.5 % (v/v)	2 hr.	2.6	40
Solución de Truog	H_2SO_4 0.002N con 3 gr. de $\text{SO}_4(\text{NH}_4)_2$ por litro.	30 min.	3.0	200
Lactato cálcico	0.02N en HCl 0.01N	2 hr.	3.8	50
Bicarbonato sódico	0.5 M	30 min.	8.5	20

CONCEPTOS GENERALES DEL CONTENIDO EN POTASIO SODIO Y CALCIO DE LOS SUELOS.

La mayor parte del potasio contenido en los suelos se encuentra formando minerales como las micas y feldespatos, - y solo una pequeña parte se encuentra en forma intercambia--ble o como sales solubles.

Mientras el contenido en potasio total de los suelos - esta poco relacionado con el suministro de este elemento a - las plantas, que depende más directamente del contenido en - potasio asimilable. Por ello, este último constituye la - fracción con verdadero interés agronómico y es el que se analiza más frecuentemente.

Sin embargo, debe tenerse en cuenta que, en los suelos exis- te un equilibrio entre las distintas formas de potasio, pa--sando lentamente a formas asimilables el potasio no intercambiable.

Por otra parte, la fijación del potasio se facilita - por el estrechamiento de los espacios interlaminares que se producen cuando dicho ión metálico pasa a formar parte de silicatos laminares como la vermiculita, con lo cual se difi--culto el intercambio.

Aunque la falta de sodio no se considera un problema, - en los suelos sí puede serlo su exceso. Los suelos alcali--nos y sodicos poseen características físicas inadecuadas, - por su facilidad de formar suspensiones coloidales; estos - suelos aparecen frecuentemente en regiones áridas y semiári--das, sometidas a procesos adafológicos típicos.

En estos casos es muy interesante conocer el contenido en sodio del suelo para realizar los tratamientos correctores adecuados.

Normalmente se consideran aceptables, para muchos cultivos, los contenidos en sodio asimilable comprendidos entre 1 y 50 ppm. En algunas ocasiones, el efecto del sodio puede evaluarse mejor por el "porcentaje de sodio intercambiable" (PSI) Este porcentaje de sodio intercambiable se define como:

$$\text{PSI} = \frac{\text{meq. Na intercambiable / 100 g de suelo}}{\text{meq. capacidad de cambio cationico / 100g de suelo}} \cdot 100$$

Generalmente se alcanzan niveles tóxicos de alcalinidad cuando el PSI es superior al 15%. Dada la preferencia de absorción del calcio y magnesio sobre el sodio, es necesario que el contenido en sodio soluble del suelo sea muy alto para alcanzar dicho valor del PSI.

Otro índice adecuado para la evaluación de los posibles efectos del contenido en sodio de los suelos es la relación de absorción de sodio (RAS).

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

Normalmente se recomienda que se añada yeso a los suelos cuando el RAS es superior a 8.

El calcio es un macronutriente que tiene una gran influencia sobre el desarrollo de los cultivos, siendo la fracción asimilable la que posee mayor interés agronómico. El contenido total en calcio de los suelos tiene menor interés, ya que una gran parte puede estar en forma de granos gruesos de carbonato cálcico, de los que sólo la superficie participará en el equilibrio del suelo.

Los buenos resultados que se obtienen al analizar estos tres elementos por espectrofotometría de llama, han conducido a la adopción de dicho método, como regla general. Cuando se desea conocer la fracción asimilable de estos elementos, la determinación se realiza generalmente en los extractos obtenidos al agitar el suelo con acetato amónico 1 N, a pH = 7, en la proporción 1/10. En estas condiciones, no hay interferencia en el espectro de llama.

Para evaluar el contenido en calcio asimilable de los suelos se ha propuesto también la extracción con oxalato amónico 0.2 N. Dado que las proporciones de calcio extraída del suelo con este reactivo difiere apreciablemente de la que se obtiene con acetato amónico 1 N, conviene diferenciar claramente ambas fracciones, llamándose "calcio activo" a la determinada por extracción con oxalato amónico 0.2 N, filtración y valoración con permanganato potásico de oxalato amónico y reservándose la denominación de calcio asimilable para la fracción que se extrae con acetato amónico 1 N a pH = 7, o con otros reactivos que posean un poder de extracción semejante a este último.

Entre los métodos analíticos existentes para determinar el calcio en los extractos de suelos cabe destacar la precipitación con oxalato, la valoración volumétrica con soluciones de la sal disódica del ácido etilendiamino tetraacético EDTA, la fotometría de llama y la espectrofotometría de absorción atómica.

CONCEPTOS GENERALES DEL CONTENIDO EN MATERIA ORGANICA DE LOS SUELOS.

La materia orgánica de los suelos influye decisivamente en sus propiedades físicas y químicas; su determinación es de importancia primordial para la evaluación de la fertilidad.

Entre los métodos propuestos, se suele utilizar, por su comodidad, rapidez y exactitud, el descrito por Walkley y Black basado en una oxidación de la materia orgánica del suelo con dicromato potásico y posterior valoración del exceso de dicromato añadido, con sal ferrosa. El dicromato utilizado es 1 N; el medio ácido, necesario para la oxidación de la materia orgánica, se obtiene con ácido sulfurico concentrado; la temperatura necesaria se alcanza con el calor desarrollado por el ácido sulfurico concentrado, al añadirlo a la solución acuosa. Como indicador de oxidoreducción se utiliza la difenil amina.

La sal ferrosa preferible es el sulfato ferroso amónico como todas las sales ferrosas, se oxida a férrica por la simple acción del aire y es necesario contrastar, en cada sesión de análisis, su normalidad; esta contrastación se realiza valorando con el sulfato ferroso amónico aproximadamente 0.5 N, un volumen de dicromato igual al añadido de las muestras.

Otro método de análisis de la materia orgánica del suelo se basan en la determinación del anhídrido carbónico, resultante de la oxidación de la materia orgánica, tras la eliminación o determinación, por separado, de los carbonatos. Esta determinación, puede realizarse gravimétricamente comprobando el aumento de peso de sustancias absorbentes de CO_2 (como la cal sodada,) o volumétricamente, valorando partes alícuotas de una solución de hidróxido sódico antes

y después de la absorción de CO_2 . Estos métodos presentan el inconveniente de un consumo excesivo de tiempo y necesitan gran cuidado.

Una forma de evaluar, aproximadamente, la materia orgánica de los suelos se basa en la pérdida por ignición. En este caso debe considerarse el porcentaje de humedad, que debe determinarse previamente en la misma muestra o separadamente en otra. El resultado es sólo aproximado debido a la presencia, en los suelos, de otras sustancias que pueden transformarse o descomponerse en la incineración. La temperatura de incineración es de $350 - 400^\circ \text{C}$ y la muestra se mantiene a esa temperatura durante unas ocho horas (en la mufla). A temperaturas superiores a 450°C se descomponen los carbonatos.

La incineración puede realizarse también a altas temperaturas, tras la eliminación o determinación por separado de los carbonatos.

CONCEPTOS GENERALES DEL pH. EN LOS SUELOS.

Conceptos generales:

Quizás la propiedad química más importante de un suelo como medio destinado al cultivo de plantas, sea el valor de su pH o "actividad de los iones Hidrógeno". Tan familiar es esto para los químicos del suelo que el término "valores 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 doce o más iones que intervienen en la nutrición vegetal, depende en gran medida de la del ion hidrógeno.

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, aun cuando también influya el ajuste de las actividades de los iones magnesio como tales. Las actividades de varios cationes distintos del hidrógeno se han medido directamente mediante un método basado en el uso de una membrana de arcilla, es decir por un método semejante al de la medida de la actividad de iones hidrógeno mediante el electrodo de vidrio.

Los suelos que se encuentran en la gama de pH de 5.8 a 7.5 tienen más probabilidad de no ofrecer problemas que los que tengan valores más altos o más bajos. Los valores de pH de 5.0 o menores, pueden indicar deficiencias o indisponibilidad de elementos tales como: calcio, magnesio, fósforo, molibdeno, boro, o bien pueden tener cantidades tóxicas de cinc, manganeso, aluminio, níquel, y otros elementos, debido a su mayor solubilidad.

Mediante adiciones de piedra caliza puede corregirse - la deficiencia de calcio, o bien, se utiliza dolomita, se - corrigen tanto las deficiencias de calcio como las de magnesio y, al mismo tiempo, se reducen o vencen por completo las toxicidades debidas a la elevada toxicidad de los metales. - Asi mismo en algunos suelos, la adición de piedra caliza incrementa la disponibilidad del fósforo y el molibdeno.

Los valores más altos de pH 8.5 indican la presencia - de carbonato de sodio y/o sodio muy intercambiable, y la necesidad de tratar el suelo con yeso, azufre u otros materiales ácidos. Los valores de pH de 8.0 a 8.5 indican con frecuencia la presencia de cal libre y en esta gama y más arriba, la disponibilidad de fósforo, manganeso, cinc y cobre es muy baja frecuentemente.

CONCEPTOS GENERALES DE LA TEXTURA DEL SUELO

Conceptos generales:

El tamaño relativo de las partículas del suelo se expresa mediante el término de TEXTURA, el cual se refiere al grado de finura o grosor. Más específicamente, la textura es la 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.

CONCEPTOS GENERALES DEL ESPACIO POROSOS DEL SUELO.

El espacio de poros 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 oxígeno para el crecimiento de las plantas y la tasa de movimiento del agua en el suelo están relacionados con la cantidad y tamaño de los poros del mismo.

Debido a que el peso del suelo está relacionado con la cantidad de espacios porosos, las relaciones entre ellos se tratan juntas. Tanto el peso como el espacio poroso varían de horizonte a horizonte, al igual que lo hacen otras propiedades del suelo y ambas son afectadas por la textura y la estructura del mismo.

CONCEPTOS GENERALES DE LA CONDUCTIVIDAD ELECTRICA DE LAS DISOLUCIONES OBTENIDAS A PARTIR DE LOS SUELOS.

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 elevada relación entre la cantidad de agua y la de suelo tratado, constituyen una medida menos exacta ya que el tratamiento puede extraer-- más sales de las que realmente se encuentran presentes en es tado de libertad cuando el suelo contiene la humedad propia- del campo. Además, las especies iónicas extraídas pueden - ser diferentes de las que se encuentran presentes en las di- soluciones del suelo.

Como quiera que la relación suelo: agua tiene influen- cia 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 la saturación correspondiente a la humedad del suelo se encuentra relacionado con las cons tantes de humedad del mismo, y el contenido de humedad co- - rrespondiente al suelo en el campo proporciona una escala - de salinidad del suelo simple, basada en la conductividad - eléctrica obtenida para los extractos de esta dilución o con tenido de humedad, y es el contenido de humedad máximo a que el suelo mismo puede emplearse para regular la relación sue- lo: agua para la extracción.

CAPITULO III

PARTE EXPERIMENTAL

ANALISIS QUIMICO DEL SUELO.

COMPRENDE :

- 1.- Manganeso.
- 2.- Nitrógeno nítrico
- 3.- Nitrógeno amoniacal.
- 4.- Hierro.
- 5.- Aluminio.
- 6.- Potasio.
- 7.- Sodio.
- 8.- Calcio.
- 9.- Magnesio .
- 10.- Fósforo.
- 11.- Materia orgánica.

ANALISIS FISICO Y FISICOQUIMICO.

COMPRENDE :

- 1.- pH
- 2.- Conductividad eléctrica.
- 3.- Porciento de espacio poroso.
- 4.- Textura.

ANALISIS QUIMICO DEL SUELO.

DETERMINACION DE:

Manganeso
 Nitrogeno nitrico
 Nitrógeno amóniacal
 Fierro
 Aluminio

MATERIAL:

- 1.- Matraz erlenmeyer de 125 ml.
- 2.- Pipeta volumétrica de 25 ml.
- 3.- Embudo
- 4.- Papel filtro cualitativo
- 5.- Matraz erlenmeyer de 50 ml.
- 6.- Tubos de ensayo
- 7.- Tamiz No. 10

REACTIVOS:

1.- Solución extractiva. Disolver 100 grs. de acetato de sodio en 400 ml. de agua, agregar 30 c.c. de ácido acético glacial y aforar a 1000 ml., el pH deberá ser de 4.8

2.- Carbón activado de 0.25 a 0.5 grs. aproximadamente

PROCEDIMIENTO:

Pesar 5 gramos de suelo secado al aire, y pasados por el tamiz no. 10 se colocan en el matraz erlenmeyer de 125 ml y se agrega el carbón activado (en lugar de pesar es preferible medirlo con una cucharita) y 25 ml. de la solución extractiva. Mezclar muy bien la solución con el suelo, dejar-

reposar 30 min. agitando durante ese lapso 3 ó 4 veces más y filtrar, seguidamente aforar a 50 ml.

Se recomienda hacer las determinaciones en el siguiente orden: Mn, NO_3^- , NH_4 , Fe, y Al.

DETERMINACION DE MANGANESO

Método de Peach

Series tipo.

REACTIVOS:

1.- Solución Estándar.- Se pesan 0.0288 gramos de KMnO_4 Q.P. se ponen en un vaso de precipitado con 10 cc. de agua y 6 gotas de ácido sulfúrico concentrado, se calienta a ebullición y se agrega Na_2SO_3 hasta que desaparezca el color rojizo, evitando el exceso en esta adición. Evaporece la solución hasta que aparezcan emanaciones de ácido sulfúrico, enfriese el residuo y disuélvase en 500 ml. de solución extractiva. Esta solución contiene 20 ppm. de manganeso.

2.- Acido sulfúrico concentrado.

3.- Bismuto de sodio Q.P. en polvo.

Procedimiento:

Colocar 2 cc. del extracto de suelo en tubos de ensayo agregar 0.2 cc. de ácido sulfúrico concentrado y mezclar. Después de enfriar se agrega 0.1 gramos de bismutato de sodio, se agita 30 segundos y se deja en reposo durante 30 minutos, para que se asiente el exceso de bismutato.

Se compara con el color obtenido en las disoluciones de soluciones estandar preparadas simultáneamente.

La comparación colorimétrica deberá hacerse en éste caso observando los tubos lateralmente y contra fondo blanco.

PREPARACION DE ESTANDARS.

cc. de sol st.	cc. de sol. extrac.	Estandar ppm	Kg/Ha
0.00	8.00	0.0	0
2.0	6.0	5.0	7.0
4.0	4.0	10.0	140.0
6.0	2.0	15.0	210.0
8.0	0.0	20.0	280.0

NOTAS:

Se recomienda hacer un blanco con solución extractiva-
y carbón activado.

Los calculos en Kg/Ha. están basados considerando -
20 cm de profundidad del suelo y 1.4 de densidad.

Como la serie tipo anterior no da la coloración debida
se pesaron 0.0720 gr. de $KMnO_4$ y se le dio el mismo -
tratamiento que a la solución estándar y obteniendo -
así una solución que contiene 50 ppm de manganeso, con
la que se hizo una nueva serie tipo.

DETERMINACION DE NITROGENO NITRICO

Método Peach

REACTIVOS:

1.- Solución Estándar.- Disolver 0.0361 gramos de nitrato de potasio en 300 cc. de solución extractiva. Esta solución corresponde a 10 ppm. de nitrógeno nítrico.

2.- Solución de Brucina.- Al 4% en cloroformo (CHCl_3)- y se conserva en frasco ambar.

3.- Acido sulfúrico concentrado.

PROCEDIMIENTO:

Se ponen 2 cc. de extracto del suelo en un tubo de ensaye agregar 12 gotas de brucina y 4 cc. de ácido sulfúrico-concentrado, dejandolo resbalar por las paredes del tubo sumergido en hielo, agitar con cuidado y hacer la lectura a los 15 min. ESTANDARS.- Usar 0.8 y 0.4 cc. de la solución extractiva y se trata en la misma forma que el suelo.

Estas soluciones corresponden a 56 y 28 Kg/Ha. respectivamente.

CALCULOS:

$$\text{Factor: } \frac{56}{\text{lectura st.}}$$

$$\text{Factor: } \frac{28}{\text{lectura st.}}$$

$$\text{Kg/Ha. de nitrógeno NO}_3^- = X \text{ Factores} \times \text{Lectura}$$

Notas: Se recomienda hacer un blanco usando solución extractiva y carbón activado.

Los cálculos estan basados considerando 20 cm de profundidad y 1.4 de densidad.

Se recomienda preparar la brucina periódicamente.

Aparato usado: Espectrofotómetro. Bausch Lomb

Modelo: Spectronic 20

Las lecturas se efectúan a una longitud de onda de --
530 mu.

DETERMINACION DE NITROGENO AMONIACAL

Método de Peach

REACTIVOS:

1.- Solución estándar.- Disolver 0.0471 gramos de sulfato de amonio $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ en 500 ml. de solución extractiva (acetato de sodio), esta solución representa 20 ppm. de nitrógeno amoniacal

2.- Solución de hidróxido tartrato sódico.- Disolver 40 gramos de tartrato sódico $\text{Na}_2\text{C}_4\text{H}_4\text{O}_6 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ en 300 ml. de agua, y aforar a 1000 ml.

3.- Solución de goma gathi.- Disolver 10 gramos de goma gathi pulverizada en 195 ml. de agua, añadir 5 ml. de solución nessler.

4.- Solución nessler.- Disolver 45.5 gramos de yoduro mercurico (HgI_2) y 35 gramos de yoduro potasico (KI), en pequeña cantidad de agua, añadir 112 gramos de hidróxido de potasio (KOH) mezclar, enfriar y aforar a 500 ml. dejando en reposo durante 4 ó 5 días.

PROCEDIMIENTO:

Tomar 2 ml. de extracto de suelo colocándolo en un tubo de ensaye, agregar 5 ml. de agua, mezclar y añadir 2 ml. de la solución de hidróxido tartrato sódico deslizandolo por las paredes del tubo, agregar 2 gotas de la solución de goma gathi, mezclar perfectamente y agregar 0.5 ml. de la solución nessler agitar vigorosamente y leer a los 10 minutos.

Estándars.- Tomar 0.75 ml. y 0.3 ml. de la solución estándar, agregar 0.25 y 0.7 ml. de la solución extractiva -

y darles el mismo tratamiento que a las muestras del suelo.- Estas soluciones corresponden a 210 y 84 Kg/Ha de nitrógeno-amoniaco respectivamente.

CALCULOS:

$$\text{Factor}_1 = \frac{20}{\text{lectura estándar.}} \quad \text{Factor}_2 = \frac{84}{\text{lectura est.}}$$

NOTAS:

Se recomienda hacer un blanco con solución extractiva y carbón activado.

Los cálculos están basados considerando 20 cm de profundidad y 1.4 de densidad.

Se recomienda preparar los reactivos cada 2 meses.

Las lecturas de las muestras se efectúan a una longitud de onda de 475 mμ.

Aparato usado: Espectrofotómetro Bausch & Lomb

Modelo: Spectronic 20

DETERMINACION DE FIERRO

REACTIVOS:

1.- Solución tipo de Hierro (10 ppm de fierro). Disuélvase 0.0351 gramos de $\text{Fe SO}_4 (\text{NH}_4)_2\text{SO}_4 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ en 300 ml. de solución extractiva, agregense 2 ml. de solución de cloruro de hidroxilamina al 5% y diluyase a 500 ml. de solución extractiva.

2.- Hidrocloruro de Hidroxilamina.- Solución al 5% en agua.

3.- Solución de orto-fenantrolina.- Solución al 0.5% en alcohol etílico al 50%.

PROCEDIMIENTO:

A un ml. de extracto puesto en un tubo grande se agregan 5 ml. de agua, 0.1 ml. de solución de clorhidrato de hidroxilamina y se agita, luego se agregan 0.2 ml. de solución de orto-fenantrolina y se agita de nuevo, se lee a los 10 minutos.

Estándars.- Tomar 0.1 0.2 y 0.8 ml. de solución tipo y agregar 0.9, 0.8 y 0.2 ml. respectivamente de solución extractiva, dandoles después el mismo tratamiento que a los extractos del suelo.

Estas soluciones corresponden a: 14, 56 y 112 Kg/Ha. respectivamente.

CALCULOS:

$$F_1 = \frac{14}{\text{lec. st.}}$$

$$F_2 = \frac{56}{\text{lec. st.}}$$

$$F_3 = \frac{112}{\text{lec. st.}}$$

Kg/Ha. de Fe = X de factores X lectura.

NOTAS:

Se recomienda hacer un blanco con solución extractiva y carbón activado.

Los cálculos están basados considerando 20 cm. de profundidad y 1.4 de densidad.

La lectura de las muestras se efectúan a una longitud de onda de 530 mμ.

Aparato usado: Espectrofotómetro Bausch & Lomb

Modelo: Spectronic 20

DETERMINACION DEL ALUMINIO

REACTIVOS:

1.- Solución tipo de aluminio (25 ppm, de aluminio), - disuélvase 0.0154 gramos de $Al_2(SO_4)_3 \cdot 18H_2O$ en 500 ml. de solución extractiva.

2.- Aluminón.- al 0.2 %: Disuélvase 0.20 gramos de aluminón (sal amóniacal del ácido aurintricarboxílico) en 100 ml. de agua. Conservese en una botella ambar con gotero prepárese la solución cada 6 meses.

3.- Solución de Almidón: Solución al 1% de almidón soluble en agua.

4.- Solución acuosa de Hidrocloruro de Hidroxilamina - al 5 %.

PROCEDIMIENTO:

A una parte alícuota de 1 ml. de extracto puesto en un tubo grande se agregan 2 gotas de hidrocloruro de hidroxilamina, se agita de nuevo, añádese luego 2 gotas de solución de almidón y agítese perfectamente. Dejese reposar la muestra 30 minutos por lo menos y leer a 530 mu.

ESTANDARS.- Tomar 0.1, 0.4 y 1 ml. de la solución tipo agregar 0.9, 0.6 y 0.0 ml. de solución extractiva y darle el mismo tratamiento que los extractos del suelo.

Estas soluciones corresponden a 35, 140 y 350 Kg/Ha, - de Aluminio respectivamente.

CALCULOS:

$$F_1 = \frac{35}{\text{lec. estan.}}$$

$$F_2 = \frac{140}{\text{lec. estan.}}$$

$$F_3 = \frac{350}{\text{lec. estan.}}$$

Kg/Ha. de Al = X de factores X Lectura.

NOTAS:

Se recomienda hacer un blanco con solución extractiva y carbón activado.

Los cálculos están basados considerando 20 cm. de profundidad y 1.4 de densidad.

Las lecturas de las muestras se efectúan a una longitud de onda de 530 mμ.

Aparato usado: Espectrofotómetro Bausch & Lomb.

Modelo: Spectronic 20

DETERMINACION DE MAGNESIO EN LOS SUELOS.

Material:

- 1.- Placa de porcelana blanca con 12 depresiones de 20 mm. de diametro y 7.5 mm. de profundidad.
- 2.- Gotero ordinario.
- 3.- Frascos de 30 ml.

Reactivos:

Amarillo de Thiazol.- Se disuelven 0.02 gramos de amarillo de thiazol en 100 ml. de agua destilada. Se guarda en un frasco ámbar.

Hidróxido de sodio.- Se disuelven 15 gramos de hidróxido de sodio en 100 ml. de agua destilada.

Procedimiento:

Se ponen 10 gotas de extracto del suelo en la placa de pruebas, se agregan 1 gota de amarillo de thiazol y 3 gotas de hidróxido de sodio. Se deja reposar 1 minuto, se compara la coloración desarrollada, la cual varía de salmón claro a rojo oscuro, con la escala correspondiente.

Nota :

La extracción del suelo se hace con acetato de sodio.- a un pH = 4.8.

DETERMINACION DEL FOSFORO.

Prueba No. 1 de Bray.

REACTIVOS NECESARIOS:

1.- Solución base de fluoruro de amonio: Disolver 37.0-gr. de NH_4F en agua y aforar a un litro, guardese en botella de plastico, esta solución es aproximadamente molar con respecto al NH_4F .

2.- Solución extractora: Diluir en agua 30 ml. de solución de NH_4F , 50 ml. de HCl aproximadamente 0.5 N y aforar a un litro. Esto da una solución que es 0.03 N en NH_4F y 0.025 N en HCl., guárdese en botella de plástico.

3.- Acido clorhídrico aproximadamente 0.5 N; diluir con agua hasta un litro, 40.5 ml. de HCl concentrado.

4.- Solución de molibdato de amonio: Disolver 15 gramos de molibdato de amonio tetra-hidratado en unos 350 ml. de agua destilada. Agregar 350 ml. de HCl 10 N. lentamente y agitando. Cuando la solución esta fría se afora a un litro. Prepárese cada dos meses.

5.- Solución tipo de fósforo: Disolver en la solución-extractiva 0.04389 gramos de KH_2PO_4 diluir a un volumen de un litro. Esta solución contiene 100 ppm de fósforo.

6.- Solución de cloruro estanoso: Disolver 10 gramos de $\text{SnCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ en 25 ml. de HCl concentrado. Preparar cada 6 semanas.

Solución de cloruro estanoso para trabajar. Mezclar 0.3 ml. de la solución anterior con 99 ml. de agua. Prepárese cada cuatro horas.

PROCEDIMIENTO

1.- Pesar por duplicado 1 gr. de suelo en una balanza de torción, colocar la muestra en un matraz erlen meyer de 25 ml.

2.- Añadir 7 ml. de solución extractora. Tapar y agitar 1 min. (el método original dice 40 seg.).

3.- Filtrar inmediatamente por papel filtro Whatman No. 40 recibiendo la solución en un tubo de ensaye.

4.- Tomar una alícuota de 1 ml. y colocarlo en un tubo colorimétrico.

5.- Agregar 6.0 ml. de agua destilada y 2.0 ml. de solución de molibdato y agitar.

OBSERVACIONES

Para pruebas rápidas de rutina es común medir el suelo volumétricamente en lugar de pesar.

La relación suelo:solución extractora es 1:7 - ocasionalmente se han empleado soluciones 1:10 - 1:50

Ciertos papeles filtro contienen fósforo, por lo que es necesario una prueba en blanco para determinar la cantidad de fósforo que proviene del papel y/o de los reactivos.

Conviene asegurarse de que tanto las pipetas como el tubo han sido enjuagados con HCl diluido para evitar contaminación de fósforo.

El molibdato reacciona con el fósforo para formar un complejo de fosfomolibdato.

6.- Agregar 1.0 ml. de solución reductora de SnCl_2 : $2\text{H}_2\text{O}$.

7.- Mezclar la solución dando al tubo un movimiento de rotación entre ambas manos.

8.- Dejar reposar la solución 10 minutos.

9.- Leer la absorbancia en el espectrocolorímetro empleando una longitud de onda de 660 m μ .

10.- Determine ppm de fósforo en solución a partir de la curva preparada de ante mano.

Al reducirse el Mo del complejo se forma un color azul.

El color se desarrolla totalmente a los 10 minutos pero se desvanece a los 45.

Ponga el indicador en el cero con el testigo al 100% de transmitancia. Anotar las lecturas correspondientes.

Reportese el Fósforo en Kg/Ha.

DETERMINACION DEL CONTENIDO EN POTASIO, SODIO
Y CALCIO DE LOS SUELOS.

Material:

un aro, con nuez, de 6 cm. de diámetro;
un embudo de 8 cm de diámetro;
diez cubetas de vidrio para el fotometro o espectrofotometro de llama.

un fotometro o espectrofotometro de llama;

un matraz aforado de un litro;

un matraz aforado de 100 ml;

un matraz erlenmeyer de 250 ml;

una pipeta de 1 ml.

una pipeta de 2 ml.

una pipeta de 5 ml.

una pipeta de 10 ml;

una pipeta de 20 ml;

una probeta de 100 ml;

una probeta de 200 ml;

dos probetas de 1 litro

un vaso de 2.5 litros de vidrio calentable

un vaso de 100 ml.

Reactivos:

ácido acético glacial

Amoniaco

ácido clorhidrico

cloruro sódico

cloruro potásico

carbonato calcico.

Preparación de reactivos:

Acetato amonico 1N, a pH = 7:

1.- En la probeta de 200 ml. se miden 115 ml. de ácido acético glacial, se vierten en una probeta de un litro - que contenga 500 cc de agua destilada y se llevan a un litro con más agua destilada.

2.- En otra probeta de 200 ml. de amoniaco concentrado, se vierten en una probeta de un litro que contenga 500 - ml. de agua destilada y se llevan a un litro con más agua - destilada.

3.- Se tomen la solución diluida de ácido acético an-- tes obtenida en un vaso de 2.5 litros de vidrio calentable y se añade lentamente la solución diluida de amoniaco obtenida en el párrafo 2.-

4.- Una vez se haya enfriado, hasta 20-25° C (medi- - dos con termómetro), la solución de acetato amónico obtenida en el párrafo 3°.- se ajusta a pH 7, añadiendo ácido acético glacial o amoniaco concentrado , según sea necesario utili-- zando un medidor de pH.

Soluciones patrones de potasio:

1°.- Se pesan exactamente 1.910 gramos de cloruro de - potasio calidad reactivo para análisis, en un vaso de 100 ml se disuelven en 50 cc de agua destilada, se pasa la solución a un matraz aforado de un litro y se diluye a este volúmen - con agua destilada. Esta solución contiene 1 gramo de potasio por litro (1000 ppm de potasio).

2°.- Se toman, con las correspondientes pipetas, 1, 2, 5 y 10 ml. de la solución de cloruro de potasio antes obtenida, se pone cada una de estas cantidades en un matraz aforado de 100 ml. y se diluye, a este volúmen, con acetato amónico 1N a pH = 7, Estas soluciones contienen 10, 20, 50, y 100 ppm de potasio.

3º.- Se toman, con las correspondientes pipetas, 1, 2, y 5 ml. de la solución que contiene 100 ppm de potasio, se pone cada uno de estos volúmenes en un matraz aforado de 100 ml y se diluye hasta el aforo con acetato amónico 1N, a pH = 7. Estos volúmenes contienen, respectivamente, 1, 2, y 5-ppm de potasio.

Soluciones patrón de sodio:

1º.- Se pesan exactamente 2.545 gramos de cloruro de sodio, de calidad reactivo para análisis, en un vaso de 100-ml. se disuelven con 50 ml de agua destilada, se pasan a un aforado de un litro y se afora con agua destilada. Esta solución contiene 1 gramo de sodio por litro (1000 ppm de sodio).

2º.- Se toman, con las correspondientes pipetas, 1, 2, 5, y 10 ml de la solución de cloruro de sodio antes obtenida, se ponen cada una de estas cantidades en un matraz aforado de 100 ml. y se diluyen a este volumen con acetato amónico 1N, a pH = 7. Estas soluciones contendrán 10, 20, 50 y 100 ppm de sodio.

3º.- Se toman, con las correspondientes pipetas, 1, 2, y 5 ml. de la solución que contiene 100 ppm de sodio, se pone cada uno de estos volúmenes en un matraz aforado de 100 ml. y se lleva a este volumen con acetato amónico 1 N, a pH = 7. Esta solución contendrá 1, 2 y 5 ppm. de sodio.

Solución patrón de calcio:

1º.- Se pesan, con exactitud, 2.50 gramos de carbonato de calcio, grado reactivo para análisis, en un vaso de 100 ml. se añaden 5 ml de agua destilada y 2 ml. de ácido clorhídrico concentrado, reactivo para análisis, se disuelve la sal, se diluye hasta 50 ml. con agua destilada, se pasan-

a un matraz aforado de un litro y se diluye al volúmen, con agua destilada. Esta solución contiene un gramo de calcio por litro (1000 ppm de calcio).

2º.- Se toman 1, 2, 5 y 10 ml. de la solución anterior se vierten en matraces aforados de 100 ml y se diluyen, al volúmen, con solución de acetato amónico 1 N a pH=7. Estas soluciones contendrán 10, 20, 50, y 100 ppm de calcio.

3º.- Se toman 1, 2, y 5 ml de la solución de 100 ppm de calcio, se vierten en matraces aforados de 100 ml. y se diluyen, al volúmen, con solución de acetato amónico 1 N a pH = 7. Estas soluciones contendrán 1, 2 y 5 ppm de calcio.

PROCEDIMIENTO.

Extracción.

1º.- Se pesan 10 gramos de suelo, se pasan a un frasco de 250 ml. y se añaden 100 ml. de acetato amónico 1 N a pH=7

2º.- Se agita durante diez minutos y se deja reposar durante otros diez minutos.

3º.- Se filtra a través de papel a un vaso de 100 ml.

Trazado de la curva de potasio:

1º.- Se toman ocho cubetas del fotometro de llama y se adhiere una etiqueta a cada una, grabando en cada etiqueta los siguientes números y letras: 1, 2, 5, 10, 20, 50, 100. A.

2º.- Se llena la cubeta A con agua destilada y las otras con soluciones que contengan respectivamente 1, 2, 5, 10, 20, 50, y 100 ppm de potasio en acetato amónico 1N a pH=7

3º.- Se pone en marcha el fotometro, o espectrofotómetro de llama, siguiendo minuciosamente las instrucciones del aparato y acoplado al fotómetro el filtro correspondiente - al potasio, que debe tener una transmisión máxima a 768 m μ , - o ajustando el monocromador del espectrofotómetro para realizar lecturas a 768 m μ .

4º.- Se introduce el capilar del fotómetro o espectrofotómetro de llama en la cubeta que contiene agua destilada.

5º.- Se saca el capilar del fotometro de llama del agua destilada y se introduce en la solución que contiene 100 ppm de potasio.

6º.- Se ajusta el aparato para que la lectura de la escala corresponda a 100.

7º.- Se saca el capilar de la solución de 100 ppm y se introduce en la del agua destilada.

8º.- Se anota la lectura de la escala correspondiente al agua destilada.

9º.- Se vuelve a pasar, por el aparato, la solución de 100 ppm de potasio y se observa si vuelve a marcar 100. En caso contrario se vuelve a ajustar.

10º.- Se pasa agua destilada y se observa si el aparato señala la misma lectura que al pasar agua destilada anteriormente.

11º.- Se pasan las soluciones de 1, 2, 5, 10, 20, 50 y 100 ppm de potasio, en el orden dado, y se anotan los valores correspondientes de la escala.

12°.- Se representa, sobre papel milimétrico, la relación entre el contenido en potasio de la solución y la lectura de los valores de la escala.

Trazado de la curva patrón de sodio:

Se sigue el mismo proceso que en el caso del potasio - con las soluciones que contienen 0, 1, 2, 5, y 10 ppm de sodio, ajustando el fotómetro o espectrofotómetro de llama a - 100 con la solución que contiene 10 ppm de sodio, y acoplando el filtro correspondiente a 1 sodio que debe tener una - transmisión máxima a 589 μ , o ajustando el monocromador para realizar medidas a 589 μ .

trazado de la curva patrón de calcio:

1°.- Se toman ocho cubetas de fotómetro de llama, se les adhiere una etiqueta a cada una y se graban los siguientes números y letra 1, 2, 5, 10, 20, 50, 100, A.

2°.- Se llena la cubeta A con agua destilada y las - otras con las soluciones que contienen 1, 2, 5, 10, 20, 50, - y 100 ppm de calcio.

3°.- Se pone en marcha el fotómetro o espectrofotómetro de llama, siguiendo minuciosamente sus instrucciones y - acoplado el filtro correspondiente al calcio, que debe tener transmisión máxima a 622 μ o ajustando el monocromador para realizar medidas a 622 μ , y se sigue el mismo proceso - que en el caso del potasio, ajustando el aparato para que la solución de 100 ppm de calcio de una lectura de 100.

Medida del contenido de potasio, sodio, y calcio, en la muestra de suelo.

1º.- Se llena una cubeta limpia, de fotometro de llama con el extracto filtrado del suelo.

2º.- Se introduce el capilar del fotómetro en dicho extracto.

3º.- Se anota la lectura correspondiente primero con el filtro de potasio, después con el de sodio y finalmente con el de calcio.

Se busca, en las curvas patrones, el contenido en potasio sodio y calcio, correspondiente a las lecturas de la escala, observadas en el extracto de la muestra del suelo.

5º.- Se calcula el contenido de potasio, sodio y calcio del suelo analizado, teniendo en cuenta que las concentraciones de los mismos en el extracto, ya que 10 gramos de suelo se extraen con 100 ml de solución extractora.

DETERMINACION DEL CONTENIDO DE MATERIA ORGANICA.

Quando se tiene experiencia en la determinación de los colores de los suelos - que tienen diversos contenidos de materia orgánica, se puede hacer una estimación - aproximada de la misma por simple observación.

Debera, tenerse en cuenta siempre el color obscuro impartido por el humus se - intensifica con la humedad; también que un suelo arenoso presenta un color más obscuro para el mismo contenido de materia orgánica en un suelo más pesado.

Los colores de los suelos moderadamente secos, a diversos niveles de materia orgánica, son los que indican en la tabla siguiente:

Contendio aproximado de materia orgánica de los suelos según su color.

color del suelo	arena migajoso	migajón arenoso	migajón arenoso fino	franco o migajón limoso.	migajón arcilloso.
Amaril o cafesoso amarillo rojizo o gris claro	0.5	0.7	1.0	1.2	1.5
Café amarillento claro, café roji zo claro, o gris café claro.	0.5-1.0	0.7-1.5	1.0-2.0	1.2-2.5	1.5-3.0
Café grisáceo, - café o café ama- rillento.	1.0-2.5	1.5-3.0	2.0-4.0	2.5-5.0	3.0-6.0
Café obscuro ca- fé rojizo obscu- ro o café grisá- seo obscuro.	2.5-4.0	3.0-5.0	4.0-6.0	5.0-7.0	6.0-8.0
Café muy obscuro gris rojizo obs- curo o negro.	4	5	6	7	8

DETERMINACION DEL CONTENIDO EN MATERIA
ORGANICA DE LOS SUELOS.

(Método de Walkley y Black 1934 y Walkley 1947).

MATERIAL:

Una estufa regulada a 105° C
dos pesasustancias.
dos matraces erlenmeyer de 500 cc.
una pipeta de 10 ml.
una pipeta de 1 ml.
un agitador magnético.
una bureta de 50 ml.
dos pinzas de bureta.
un soporte de 75 cm
un desecador.

REACTIVOS:

dicromato potásico
difenilamina
ácido sulfúrico concentrado
sulfato ferroso amónico
ácido fosfórico del 95%.

PREPARACION DE REACTIVOS:

Solución de dicromato potásico 1N

1°.- Se pesan 60 gramos de dicromato potásico, se secan durante algo más de dos horas en una estufa a 105° C, y se enfrían en desecador.

2°.- Se pesan 49.035 gramos del producto seco, se disuelven en agua destilada y se diluyen a un litro.

Solución de difenilamina:

1º.- En un vaso de 250 ml, de vidrio calentable, se vierten 20 ml de agua destilada.

2º.- Se añaden, lentamente, 100 ml de ácido sulfúrico concentrado al vaso que contiene los veinte ml. de agua destilada y se deja enfriar hasta temperatura ambiente.

3º.- En un vaso de 250 ml. se pesan 0.5 gramos de difenilamina, se añade a este vaso la solución de ácido sulfúrico antes obtenida (20 ml de H_2O + 100 ml de SO_4H_2) y se agita con una varilla de vidrio hasta que se haya disuelto completamente la difenilamina.

Solución de sulfato amónico (sal de Mohr) 0.5 N:

Se pesan 196.1 gramo de $(SO_4)_2 Fe (NH_4)_2 \cdot 6H_2O$, se disuelven en 800 ml. de agua destilada, con 20 ml. de H_2SO_4 concentrado y se diluye a un litro.

PROCEDIMIENTO.

1º.- Se toman dos matraces erlenmeyer de 500 ml. y se numeran (1 y 2). El número 1 servira para valorar el sulfato ferroso amónico y el número 2, para realizar la determinación de materia orgánica.

2º.- Se pesan 1 gramo de suelo, de contenido normal en materia orgánica, (2 gr. en el caso de los suelos muy pobres en materia orgánica, o 0.5 gr. en el caso de suelos muy ricos).

3º.- Se transfiere el suelo pesado al matraz erlenmeyer de 500 ml. número 2.

4º.- Se vierten 10 ml. de la desolución de dicromato potásico 1N, en el matraz erlenmeyer núm. 1. Se agita y se añaden 20 ml de ácido sulfúrico concentrado.

5º.- Inmediatamente se pone en marcha el cronómetro - se agita suavemente unos treinta segundos el matraz núm. 1 - y se deja reposar treinta minutos.

6º.- Cuando se termina la agitación del matraz núm. 1- se vierten 10 ml. de la disolución de dicromato potásico 1N- en el matraz número 2, se agita y se añaden 20 ml. de ácido-sulfúrico concentrado.

7º.- Inmediatamente, se lee la hora en el cronómetro, - se agita el matraz núm. 2, suavemente, durante treinta segundos y se deja reposar treinta minutos.

8º.- Una vez el matraz núm. 1 ha reposado treinta minutos, se le añaden unos 200 ml. de agua destilada y 10 ml de ácido fosfórico del 85%, y se enfría con un chorro de agua.

9º.- Una vez transcurridos los treinta minutos correspondientes al matraz núm. 2, se le añaden 200 ml de agua destilada y 10 ml. de ácido fosfórico del 85%, y se enfría con un chorro de agua.

10º.- Se añade 1 ml. de la solución de difenilamina a cada uno de los matraces y se valoran, cuidadosamente, con sulfato ferroso amónico 0.5 N, hasta que el color vire a verde de manzana agitando durante la valoración con agitador magnético.

CALCULOS:

a) Cálculo del factor de la solución de sulfato ferroso amónico.

Primeramente debe calcularse el factor de la solución de sulfato ferroso amónico, ya que su concentración en Fe^{++} disminuye por acción del aire. Este factor se deduce del volúmen consumido para reducir el dicromato del matraz núm. 1 ($F_S = 20 / V_2$).

b) Cálculo del contenido en carbono fácilmente oxidable. Se deduce de la diferencia entre el dicromato utilizado y remanente después de la oxidación del suelo.

Porcentaje de carbono fácilmente oxidable =

$$= \left(V_D - V_S \cdot N_S \cdot F_S \right) \frac{0.003}{p} \cdot 100$$

donde

V_D = volúmen de dicromato 1N empleado ($V_D = 10\text{ml}$) ($F=1$)

V_S = Volúmen de sulfato ferroso amónico empleado en la valoración del dicromato potásico que no ha reaccionado con el suelo.

N_S = normalidad de la solución de sulfato ferroso amónico ($N_S = 0.5 \text{ N}$)

F_S = factor de la solución de sulfato ferroso amónico calculado anteriormente.

p = peso de la muestra de suelo utilizado.

0.003 es el peso miliequivalente del carbono

por tanto:

porcentaje de carbono fácilmente oxidable =

$$= (10. - 0.5 \frac{F}{S} \frac{V}{S}) \frac{0.3}{p}$$

c).- Cálculo del contenido en materia orgánica fácilmente oxidable y total. Este cálculo, que es aproximado y empírico, se basa en el supuesto de que la materia orgánica del suelo tiene el 58% de carbono y que todo el dicromato es consumido por este.

Por otra parte, se supone que, por término medio, la materia orgánica valorada por el método, o fácilmente oxidable, es el 77% de la materia orgánica total.

Porcentaje de materia orgánica fácilmente oxidable=

$$= (10 - 0.5 \frac{F}{S} \frac{V}{S}) \frac{0.3}{p} \quad 1.72$$

Porcentaje de materia orgánica total = (% materia orgánica fácilmente oxidable) $\frac{1}{0.77}$

DETERMINACION DEL pH DEL SUELO

MATERIAL:

- 1.- Potenciómetro Sargent-Welch. modelo L. S
- 2.- Electrodo de vidrio y calomel
- 3.- Vasos de precipitado de 125 ml.
- 4.- Agitadores.

REACTIVOS:

- 1.- Solución buffer pH = 7.0

PROCEDIMIENTO.

Pesar 10 gramos de suelo y agregar 50 cc. de agua y se agita la suspensión durante una hora. Se determina el pH - dentro de los 60 segundos a partir del momento en que el - electrodo de vidrio de sumerja en la suspensión recién agitada.

DETERMINACION DE LA CONDUCTIVIDAD
ELECTRICA DEL SUELO.

Material:

Vasos de precipitado de 250 ml.
Embudo Buchner
Matraz Kitasato de 250 ml.
Una célula conductimétrica
Un puente de medida de conductividad
Un termómetro
Papel filtro

Procedimiento:

Se pesan 10 gramos de suelo en un vaso de precipitado de 250 ml. se añade agua hasta el punto de saturación, se deja reposar quince minutos y se añade agua hasta saturar nuevamente. Se filtra sobre un embudo buchner., se coloca el filtrado en la célula conductimétrica y se mide la conductividad, con el puente de medida de conductividad, se mide la temperatura a la que se realiza la medida de la conductividad para realizar la corrección oportuna.

Corrección de temperatura:

$$C_{25}^{\circ C} = C_t \cdot 1.0.02 (25-t)$$

Cálculos:

Lectura x K (célula) = Resistividad (en ohm)

Conductividad (en mohm) = $\frac{1}{\text{resistividad (en ohm)}}$

NOTAS:

- 1.- La constante K de la célula se determina por medida de la conductividad eléctrica de una solución de ClK 0.1 N, cuya conductividad específica es de 0.01288 miliohmios por centímetro, a 25° C:

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

donde L es la conductividad específica de la solución de KCl. C es la conductividad medida de esta solución.

- 2.- La conductividad eléctrica de estas soluciones se le expresarse en miliohmios ($\text{mohm} \times 10^3$)
- 3.- Experimentalmente se ha comprobado que multiplicando por 640 el número de miliohmios se obtiene un valor que representa con bastante aproximación las partes por millón de sales en el extracto de saturación.

DETERMINACION DEL PORCIENTO DE ESPACIO POROSO.

MATERIAL:

probeta de 50 ml.
 probeta de 100 ml.

REACTIVOS:

agua destilada.

PROCEDIMIENTO.

A la probeta de 50 ml. previamente pesada, se le agrega el suelo con cuidado aforado a 50 cc, se vuelve a pesar - con la muestra, a continuación se apiza con pequeños golpes - en la palma de la mano, cuando se vea que el volúmen no baja se toma la lectura y así se mide el volúmen real.

Se vacía el volúmen del suelo en 50 ml, de agua, y se agita hasta que no queda nada seco y se lee el volúmen dado.

CALCULOS

Fórmula empleada:

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

d = gravedad específica aparente.

D = gravedad específica real.

$$d = \frac{\text{peso de muestra de suelo.}}{\text{volúmen real del suelo.}}$$

$$D = \frac{\text{peso muestra del suelo}}{\text{volúmen actual de suelo y agua} - \text{vol. de agua} - \text{agregado.}}$$

DETERMINACION DE LA TEXTURA DEL SUELO

MATERIAL:

Hidrómetro de Bouyoucos

Termómetro

Cronómetro

Probeta de Bouyoucos. ó de 1000 ml.

Batidor (el vaso metálico tiene en su interior varillas verticales adosadas a las paredes para facilitar la dispersión y el agitador es una pequeña hélice metálica sustituible, en lugar de hexágono fijo).

vasos de precipitado de 150 ml.

REACTIVOS:

agua oxigenada al 6%.

alcohol amílico

hexametáfosfato de sodio, 36.7 de densidad. Este se puede substituir por:

oxalato de sodio, saturado, 30 gramos en un litro de agua; usar 5 ml.

metasilicato de sodio saturado, 50 gramos en un litro de agua y ajustar a una lectura de 36 al hidrómetro - usar 5 ml.

PROCEDIMIENTO

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

Destrucción de la materia orgánica.- Pesar los 60 gramos de suelo en un vaso de 500 ml., agregar 40 ml. de agua oxigenada y observar la reacción, evaporar a sequedad, repe-

tir el tratamiento hasta observar efervescencia (por lo general son necesarias 2 evaporaciones). Después de eliminada la materia orgánica. pesar 50 ó 100 gramos y pasarlos a un vaso de 250 ml, agregar 5 ml. de oxalato de sodio y 5 ml. de metasilicato de sodio, dejar reposar 15 minutos. En casos - de suelos con exceso de sales, triplicar la cantidad de dispersantes.

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

Vaciar el contenido a la probeta rápidamente, lavando con pizeta las partículas adheridas, introduce el hidrómetro y se completa con agua destilada hasta la marca 1130, se saca el hidrómetro, se tapa la probeta con la palma de la mano y se agita volteándola hacia abajo varias veces, se coloca sobre la mesa, se pone a andar el cronómetro, tomando la primera lectura a los 40 segundos con el hidrómetro y termómetro.

Se saca el hidrómetro con cuidado de no perturbar el contenido de la probeta y hacer la segunda lectura a las dos horas. Si se dispone de un agitador de mano, agitar durante un minuto después de haber aforado a 1130 ml.

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

Corregir las lecturas por temperaturas con la siguiente tabla:

TABLA DE CORRECCION POR TEMPERATURA

se resta <u>T, ° C</u>	factor	se suma	factor <u>T, °C</u>
14.0	1.94	19.5	0.04
14.5	1.76	20.0	0.21
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
		25.5	2.19
		26.0	2.37
		26.5	2.56
		27.0	2.74
		27.5	2.92
		28.0	3.10

CALCULOS

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

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

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

CAPITULO IV

GRAFICAS, TABLAS Y RESULTADOS.

DETERMINACION DEL CONTENIDO EN MANGANESO

Preparación de las series tipo:

c.c. de sol. est.	c.c. de sol. ext.	estándar ppm
2	6	12.5
4	4	25.0
6	2	37.5
8	0	50.0

Las muestras tienen una coloración más alta que la primera serie tipo preparada, pero con la segunda serie tipo - que es la que se da arriba, todas las muestras caen dentro - del rango de 37.5 a 50 ppm

DETERMINACION DE NITROGENO NITRICO

Solución Patrón:

Muestra	Lectura.
1	0.035
2	0.020

$$\text{Factor}_1 = \frac{56}{0.035} = 1600$$

$$\text{Factor}_2 = \frac{28}{0.020} = 1400$$

MUESTRAS.

Muestra No.	Lectura	Kg/Ha	Contenido p.p.m.
1	0.015	21	0.03
2	0.010	14	0.02
3	0.010	14	0.02
4	0.015	21	0.03
5	0.010	14	0.02
6	0.010	14	0.02
7	0.010	14	0.02
8	0.015	21	0.03
9	0.020	28	0.04
10	0.015	21	0.03
11	0.010	14	0.02
12	0.010	14	0.02
13	0.015	21	0.03
14	0.015	21	0.03
15	0.020	28	0.04
16	0.015	21	0.03
17	0.005	7	0.01
18	0.010	14	0.02
19	0.015	21	0.03
20	0.020	28	0.04

Muestra	No.	Lectura	Kg/Ha	contenido p.p.m
	21	0.015	21	0.03
	22	0.010	14	0.02
	23	0.015	21	0.03
	24	0.015	21	0.03
	25	0.025	40	0.10
	26	0.015	21	0.03
	27	0.015	21	0.03
	28	0.010	14	0.02
	29	0.010	14	0.02
	30	0.010	14	0.02
	31	0.015	21	0.03
	32	0.015	21	0.03
	33	0.010	14	0.02
	34	0.015	21	0.03
	35	0.010	14	0.02
	36	0.020	28	0.04
	37	0.015	21	0.03
	38	0.005	7	0.01
	39	0.010	14	0.02
	40	0.015	21	0.03

DETERMINACION DE NITROGENO AMONIACAL.

Solución Patrón:

Muestra No.	Lectura.
1	0.27
2	0.11

$$\text{Factor}_1 = \frac{210}{0.27} = 777.77$$

$$\text{Factor}_2 = \frac{84}{0.11} = 763.63$$

MUESTRAS

Muestra No.	Lectura	Kg/Ha	Contenido p.p.m.
1	0.41	318.88	6.15
2	0.28	217.77	4.20
3	0.48	373.32	7.20
4	0.25	194.44	3.75
5	0.27	209.99	4.05
6	0.25	194.44	3.75
7	0.27	210.00	4.05
8	0.51	396.66	7.65
9	0.63	489.99	9.52
10	0.48	373.32	7.20
11	1.20	933.32	17.99
12	0.45	349.99	6.75
13	0.20	155.55	3.00
14	0.30	233.33	4.50
15	0.51	396.66	7.65
16	0.48	373.32	7.20
17	0.44	342.21	6.60
18	0.32	248.88	4.80
19	0.72	147.77	2.85
20	0.72	559.99	10.80

Muestra No.	Lectura	Kg/Ha	Cont. p.p.m.
21	0.49	381.10	7.35
22	0.70	544.43	10.45
23	0.57	443.32	8.55
24	0.46	357.77	6.90
25	0.46	375.77	6.90
26	0.46	375.77	6.90
27	0.19	147.77	2.85
28	0.15	116.66	2.25
29	0.32	248.88	4.80
30	0.20	155.55	3.00
31	0.66	513.32	9.90
32	0.58	451.10	8.70
33	0.67	521.10	10.05
34	0.25	194.44	3.75
35	0.17	132.22	2.55
36	0.20	155.55	3.00
37	0.63	489.99	9.50
38	0.33	256.66	4.95
39	0.26	202.22	3.90
40	0.47	365.55	7.05

DETERMINACION DE FIERRO

Solución Patrón:

Muestra No.	Lectura.
1	0.01
2	0.02
3	0.09

$$\text{Factor}_1 = \frac{14}{0.01} = 1400$$

$$\text{Factor}_2 = \frac{56}{0.02}$$

$$\text{Factor}_3 = \frac{112}{0.09} = 1244.44$$

MUESTRAS

Muestra No.	Lectura	Kg/Ha	Contenido p.p.m
1	0.16	199.11	14.22
2	0.01	17.44	0.88
3	0.14	174.22	12.44
4	0.11	136.88	9.77
5	0.14	174.22	12.44
6	0.01	12.44	0.88
7	0.12	149.33	10.66
8	0.08	99.55	7.11
9	0.35	435.55	31.11
10	0.15	186.66	13.33
11	0.25	311.11	22.22
12	0.03	37.33	2.66
13	0.005	6.22	0.44
14	0.000	0.00	0.00
15	0.15	186.65	13.33
16	0.025	31.11	2.22
17	0.062	77.15	5.51
18	0.07	87.11	6.22

Muestra No.	Lectura	Kg/Ha	Contenido p.p.m.
19	0.29	360.88	25.77
20	0.04	49.77	3.55
21	0.29	360.88	25.77
22	0.16	199.11	14.22
23	0.13	161.77	11.55
24	0.09	112.00	8.00
25	0.06	74.66	5.33
26	0.06	74.66	5.33
27	0.00	0.00	0.00
28	0.035	43.55	3.11
29	0.028	34.88	2.46
30	0.06	74.66	5.33
31	0.22	273.77	19.55
32	0.23	286.22	20.44
33	0.27	335.99	23.99
34	0.05	52.22	4.44
35	0.00	0.00	0.00
36	0.03	37.33	2.66
37	0.30	373.33	26.66
38	0.01	12.44	0.88
39	0.08	99.55	7.11
40	0.11	136.88	9.77

DETERMINACION DE ALUMINIO.

Solución Patrón:

Muestra No.	Lectura.
1	0.183
2	0.300
3	0.840

$$\text{Factor}_1 = \frac{35}{0.183} = 191.25$$

$$\text{Factor}_2 = \frac{140}{0.30} = 466.66$$

$$\text{Factor}_3 = \frac{350}{0.84} = 416.66$$

MUESTRAS.

Muestra No.	Lectura	Kg/Ha	Contenido p.p.m.
1	0.67	312.66	22.33
2	0.43	200.66	14.33
3	0.70	219.66	20.83
4	0.62	289.32	20.66
5	0.54	251.99	17.99
6	0.17	32.51	2.32
7	0.65	303.32	21.66
8	0.53	247.32	17.66
9	0.41	191.33	13.66
10	0.41	191.33	13.66
11	0.47	219.33	15.66
12	0.57	265.99	18.99
13	0.19	36.33	2.59
14	0.17	32.13	2.29
15	0.68	317.32	22.66
16	0.59	275.32	19.66
17	0.42	195.99	13.99
18	0.38	177.33	12.66

Muestra No.	Lectura	Kg/Ha	Contenido p.p.m.
19	0.42	195.99	13.99
20	0.56	261.32	18.66
21	0.68	317.32	22.66
22	0.67	312.66	22.33
23	0.33	153.99	10.99
24	0.55	256.66	18.33
25	0.41	191.33	13.66
26	0.41	191.33	13.66
27	0.17	32.51	2.32
28	0.46	214.66	15.33
29	0.52	242.66	17.33
30	0.65	303.32	21.66
31	0.62	289.32	20.66
32	0.38	177.33	12.66
33	0.44	205.33	14.66
34	0.43	200.66	14.33
35	0.24	111.99	7.99
36	0.32	149.99	10.66
37	0.84	349.99	25.00
38	0.34	158.66	11.33
39	0.27	128.33	9.16
40	0.64	298.66	21.33

DETERMINACION DE MAGNESIO.

ESCALA DE COLORACION PARA EL MAGNESIO:

RANGO	APROX. p.p.m. EN EL SUELO	COLOR
1.- ALTO	125 p.p.m	ROJO OSCURO
2.- MEDIO ALTO	50 p.p.m.	ROJO CARMINADO
3.- MEDIO	25 p.p.m.	ROJO BERMELLON
4.- BAJO	12 p.p.m.	SALMON CLARO.

MUESTRAS

Muestra No.	Rango	Contenido p.p.m.
1	4	12
2	4	12
3	3-4	17
4	3-4	17
5	4	12
6	3-4	17
7	4	12
8	3-4	17
9	4	12
10	4	12
11	4	12
12	3-4	17
13	4	12
14	3-4	17
15	3-4	17
16	4	12
17	4	12
18	4	12
19	4	12
20	4	12

Muestra No.	Rango	Contenido p.p.m.
21	4	12
22	4	12
23	4	12
24	3-4	17
25	4	12
26	3-4	17
27	3-4	17
28	4	12
29	4	12
30	3-4	17
31	4	12
32	4	12
33	4	12
34	4	12
35	4	12
36	3-4	17
37	4	12
38	4	12
39	4	12
40	4	12

DETERMINACION DEL CONTENIDO EN FOSFORO

Preparación de la curva estandar.

0.4389 gr de KH_2PO_4 /litro = 0.100 grs. de p/litro = -
 100 p.p.m. = 0.1 mg/ml.

ml.sol. tipo	ml.de H_2O	mg. de P. en 100 ml.	p.p.m.	Lectura	Kg/Ha
--------------	----------------------------	-------------------------	--------	---------	-------

0.5	99.5	0.05	0,5	0.034	7.106
1.0	99.0	0.10	1.0	0.070	14.600
1.5	98.5	0.15	1.5	0.104	21.750
2.0	98.0	0.20	2.0	0.136	28.424
2.5	97.5	0.25	2.5	0.170	35.530
3.0	97.0	0.30	3.0	0.202	42.218
4.0	96.0	0.40	4.0	0.264	55.176
5.0	95.0	0.50	5.0	0.329	68.761
6.0	94.0	0.60	6.0	0.395	82.555
8.0	92.0	0.80	8.0	0.540	112.860

MUESTRAS.

Muestra No.	Lectura	p.p.m.
1	0.20	3.00
2	0.18	2.75
3	0.11	1.60
4	0.23	3.50
5	0.17	2.70
6	0.14	2.10
7	0.13	2.00
8	0.16	2.50
9	0.11	1.60
10	0.12	1.70
11	0.15	2.40

Muestra No.	Lectura	p.p.m.
12	0.13	2.00
13	0.16	2.50
14	0.14	2.10
15	0.16	2.50
16	0.13	2.00
17	0.11	1.60
18	0.15	2.40
19	0.10	1.50
20	0.11	1.60
21	0.10	1.50
22	0.19	2.80
23	0.15	2.40
24	0.20	3.00
25	0.17	0.70
26	0.14	2.10
27	0.16	2.50
28	0.14	2.10
29	0.17	2.70
30	0.13	2.00
31	0.16	2.50
32	0.10	1.50
33	0.11	1.60
34	0.11	1.60
35	0.13	2.00
36	0.14	2.10
37	0.13	2.00
38	0.12	1.80
39	0.16	2.50
40	0.15	2.40

DETERMINACION DE SODIO.

CURVA PATRON

p. p. m.	Lectura
10	100
9	96
8	88
7	84
6	82
5	78
4	76
3	72
2	68
1	66

LECTURA DE MUESTRAS.

Muestra No.	Lectura	Cont. (p.p.m.)
1	19	Residuos.
2	30	"
3	38	"
4	17	"
5	17	"
6	24	"
7	11	"
8	18	"
9	44	"
10	37	"
11	61	"
12	15	"
13	52	"
14	52	"
15	46	Residuos

Muestra No	Lectura	Cont. (p.p.m)
16	17	Residuos
17	28	"
18	18	"
19	16	"
20	13	"
21	30	"
22	42	"
23	20	"
24	40	"
25	38	"
26	29	"
27	25	"
28	28	"
29	37	"
30	42	"
31	31	"
32	30	"
33	28	"
34	27	"
35	22	"
36	36	"
37	32	"
38	26	"
39	22	"
40	35	"

DETERMINACION DE POTASIO

SOLUCION PATRON

p.p.m.	Lectura.
10	100
9	86
8	75
7	67
6	50
5	51
4	42
3	32
2	23
1	16

MUESTRAS

Muestra No.	Lectura	Contenido p.p.m.
1	79	8.1
2	45	4.6
3	36	3.8
4	92	9.4
5	87	9.1
6	95	9.7
7	30	2.9
8	96	9.8
9	73	7.8
10	30	2.9
11	89	9.2
12	92	9.4
13	80	8.1
14	92	9.4
15	89	9.2

Muestra No.	Lectura	Contenido p.p.m.
16	100	10.0
17	23	2.0
18	82	8.3
19	100	10.0
20	68	7.1
21	61	6.3
22	68	7.1
23	100	10.0
24	72	7.7
25	92	9.4
26	90	9.2
27	49	4.9
28	83	8.3
29	39	4.0
30	92	9.4
31	64	6.7
32	38	3.9
33	72	7.7
34	66	6.9
35	55	5.4
36	89	9.2
37	65	6.8
38	88	9.1
39	100	10.0
40	30	2.9

DETERMINACION DEL CALCIO

CURVA PATRON:

p.p.m.	Lectura.
250	38
100	14
50	9
20	3
10	1.5
5	1
1	0.3

LECTURAS DE MUESTRA.

Muestra No.	Lectura	Cont. ppm.
1	12	80
2	10	65
3	15	105
4	14	100
5	11	70
6	25	173
7	11	70
8	12	80
9	24	165
10	18	125
11	17	117
12	16	110
13	16	110
14	20	130
15	21	140
16	15	105
17	12	80
18	16	110
19	18	125

Muestra No.	Lectura	Cont. ppm.
20	13	90
21	11	70
22	13	90
23	20	130
24	11	70
25	15	105
26	17	117
27	15	105
28	22	145
29	15	105
30	20	130
31	15	105
32	17	117
33	18	125
34	13	90
35	17	117
36	16	110
37	13	90
38	19	122
39	16	110
40	10	65



DETERMINACION DEL CONTENIDO DE
MATERIA ORGANICA.

Muestra No.	V _s	A	B	C
1	4.95	1.92	3.31	4.30
2	4.84	1.88	3.23	4.20
3	3.86	1.50	2.58	3.35
4	4.53	1.76	3.02	3.93
5	4.12	1.60	2.75	3.57
6	3.31	1.29	2.21	2.87
7	3.50	1.35	2.33	3.03
8	4.85	1.88	3.24	4.21
9	3.55	1.38	2.37	3.08
10	3.50	1.35	2.33	3.03
11	3.80	1.48	1.54	3.30
12	2.93	1.14	1.96	2.55
13	2.72	1.05	1.82	2.36
14	4.35	1.69	2.91	3.78
15	4.42	1.72	2.95	3.84
16	3.98	1.54	2.66	3.46
17	4.50	1.75	3.01	3.91
18	3.12	1.21	2.08	2.71
19	2.94	1.14	1.96	2.55
20	4.48	1.74	2.99	3.89
21	3.62	1.49	2.42	3.14
22	3.18	1.23	2.12	2.76
23	3.43	1.33	2.29	2.98
24	3.31	1.28	2.21	2.87
25	3.55	1.38	2.37	3.08
26	3.65	1.42	2.44	3.17
27	3.75	1.46	2.51	3.26
28	3.59	1.40	2.40	3.12
29	4.63	1.80	3.09	4.02
30	4.33	1.68	2.89	3.76

Muestra No.	V_s	A	B	C
31	4.16	1.61	2.78	3.61
32	3.43	1.33	2.29	2.98
33	3.61	1.40	2.41	3.14
34	4.20	1.63	2.81	3.65
35	3.75	1.46	2.51	3.26
36	3.56	1.38	2.38	3.09
37	3.67	1.43	2.45	3.19
38	3.29	1.28	2.20	2.86
39	3.46	1.34	2.31	3.01
40	4.74	1.84	3.17	4.12

$$F_s = 0.1363$$

$$p = 1 \text{ gr.}$$

A = % de carbono facilmente oxidable

B = % de materia orgánica facilmente oxidable

C = % de materia orgánica total.

MEDICION DEL pH.

Muestra No.	pH	Muestra No.	pH
1	6.30	21	6.20
2	6.40	22	6.30
3	6.40	23	6.65
4	6.20	24	6.25
5	6.30	25	6.20
6	7.00	26	6.25
7	6.40	27	7.00
8	6.40	28	6.40
9	6.70	29	6.40
10	6.40	30	6.30
11	6.30	31	6.30
12	6.45	32	6.90
13	7.00	33	6.30
14	6.70	34	6.35
15	6.20	35	6.50
16	6.25	36	6.50
17	6.30	37	6.25
18	6.40	38	6.30
19	6.60	39	6.35
20	6.30	40	6.40

DETERMINACION DE LA CONDUCTIVIDAD ELECTRICA.

Muestra No.	Conductividad	Muestra No.	Conductividad
1	1.12 mmhos/cm	21	0.94 mmhos/cm
2	1.16 "	22	1.14 "
3	1.08 "	23	1.21 "
4	1.46 "	24	1.16 "
5	0.96 "	25	1.11 "
6	0.92 "	26	1.07 "
7	1.02 "	27	1.03 "
8	0.87 "	28	0.96 "
9	1.11 "	29	1.13 "
10	0.96 "	30	1.26 "
11	0.84 "	31	1.31 "
12	1.05 "	32	1.22 "
13	1.12 "	33	1.14 "
14	1.07 "	34	0.96 "
15	0.92 "	35	1.17 "
16	0.98 "	36	1.28 "
17	1.04 "	37	1.21 "
18	1.26 "	38	1.13 "
19	1.12 "	39	1.09 "
20	0.98 "	40	1.27 "

PORCIENTO DE ESPACIO POROSO

Muestra No.	A	B	C	D	d	R
1	130.8	42.0	73	2.03	1.11	45.32
2	125.6	44.5	77	1.52	0.92	39.47
3	124.9	43.0	72	1.85	0.95	48.64
4	132.2	42.5	73	2.09	1.13	45.93
5	129.9	40.0	76	1.91	1.14	40.31
6	124.6	44.0	76	1.56	0.92	41.02
7	131.2	41.0	77	1.81	1.14	37.01
8	131.8	45.0	77	1.77	1.06	40.11
9	130.7	47.0	77	1.72	0.99	42.44
10	125.1	42.5	74	1.71	0.96	43.85
11	128.6	42.5	78	1.59	1.04	34.59
12	132.1	42.5	75	1.92	1.13	41.14
13	126.0	45.0	74	1.75	0.93	46.85
14	127.0	44.0	74	1.79	0.97	45.81
15	131.1	44.5	74	1.96	1.05	46.42
16	129.8	43.0	76	1.76	1.06	39.77
17	125.1	42.5	75	1.64	0.96	41.46
18	127.3	42.8	73	1.88	1.01	46.27
19	130.2	44.5	77	1.71	1.03	39.76
20	133.7	44.0	74	2.07	1.12	45.89
21	132.2	43.5	76	1.85	1.10	40.54
22	125.2	40.0	72	1.87	1.03	44.91
23	123.2	41.5	70	1.99	0.94	50.25
24	122.8	42.5	78	1.39	0.91	34.54
25	126.4	43.0	71.5	1.97	0.98	51.26
26	128.5	44.0	73	1.93	1.01	47.66
27	129.3	43.0	77	1.67	1.05	37.12
28	123.6	40.0	75	1.58	0.99	37.34
29	126.3	42.55	77	1.56	0.99	37.36
30	121.6	42.0	76	1.39	0.97	37.42
31	122.1	42.0	75	1.52	0.91	40.13

Muestra No.	A	B	C	D	d	R
32	126.8	44.5	76	1.71	0.96	44.51
33	128.5	42.5	73	1.93	1.04	46.12
34	123.1	42.5	76	1.50	0.92	38.67
35	124.9	42.0	80	1.36	0.97	29.68
36	127.8	45.0	75	1.62	0.9	40.13
37	124.8	41.5	72	1.45	0.98	32.42
38	123.9	41.0	72	1.81	0.97	46.49
39	127.6	44.0	78	1.55	0.99	36.13
40	130.5	44.0	76	1.78	1.05	41.07

d = gravedad específica aparente.

D = gravedad específica real

A = peso de la probeta + suelo

B = volúmen real

C = volúmen de suelo y agua

peso de la probeta = 84 gr.

TEXTURA DEL SUELO

Muestra No.	L ₁	L ₂	T ₁	T ₂
1	24.45	11.90	23° C	20.5°C
2	25.00	12.00	23 "	20.5 "
3	23.60	11.70	23 "	20.5 "
4	23.45	11.55	23 "	21.0 "
5	23.50	11.75	23 "	20.5 "
6	24.60	11.80	23 "	20.5 "
7	23.90	11.65	23 "	21.0 "
8	24.10	11.70	23 "	20.50"
9	22.90	11.20	23 "	20.5 "
10	24.40	11.60	23 "	20.5 "
11	22.60	11.50	23 "	20.5 "
12	23.20	11.60	23 "	21.0 "
13	23.10	11.60	23 "	21.0 "
14	25.00	11.30	23 "	21.0 "
15	23.15	11.70	23 "	20.5 "
16	22.90	11.40	23 "	20.5 "
17	24.10	11.70	23 "	20.5 "
18	24.50	11.50	23 "	20.5 "
19	23.90	11.70	23 "	21.0 "
20	24.20	11.30	23 "	20.5 "
21	23.70	11.80	23 "	20.5 "
22	24.10	11.90	23 "	20.5 "
23	23.70	11.80	23 "	20.5 "
24	24.30	11.90	23 "	20.5
25	23.80	11.60	23 "	20.5 "
26	24.40	11.80	23 "	20.5 "
27	24.30	11.70	23 "	21.0 "
28	23.90	11.40	23 "	20.5 "
29	24.10	11.90	23 "	20.5 "
30	24.30	11.80	23 "	20.5 "

Muestra No.	L_1	L_2	T_1	T_2
31	24.50	11.60	23° C	21.0° C
32	23.80	11.90	23 "	21.0 "
33	24.10	11.80	23 "	20.5 "
34	24.30	11.40	23 "	21.0 "
35	23.90	11.70	23 "	20.5 "
36	23.70	11.40	23 "	20.5 "
37	24.00	11.90	23 "	21.0 "
38	23.80	11.60	23 "	21.0 "
39	23.80	11.70	23 "	20.5 "
40	24.20	11.90	23 "	20.5 "

L_1 = Lectura No. 1

L_2 = Lectura No. 2

T_1 = Temperatura No. 1

T_2 = Temperatura No. 2

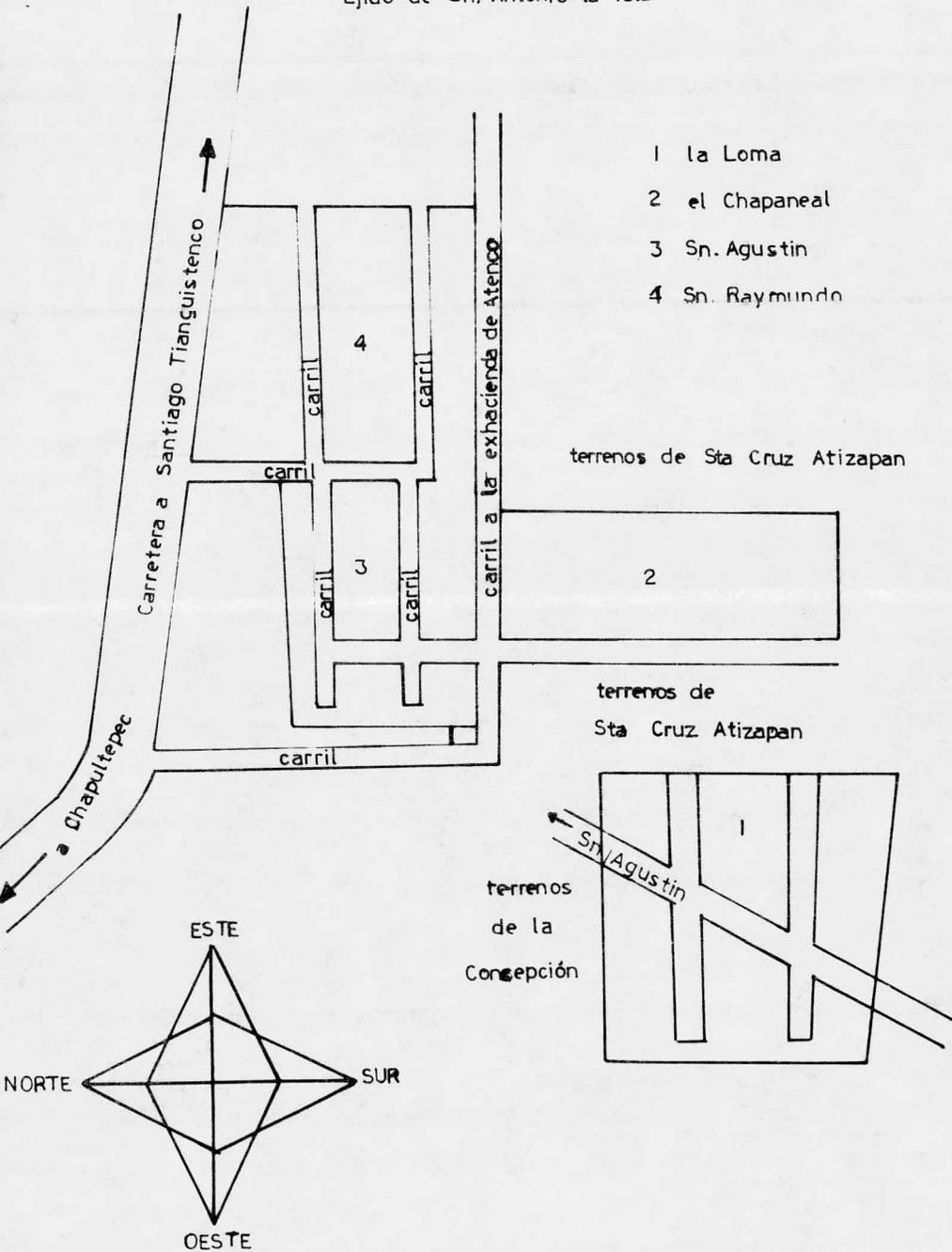
TEXTURA DEL SUELO

Muestra No.	% Arena	% Arcilla	% Limo
1	48.52	24.58	26.90
2	47.42	24.78	27.80
3	50.22	24.24	25.60
4	50.52	24.18	25.24
5	50.42	24.28	25.600
6	48.22	24.74	27.04
7	49.62	24.38	26.00
8	49.22	24.18	26.60
9	51.52	23.18	25.30
10	48.62	23.98	27.40
11	52.22	23.78	24.00
12	51.02	23,78	25.20
13	51.22	24.34	24.44
14	47.42	23.74	28.84
15	51.12	24.18	24.70
16	51.52	23.58	24.90
17	49.22	24.18	26.60
18	48.42	23.78	27.80
19	49.62	24.54	25.84
20	49.02	23.38	27.60
21	50.02	24.38	25.60
22	49.22	24.58	26.20
23	50.02	24.38	25.60
24	48.82	24.58	26.60
25	49.82	23.98	26.20
26	48.62	24.38	27.00
27	48.82	24.54	26.64
28	49.62	23.58	26.80
29	49.22	24.58	26.20
30	48.82	24.38	26.80

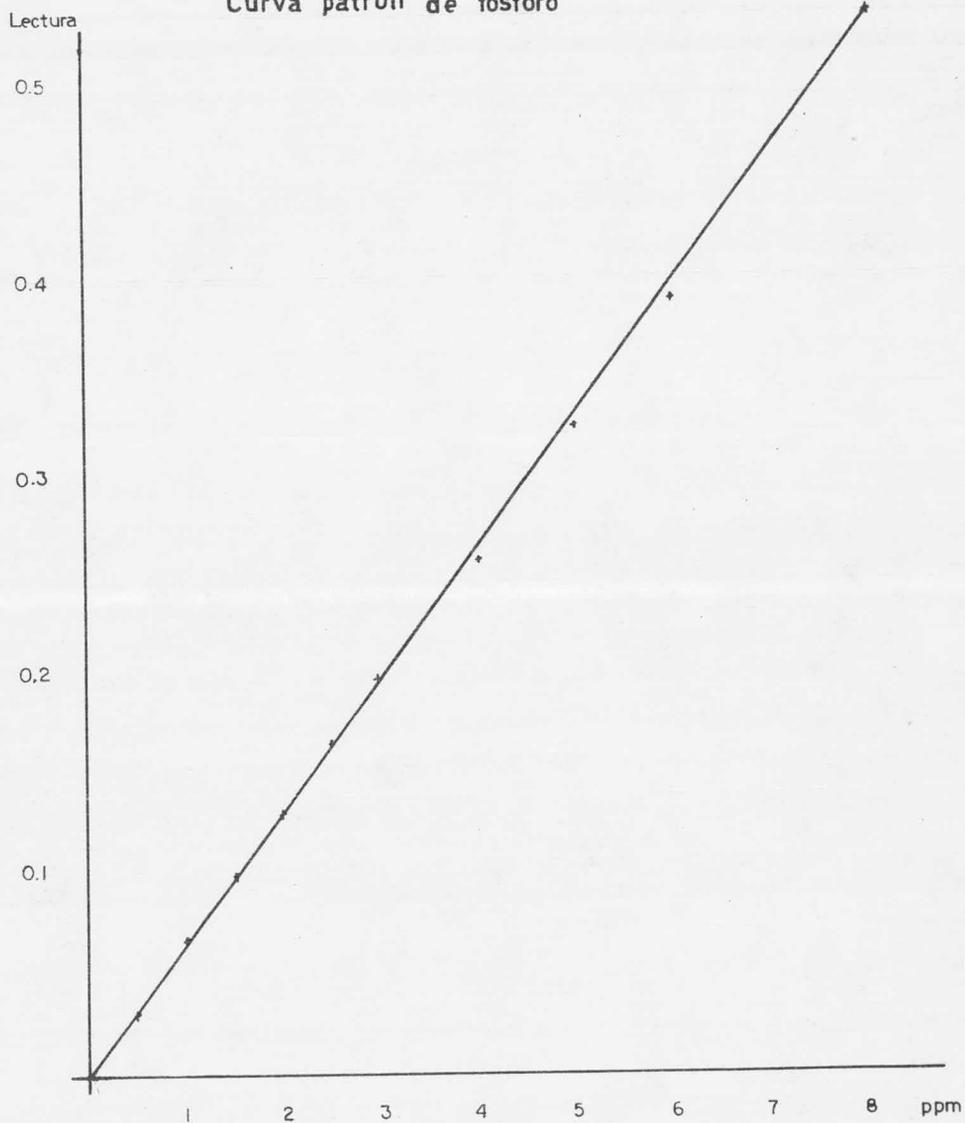
Muestra No.	% Arena	% Arcilla	% Limo
31	48.42	24.34	27.24
32	49.82	24.94	25.24
33	49.22	24.38	26.40
34	48.82	23.94	27.24
35	49.62	24.18	25.20
36	50.02	23.58	26.40
37	49.42	24.58	26.00
38	49.82	24.34	25.84
39	49.82	24.18	26.00
40	49.02	24.58	26.40

fig.1

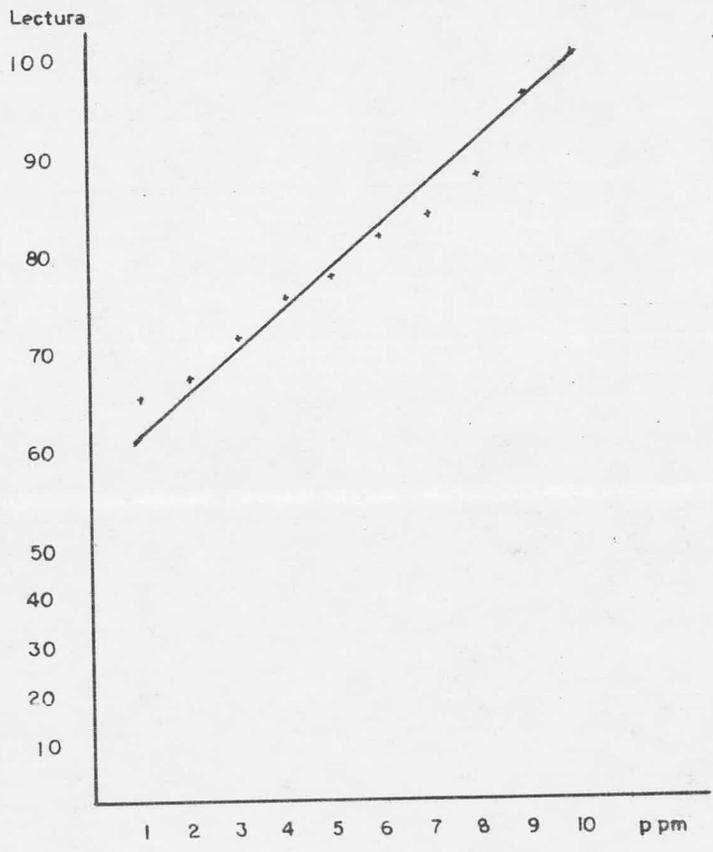
Ejido de Sn. Antonio la Isla



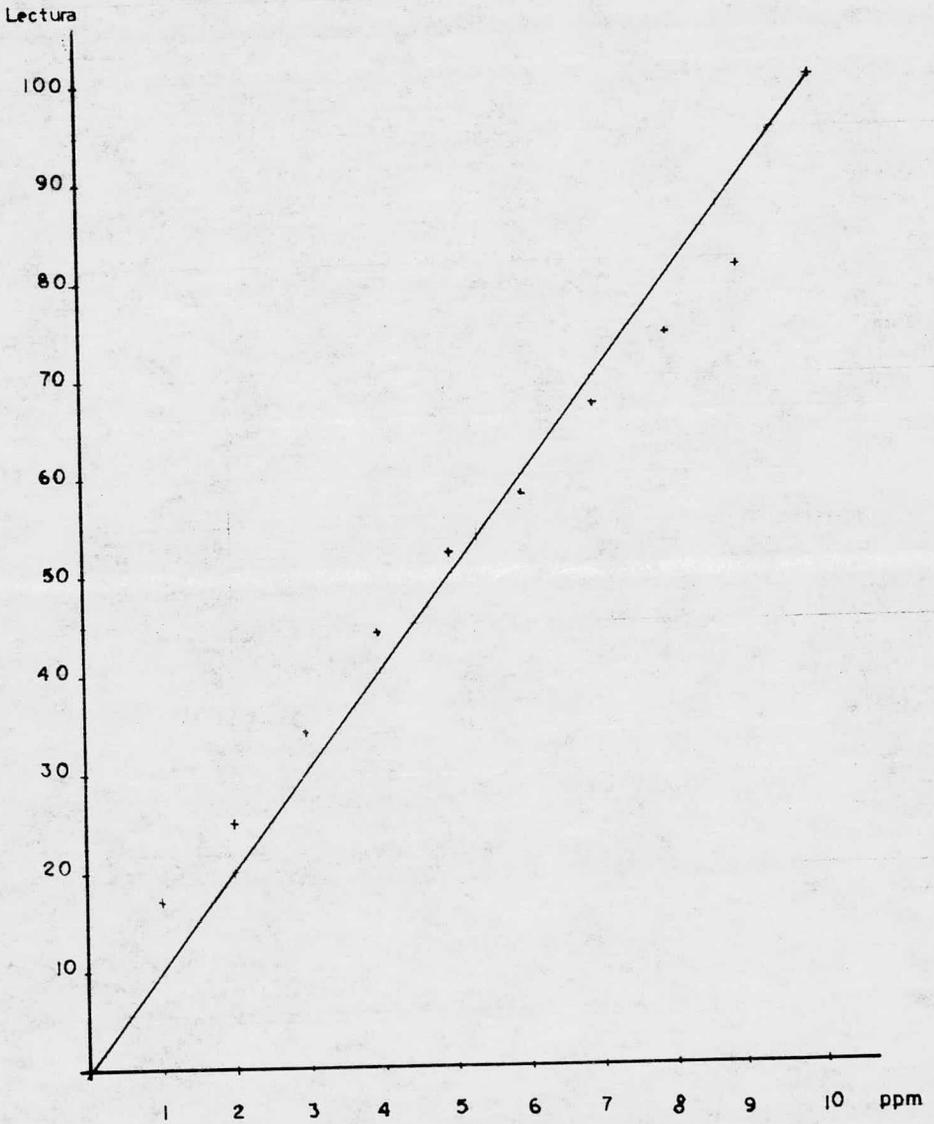
Curva patrón de fósforo



Curva patron de sodio



Curva Patron de Potasio



CAPITULO V

CONCLUSIONES

La principal ventaja de estos análisis de suelos sobre otros métodos clásicos es la rapidez con la cual pueden llevarse a cabo.

De acuerdo con las pruebas realizadas en las diferentes muestras de suelos, los resultados obtenidos indican lo siguiente:

- 1º.- Tienen un pH ligeramente ácido.
- 2º.- Son deficientes en nitrógeno nítrico, nitrógeno amoniacal, magnesio, sodio, calcio y potasio.
- 3º.- Son ricos en fierro y aluminio.
- 4º.- Su contenido en materia orgánica, fósforo y manganeso se encuentran ligeramente bajos.

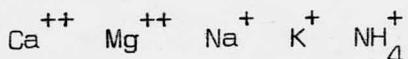
Por lo anteriormente dicho se ve que el contenido de nutrientes en el suelo es bajo; ahora bien existen 2 causas que motivan una gran pérdida de nutrientes: el lavado del suelo por las aguas y la extracción de substancias por las cosechas intensivas.

En los climas en la cual la precipitación es mayor que la evaporación (climas húmedos) el exceso de humedad pasa como agua de filtración y agua corriente superficial, los nutrientes son arrastrados por estas aguas por lo que los nutrientes pasan en grado creciente desde las capas superiores a las capas profundas, de donde rara vez pueden ascender; la mayor parte se pierden definitivamente para la nutrición vegetal. En los climas húmedos se producen así en el transcur

so del tiempo un empobrecimiento de nutrientes del suelo por el lavado si el hombre no toma las medidas correspondientes para evitar este proceso.

Para la fertilización del suelo, en la práctica es de gran importancia que entre los cationes más importantes los iones de amonio y de potasio sean retenidos más fuertemente en el suelo, los menos arrastrados por el lavado, si bien no debe menospreciarse la magnitud de este arrastre.

El ion calcio, tan importante para la conservación de la fertilidad del suelo, es de todos los cationes el más fuertemente arrastrado por lixiviación, en cantidades ciertamente desmesuradas; algo menos afectados son los iones de magnesio y de sodio. Si ordenamos en serie los cationes según el grado en que son arrastrados por lixiviación del suelo, resulta la siguiente serie decreciente de izquierda a derecha:



Lo mismo 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 por el hombre puede compensar. En las condiciones prácticas de cultivo de plantas agrícolas debemos esforzarnos en mantener la fertilidad del suelo, reponiendo de continuo; 1) la tan necesaria cal, que según lo explicado es arrastrada en grandes medidas por el lavado del suelo; 2) las substancias orgánicas que en parte se oxidan fuertemente como humus nutritivo y que por esta oxidación proporciona el ácido carbónico necesario para transformar el carbonato calcico en bicarbonato y dan al suelo los importantes iones calcio.

En lo concerniente al pH del suelo es ligeramente ácido esto es debido a su cercanía a la zona industrial del estado de México, ya que un elemento como el azufre se desprende como un subproducto de los gases industriales y va a ser uno de los responsables directos de la acidez del suelo en los suelos vecinos, como resultado de la formación de ácido-sulfúrico.

CAPITULO VI

BIBLIOGRAFIA.

- 1) Homer, D. Chapman., Parker, F. Pratt
Método de análisis para suelos, plantas y aguas
Ed. Trillas
México 1976
- 2) C. E. Millar., L. M. Turk., H, D. Foth.
Fundamentos de la ciencia del suelo
C.E.C.S.A.
México (1974)
- 3) M. L. Jackson
Análisis químicos de suelos
Omega
Barcelona (1976)
- 4) Ortega, O. D.
Química agrícola aplicada.
Chapingo, México.
- 5) Bear, E. F., Chapman & Hall
Chemistry of the soil
London (1965)
- 6) Thomson, L.M.
El suelo y su fertilidad.
Reverte, S.A.
México (1966)
- 7) Orozco, D. F.
Análisis químico cuantitativo
Porrua, S. A.
México (1949)

- 8) Primo, Yúfer, E.
Química Agrícola
Ed. Alhambra
Madrid (1973)



Impresiones Lupita

MEDICINA No. 25
FRACC. COPILCO UNIVERSIDAD
CIUDAD UNIVERSITARIA, D. F.
TEL. 548-49-79