



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO

FACULTAD DE QUIMICA

**“METODOS COMPARATIVOS DE ANALISIS EN SUELOS
CAÑEROS PARA TECNICAS TRADICIONALES, CONTRA
LAS TECNICAS DE ABSORCION ATOMICA”**

T E S I S

**QUE PARA OBTENER EL TITULO DE
INGENIERO QUIMICO
P R E S E N T A
INDALECIO AYALA CORREA**

MEXICO, D. F.

1977



Universidad Nacional
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

Biblioteca Central



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.

OPAE Tesis 1977
ABO M-3837
FECHA _____
PROC. _____
"s" _____



PRESIDENTE

PROF. HECTOR M. LOPEZ HERRERA

VOCAL

PROF. ANTONIO REYES CHUMACERO

SECRETARIO

PROF. CARLOS ROMO MEDRANO

1er. SUPLENTE

PROF. RODOLFO SAMANO IBAÑEZ

2do. SUPLENTE

PROF. MAURO CRUZ MORALES

SITIO DONDE SE DESARROLLO EL TEMA

SUBDIRECCION DE LA INDUSTRIA AZUCARERA. FACULTAD DE QUIMICA.

SUSTENTANTE

INDALECIO AYALA CORREA.

ASESOR DEL TEMA

Q. CARLOS ROMO MEDRANO.

**La satisfacción es un sentimiento,
que concluye una obra realizada.**

A:

Mis padres con todo cariño:

*Indalecio Ayala Cedeño
Teresa Correa de Ayala*

Mi abuela:

Soledad Cedeño Vda. de Ayala

Mis hermanos:

*Martina, Soledad, Teresa,
Jorge, Patricia y Alejandra*

Profesores, compañeros y todas las demás personas que, directa o indirectamente, contribuyeron para mi realización y término de este trabajo.

I N D I C E

	Pág.
Introducción	1
Generalidades	4
Introducción al Análisis de Suelos	8
Introducción al Análisis de Calcio y Magnesio en Suelos Agrícolas (Cañeros)	11
Calcio y Magnesio Solubles en Suelos Cañeros	16
Extracción de Calcio y Magnesio Canjeables de Suelos Cañeros	24
Extracción de Elementos Asimilables de los Suelos Cañeros	36
Determinación de Calcio y Magnesio Asimilables en Suelos Cañeros	57
Estudio Económico	71
Conclusiones	78
Bibliografía	80

INTRODUCCION

La susceptibilidad y variabilidad de un análisis químico fue la primera mo tivación que me llevó a realizar una tesis de tipo analítico. Esta inquietud me hizo llevar a conocimiento la versatilidad de métodos en cuanto a técnicas comparativas para la determinación cuantitativa de x elemento.

La cantidad de reacciones químicas, los diversos aparatos usados y las variadas técnicas utilizadas hoy en día por el químico analista crean una interrogante acerca del método más adecuado para la determinación cuantitativa a desarrollar y ésta depende de la facilidad, rapidez y confiabilidad del método seleccionado por el analista.

Por otra parte, más adelante, la segunda motivación fue durante mi práctica en dichos análisis. Uno de los factores limitantes en la producción -específicamente hablando de la Caña de Azúcar- es el nivel de fertilidad de los suelos, por lo que es esencial estimar ésta extensivamente mediante un análisis de suelos. De aquí surge la necesidad óptima de utilizar el método adecuado que nos permita conocer en poco tiempo la situación cualitativa de las superficies agrícolas tomando en cuenta, fuera de todo método analítico :

- 1) Un muestreo representativo del suelo donde se va a investigar el nivel nutrimental.
- 2) La correlación de datos analíticos.

3) La interpretación de los mismos para posteriores recomendaciones sobre el uso de fertilizantes .

Ya que la determinación de los elementos en los suelos cañeros nos aporta una visión bastante corta en lo que respecta al número de muestras representativas y al carácter nutricional en la Caña de Azúcar que definen la situación acertada de los suelos , se ha tomado hasta ahora solo como punto de partida para el mejoramiento de la producción agrícola cañera .

La comparación de tipo general en cualquier estado a tratar , trae como consecuencia la selección de una de las partes comparadas .

La selección para los métodos aquí tratados se ha hecho desde un punto de vista económico; en cuanto a tiempo, dinero y trabajo .

Siendo objetivo directo la confiabilidad de resultados; dicha confiabilidad , nos reporta una eficiencia que nos aportará el criterio para seleccionar el método óptimo de análisis .

Objetivamente la rapidez y economía durante la preparación de muestras ; - así como la cantidad de ellas nos aportará por consiguiente la selectividad adecuada del método . En resumen :

No trato de imponer un método analítico nuevo , sino de exponer un método efectivo , rápido y económico en base a una mayor inversión , amortizable a corto plazo ; mediante la comparación de un método tradicional y moderno contra el método propuesto aún más actualizado de absorción atómica .

La conveniencia de poner al día esta técnica es determinante para el desarrollo industrial de un país como es México ; y sobre todo caracterizado por su producción agrícola dentro del plano de la agronomía mundial .

Existen en México firmas industriales que nos facilitan la posibilidad de introducir instrumentación tan adelantada en el terreno agrícola así como el instrumental del laboratorio más adecuado a estos fines. Estas razones son propósitos esenciales que me inclinan a la exposición de éste trabajo.

Mi trabajo lo he realizado dentro y fuera de la Universidad Autónoma de México. La práctica en un 100 % se desarrolló en la Subdirección de la Industria Azucarera donde contamos con un aparato de absorción atómica, espectrofotómetro donde realicé estudios durante un año. Durante el cual he analizado un promedio de tres mil muestras de suelo de las cuales casi un 10 % han sido aprovechadas para el método " Técnicas Comparativas ".

La teoría desarrollada de acuerdo a una información bibliográfica hecha en ésta máxima casa de estudios con la colaboración de mi asesor Quím. Carlos Romo.

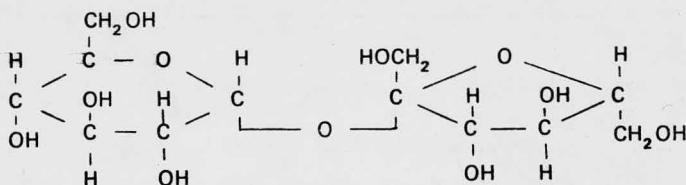
El estudio comprende solamente el comportamiento para dos cationes : Calcio y Magnesio, elementos comparativos que posteriormente se definirán; así como las razones por las que se escogieron.

CAPITULO I

GENERALIDADES

SACAROSA

La sacarosa comercialmente considerada como azúcar refinado, se obtiene generalmente de la caña de azúcar. La sacarosa es un disacárido por la condensación de glucosa y fructuosa, cuya fórmula empírica es $C_{12}H_{22}O_{11}$ (PM 342.30). Su estructura y configuración esteroquímica es la siguiente:



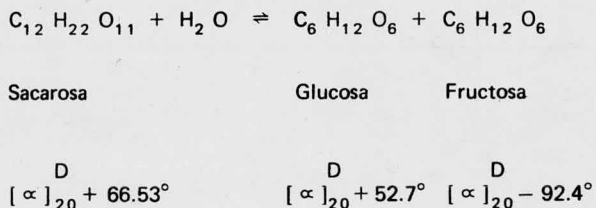
α - D - GLUCOPIRANOSA

β - D - FRUCTOFURANOSA

Propiedades. La sacarosa cristaliza de una solución acuosa saturada como compuesto anhidro en forma de prismas transparentes del sistema monoclinico clase (4) esfenoidal (monoclinica-hemimórfica). Densidad cristalina 1.5879 a 15 °C muestran actividad óptica a lo largo de dos de sus tres ejes. Su punto de fusión es de 188 °C, variando de 160 a 180 °C dependiendo de su pureza. Este azúcar es dextrógiro con una rotación específica de $[\alpha]_{20}^D + 66.53^\circ$ a una concentración de 26g/100 ml de agua; propiedad de gran importancia base de los métodos polarimétricos de análisis. Muy soluble en

agua, una solución saturada contiene 67.09 % en peso de sacarosa a 20 ° C.

La inversión; la sacarosa se hidroliza con facilidad en soluciones ácidas a velocidades que son directamente proporcionales al pH con la liberación de los monosacáridos según la reacción :



a esta reacción analítica se aplica generalmente el nombre de inversión, ya que produce un cambio en la actividad dextrógira propia de la sacarosa a una actividad neta levógira equivalente a $[\alpha]_{20}^{\text{D}} - 39.7^\circ$

CAÑA DE AZUCAR

Saccharum-officinarum L, familia de las gramíneas.

Las exigencias del suelo que presenta la caña de azúcar son grandes; su mejor desarrollo, sin embargo, lo experimenta en los suelos fértiles, profundos y permeables. La caña de azúcar prospera en una gran variedad de suelos, desde las dunas hasta las arcillas. Tampoco en lo que respecta -

al pH del suelo presenta esta planta demanda especial alguna.

Es obvio que los resultados dependen del hecho de si la caña de azúcar en el caso de un pH bajo puede cubrir sus demandas de Calcio y Magnesio o bien la de Fierro y otros en el caso contrario.

Ninguna planta cultivable supera a la caña de azúcar en su capacidad - de transformación de energía solar en calorías vegetales. De ahí que esta gramínea tenga una demanda particularmente alta de humedad y de nutrientes fácilmente disponibles con el fin de alcanzar su máxima capacidad de producción. Según Halliday 73 % de Humedad tiene 26 % de materia orgánica y 1 % de materia mineral. La concentración de varios elementos constituyentes de la materia orgánica de la caña decrece con el desarrollo de ésta. Du Toit calcula que una tonelada de caña de azúcar molida extrae :

0.5-0.55 Kg N_2

0.36- 0.59 Kg P_2O_5 y

0.1 - 1.36 Kg K_2O

No obstante dichas cantidades fluctúan dependiendo de la variedad, estado nutritivo del suelo y edad de la caña en el momento de realizar la zafra. La elevada exigencia de nutrientes en la caña de azúcar motiva el rápido empobrecimiento del suelo, especialmente cuando ésta se explota en forma de monocultivo, en tal caso, el requisito primordial para la obtención de cosechas lucrativas, lo presenta un pronto y adecuado tratamiento fertilizante como consecuencia directa de un adecuado y sincrónico análisis pedológico.

SUELO

Se considera suelo la capa superficial de 30 cm de espesor y subsuelo la capa inferior a los 30 cm hasta los 60 cm de profundidad.

Elementos. De los 12 elementos minerales que a la fecha se consideran necesarios para el desarrollo de la planta, sólo tres : N, P, K, son denominados elementos mayores, porque son los que se consumen en mayor cantidad; a otros tres : Ca, Mg y S se les denomina elementos secundarios, porque tan solo en algunas circunstancias es necesario aplicarlos como abono; y seis más se les llama elementos menores o micronutrientes, porque aún siendo indispensables para el desarrollo de la planta se consumen, en cantidades muy pequeñas y son B, Cu, Fe, Mn, Mo y Zn. Exis - ten también elementos nocivos que deben estar en cantidades homeopáti - cas y hasta ahora se han indicado los siguientes : As, Ba, Cr, F, Pb, Ni, Se, Sr y Ta.

Durante este estudio se tratará únicamente el comportamiento de dos de esos elementos esenciales, cuya morfología y fisiología dentro del análisis edafológico resultan muy semejantes y siempre van relacionados en su aplicación e interpretación y cuyos resultados bastante representativos para determinar la confiabilidad de los métodos que se expondrán aquí. Es - tos elementos son Calcio y Magnesio.

Estos dos elementos se determinan a partir de un mismo extracto, de una misma dilución y por métodos muy semejantes, sin contar con el método de Absorción Atómica que es exactamente el mismo, solamente variado las condiciones particulares del aparato.

CAPITULO II

INTRODUCCION AL ANALISIS DE SUELOS

Comentarios. El rendimiento de la caña de azúcar cualquiera que sea la clase de caña de la que se trate depende primordialmente de las condiciones del suelo en el que se desarrolló y ésto a su vez, no depende directamente de la buena o mala fertilización de ese suelo, sino del tratamiento que se le dió al mismo durante el desarrollo de la producción cañera. Y esto sólo se logra conocer mediante un exhaustivo análisis del terreno - agrícola.

Para conocer las características del suelo cañero esenciales para el buen aprovechamiento de la caña de azúcar de una manera rápida como lo requieren las necesidades de tiempo durante el período de no zafra, es necesario contar con el elemento técnico y humano necesario y capacitado para este fin.

Resumiendo. El suelo debe ser muestreado de una manera estadística adecuada al tipo de terreno con el que se cuente, para lograrlo se requiere de un grupo de personas que conozcan el terreno y que se ha capacitado para - tomar una muestra de acuerdo a un programa preestablecido del lugar de muestreo. Como ya hemos dicho, estas muestras se toman con pala a 30 y 60 cm de profundidad (suelo y subsuelo respectivamente).

Se toman diferentes muestras del lugar hasta formar una cantidad considerable de la cual por medio de cuarteo se va a seleccionar una muestra lo bastante representativa promedio que se llevará al Laboratorio para su análisis. Esta muestra se transportará en envases adecuados, numerados y se llevará una relación lo bastante completa del lugar de muestreo, especificando si es suelo o subsuelo, pala o bien chuzo, y las propiedades físicas que a simple vista y tacto se puedan determinar; así como fecha de fertilización, cantidad de fertilizante utilizado, terreno de plan o de ladera, de temporal o de riego; para correlacionar con los datos obtenidos de su análisis.

La muestra en el Laboratorio se pone a secar a temperatura ambiente en charolas que la contengan. Una vez seca, se muele con mortero, o bien simplemente desbaratando conglomerados con golpes de un palote. Se pasa a través de dos mallas, números 10 y 20; la primera nos servirá para determinar sus propiedades físicas: pH 1:2 (10 g de suelo en 20 ml de agua destilada) y pH saturación, conductividad eléctrica, porcentaje de saturación, textura y un extracto de saturación para determinación de aniones y cationes, siempre y cuando tengan un pH 1:2 arriba de 8.2 factor generalizado en todas las partes donde se realiza un análisis de suelo (INIA, IMPA, Instituto de Chihuahua, Fermo Jal., etc. etc.).

Un pH arriba de 8.2 significa un suelo no recomendable para cultivar, ya que la presencia de un exceso de cationes canjeables en forma de óxidos impiden un adecuado desarrollo del cultivo; por lo que es necesario cono

cer las cantidades de estas sales presentes que se determinan analíticamente en forma de aniones y cationes más comunes.

La segunda nos sirve precisamente para la determinación química de suelo, macro y micronutrientes. Este trabajo lo puede realizar una persona preparada para este fin.

Ya el análisis en sí se realiza por una persona tipo profesional auxiliado por analistas con conocimientos generales sobre análisis cualitativo y cuantitativo. Esta persona deberá conocer los principios teóricos de un espectrofotómetro; así como el manejo específico de un espectrofotómetro de Absorción Atómica (PROPOSICION).

CAPITULO III

INTRODUCCION AL ANALISIS DE CALCIO Y MAGNESIO EN SUELOS AGRICOLAS (CAÑEROS).

Los elementos Calcio y Magnesio pueden ser determinados por diferentes métodos dependiendo de lo que se quiera saber de ellos y de lo que se requiera promover con sus resultados, entre estas determinaciones tenemos las siguientes más comunes:

- I. Determinación de Calcio y Magnesio solubles.
- II. Determinación de Calcio y Magnesio Canjeables.
- III. Determinación de Calcio y Magnesio Asimilables.

El método Técnica Comparativa se avoca específicamente al resultado de técnicas comparadas (Colorimetría V.S. Absorción Atómica) para la determinación cuantitativa de Calcio y Magnesio asimilables en los suelos cañeros.

I. CATIONES SOLUBLES.

Se denominan Cationes Metálicos Solubles a aquellos elementos cuya solubilidad en agua, como lo es un extracto acuoso de saturación, es completa, o bien soluciones con el mismo poder disolvente que el agua.

Los cationes metálicos solubles más frecuentes son: Ca^{++} , Mg^{++} , K^+ , Na^+ , De entre los cationes solubles en agua de naturaleza no metálica contamos con el H^+ y el NH_4^+ .

Factores que influyen la solubilidad de cationes solubles :

- a) Temperatura; generalmente se hace a temperatura ambiente.
- b) Cantidad de solvente; solo el necesario para obtener un extracto de saturación.

- c) Tiempo de reacción (reposo de muestra - solvente, agitación y cantidad extraída) generalmente 1 día de reposo, completa homogenización y extracción con bomba de vacío para extraer aproximadamente 10 ml de extracto, necesario para determinar :

Conductividad eléctrica, Ca^{++} , Mg^{++} , Cl^- , CO_3^- , HCO_3^- y SO_4^- .

(como aniones y cationes).

NOTA : Esto sólo se hace para muestras con pH de saturación - arriba de 8.2 como ya lo habfamos dicho anteriormente.

Las razones por lo que se seleccionan estas muestras con pH arriba de 8.2 son las siguientes:

- a) Si la muestra contiene carbonatos de calcio y magnesio.
- b) Si el suelo contiene gran cantidad de yeso que no sea completamente soluble en el extracto obtenido.
- c) Si la suma de cationes canjeables excede la capacidad de canje de cationes indicando así la presencia de carbonatos libres o de yeso.

La cantidad de cationes metálicos solubles en agua es una forma meramente ortodoxa de cuantear la disponibilidad nutrimental del suelo para la planta; por lo que solo viene a ser un calificativo para el suelo de este mono -

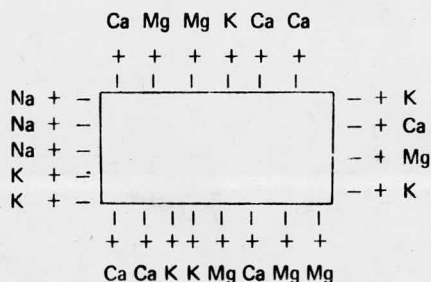
cultivo.

La forma de expresar los cationes metálicos solubles es en : meq/lt.

El calcio y el magnesio solubles en agua se determinan por métodos volumétricos o por flamometría.

II CATIONES CANJEABLES O INTERCAMBIABLES.

Se llaman Cationes Canjeables a aquellos cationes disociables retenidos en las partículas orgánicas coloidales que tienen cargas negativas de valencia que les permiten comportarse como electrolitos coloidales



El Ca^{++} y el Mg^{++} son especies metálicas canjeables más comunes en los suelos aparte del Na^+ y del K^+ .

Los cationes metálicos canjeables pueden ser extraídos fácilmente por medio de una solución 1 N de acetato de amonio y determinados por métodos volumétricos. Existen tres factores que tienden a au -

mentar la cantidad de cationes metálicos canjeables extraídos con acetato amónico con respecto a la cantidad realmente canjeable, y son :

- a) La presencia de sales solubles en suelo.
- b) Cierta liberación de cationes procedentes de silicatos minerales.
- c) Disolución de parte de los carbonatos de calcio y magnesio.

Estos factores tienden a que el análisis sea sólo aproximado y sea tomado como medio para contrastar la fertilidad de los suelos cañeros.

La manera de expresar estos cationes es en meq/100 g de suelo seco en la estufa.

Cuando se trata de obtener resultados más exactos es necesario sus traer la cantidad de cationes solubles que se encuentran en el ex - tracto de saturación o bien lixiviando el suelo con agua (1:1) o bien con etanol al 40 % tomando en cuenta los factores antes men - cionados. El calcio y el magnesio canjeables se determinan por - métodos volumétricos o por emisión de flama.

III CATIONES ASIMILABLES.

Los cationes asimilables son aquellos que en una u otra forma pa san a ser cuantitativamente parte de la planta en un momento dado. Es decir, es aquel catión, que la planta logra extraer del suelo don

de se encuentra como sal soluble, canjeable y asimilable por la planta.

Los cationes solubles calcio y magnesio se extraen conjuntamente por medio de una solución acidulada de acetato de sodio con ácido clorhídrico a un pH de 4.8 a diferencia de la extracción para cationes canjeables donde la solución extractora debe tener un pH de 7. La forma de expresar estos elementos asimilables se dá generalmente en partes por millón (ppm) y los métodos cuantitativos de valoración son colorimetría y absorción atómica (proporción).

La determinación cuantitativa de los cationes asimilables en suelos difiere grandemente de la determinación cuantitativa de los cationes solubles y canjeables ya que la primera determina la cantidad de la asimilable como elemento (Ca y Mg) propiamente y no como ión - (Ca^{++} y Mg^{++}) como se determina en las segundas.

CAPTULO IV

CALCIO Y MAGNESIO SOLUBLES EN SUELOS CAÑEROS.

La relación suelo a solución extractora es variable según el método adoptado. Las soluciones extractivas más comunmente empleadas son :

1. Acido mineral fuerte.

Acido Clorhídrico (HCl) 0.3N. Método TROUG.

2. Solución de tipo ácido ionizada y amortiguada.

Acetato de sodio (Na C₂H₃O₂ · 3H₂O) al 10 % en ácido acético (CH₃ COOH) al 3 % a pH de 4.8 . Métodos Morgan-Peech.

3. Solución concentrada de sal neutra.

Nitrato de sodio (Na NO₃) 3N. Método Bray.

4. Solución con el mismo poder disolvente que el agua.

Acido acético (CH₃ COOH). 0.025 N. Método Spurway .

La cantidad de cada nutriente en el extracto se determina tratando una - parte alcuota del mismo con los reactivos adecuados, comparando con series de soluciones del mismo con los reactivos adecuados, comparando con series de soluciones tipo conducidas por el mismo procedimiento y en forma simultánea.

EXTRACCION DE LOS CATIONES CALCIO Y MAGNESIO DE SUELOS CAÑEROS.

- I. Extracción de Calcio y Magnesio solubles.

La extracción del calcio y magnesio solubles se hacen de una manera fácil y rápida, utilizando simplemente agua destilada o bien un solvente cuyo poder de solubilidad sea parecido al del agua, como lo es ácido acético 0.025 N o bien solución Morgan y una ligera - agitación. Esto es; a una cantidad conocida de suelo seco, molido y pasado a través de malla # 20 se agrega una cantidad conocida de disolvente en relación 1:1, 1:2, 1:5 o bien 1:10 dependiendo de la cantidad de nutriente contenido en el suelo conocida apriori por experiencias o literatura sobre el tema. La agitación se lleva a cabo mecánicamente; se filtra decolorando con carbón activado y se determina por métodos espectrofotométricos de emisión o bien por el método volumétrico del versenato (EDTA), Titriplex, Compleción, Acido Etilen-diamino-Tetracético, Etilen-diamino-Tetracetato de sodio, que es el siguiente :

TECNICA ANALITICA PARA LA DETERMINACION DE CALCIO Y MAGNESIO - SOLUBLES EN SUELOS CAÑEROS.

1 Objetivo.

El objetivo de esta técnica consiste en determinar la cantidad de calcio y magnesio solubles en extractos acuosos o de saturación en suelos cañeros por medio de un método volumétrico que es el del - ácido etilen-diamino-tetracético.

2 Aplicación.

Esta técnica se aplica a toda clase de suelos cañeros a los que se

desea determinar su contenido de calcio y magnesio solubles en -
agua.

3 Definición.

El calcio y magnesio solubles son aquellos cationes metálicos cuya solubilidad en agua se realiza o bien su disolución se lleva fácilmente en agua.

4 Aparatos y Equipo.

Balanza analítica. Sensibilidad 0.0001 g.

Material de uso común en el laboratorio.

5 Reactivos.

5.1 Solución amortiguadora de cloruro de amonio e hidróxido de amonio. ($\text{NH}_4\text{Cl}-\text{NH}_4\text{OH}$) pH 9.2.- Disolver 67.5 g de NH_4Cl en 300 ml de agua destilada agregar 570 ml de NH_4OH concentrado y aforar a un litro con agua destilada.

5.2 Hidróxido de sodio aproximadamente 4N (Na OH).- Disolver 160 g de Na OH en 1 litro de agua, aforando a temperatura ambiente.

5.3 Solución tipo de cloruro de calcio (0.01 N).- Disolver exactamente 0.500 g de carbonato de calcio puro (Ca CO_3) en 10 ml de ácido clorhídrico aproximadamente 3 N y diluir a un volumen exacto de 1 litro con agua destilada.

5.4 Indicador de eriocromo negro T.- Disolver 0.500 g de eriocromo negro T. y 0.45 g de clorhidrato de hidroxilamina en 100 ml de etanol al 95 % ($\text{CH}_3 - \text{CH}_2 - \text{OH}$).

- 5.5 Indicador purpurato de amonio (muréxida).- Mezclar 0.500 g de purpurato de amonio con 100 g de potasio en polvo.
- 5.6 Inhibidor de bamato (carbamato).- Cristales de la sal sódica del ácido dietil ditio carbámico. (Dietil-ditio carbamato - de sodio).
- 5.7 Solución de etileno - diamino - tetracetato (versenato). Proximadamente 0.01 N.- Disolver 2.000 de sal disódica del - ácido dietilendiamino tetracético (EDTA) y 0.050 g de cloruro de magnesio ($Mg Cl_2 \cdot 6H_2O$) en agua destilada y diluir a un litro con la misma.

Estandarizar la solución EDTA contra el reactivo 5.3, usando los procedimientos de titulación indicados abajo. Se determina la normalidad de esta solución para el eriocromo negro T. y para la muréxida. Siendo mayor la normalidad con muréxida en 3 a 5 % respecto a la normalidad con eriocromo negro T.

6 Procedimiento.

6.1 Extracto de saturación.

Pesar 100 g de suelo malla N°. 10 en vaso de precipitados de 250 ml capacidad.

Llenar una bureta de 100 ml capacidad con agua destilada.

Agregar el agua destilada al suelo hasta formar una pasta opalescente facilmente resbaladiza; este punto es llamado PUNTO

DE SATURACION.

Anotar la lectura de la bureta (para calcular el % de saturación).

Dejar reposar un día mas o menos , tomar una parte aproximadamente de 20 ml para determinar el pH de saturación mediante un potenciómetro; la parte restante se lleva a un embudo Buchner de 10 cm de diámetro con papel filtro Whatman N°. 42 puesto sobre un matraz Kitazato de 250 ml capacidad.

Aplicar sobre esta pasta un vacío capaz de extraer el agua contenida en esta mezcla.

Recoger aproximadamente 5 ml en un vaso de precipitado de 10 ml de capacidad para determinar su conductividad eléctrica mediante un conductímetro o puente de conductividad tipo gotero, especial para esta capacidad de muestra.

Aproximadamente 10 ml del filtrado se recoge en un tubo de ensaye y a éste se denominará EXTRACTO ACUOSO DE SATURACION - que será analizado para aniones y cationes; de estos últimos se cuantificará calcio y magnesio solubles por el método volumétrico del EDTA, que estamos tratando.

6.2 Extractos de suelo.

Pesar exactamente 5 g de suelo malla N°. 20 y agregarle 10 ml de la solución de Morgan (acetato de amonio pH 4.8). Agitar por 1 minuto y filtrar en papel Whatman N°. 42 para obtener así el extracto.

6.3 Tratamiento preliminar de los extractos de suelo.

El acetato amónico (solamente en el caso de extracción con solución de Morgan) y la materia orgánica dispersa deben - ser removidos de los extractos de suelo previamente a la titu lación con versenato.

La evaporación a sequedad de una alícuota del extracto de - suelo, seguida de un tratamiento con agua regia (3 partes de HCl, y 1 parte de HNO₃ concentrado) y luego una segunda - evaporación a sequedad son generalmente suficientes para la remoción del acetato de amonio y la materia orgánica. Los - extractos de suelo muy oscuros pueden necesitar un trata - miento adicional con agua regia.

Disolver el residuo en una cantidad de agua igual al volumen original de la alícuota tomada para el tratamiento.

CALCIO

Transferir una alícuota de 1 - 4 ml de extracto conteniendo no mas de 0.1 meq de calcio a un Erlenmeyer de 50 ml. Diluir a un volumen aproximado de 20 ml. Agregar 4 ó 5 cristallitos de reactivo 5.6, 8 gotas de reactivo 5.2 y aproximadamente 50 - mg de 5.5.

Titular con 5.7, usando una microbureta de 10 ml. El cambio en color es de rosa a violeta. Un blanco conteniendo 5.2, - 5.5 y una o dos gotas de 5.7 ayuda a distinguir el vire final. Si la muestra es sobretitulada con 5.7, puede efectuarse una retitulación del exceso de 5.7 con la solución 5.3.

CALCIO MAS MAGNESIO

Transferir una alícuota de 1 a 4 ml de extracto conteniendo no más de 0.1 meq, de calcio más magnesio a un Erlenmeyer de 50 ml.

Diluir a un volumen aproximado de 20 ml. Agregar 4 ó 5 cristalitas de 5.6, 15 gotas (0.75 ml) de reactivo 5.1 y 2 a 3 gotas de 5.4.

Titular con 5.7 usando una microbureta de 10 ml. El cambio en color es de rojo vino a azul brillante o verde. No debe quedar ningún tinte rojo o vino en el vire final.

Observaciones.

El fierro y otros metales pesados interfieren con la titulación de versenato. El carbonato (reactivo 5.6) se agrega a todas las muestras para formar complejos con las pequeñas cantidades de metales pesados que pueden estar presentes. Como el carbonato es menos eficiente como agente formador de complejos a pH altos, debe agregarse antes del NaOH 5.2 y NH_4OH (5.1).

El fierro, el aluminio y el manganeso, cuando presente concentraciones mayores de 20 partes por millón, y el cobre, cuando presente concentraciones mayores de varios decimos de ppm, interfieren en la titulación con eriocromo negro T.

Generalmente la concentración de estos metales en extractos con agua o acetato de los suelos de regiones áridas es insuficiente para causar

interferencia. En suelos ácidos con grandes concentraciones de Fe, Mn y Al se presentan problemas de interferencia lo que puede evitarse siguiendo las técnicas de Cheag y Bray (1951). Ajustando primero el pH de la alfcuota y después añadir 1 ml de Na CN (cianuro de sodio) al 3 % para eliminar la interferencia causada por Fe, Al, Mn.

7. Cálculos

Meq de Ca en 5 gr de suelo = (ml de versenato) (normalidad versenato_A) (10) / ml alfcuota.

Meq de (Ca + Mg) en 5 gr de suelo = (ml de versenato) (normalidad de versenato_B) (10) / ml alfcuota.

Donde :

Meq de Mg en 5 gr de suelo es igual meq (Ca + Mg) - meq Ca

ppm de Ca = 4000 x meq de Ca en 5 gr de suelo

ppm de Mg = 2432 x meq de Mg en 5 gr de suelo

$$\text{Meq/lit(Ca)} = \frac{(\text{ml versenato}) (N \text{ versenato A }) (1000)}{\text{ml alfcuota}}$$

$$\text{Meq/lit (Ca + Mg)} = \frac{(\text{ml versenato}) (N \text{ versenato }_B) (1000)}{\text{ml alfcuota}}$$

A Normalidad del versenato para el calcio

B Normalidad del versenato para el calcio + magnesio.

CAPITULO V

II. EXTRACCION DE CALCIO Y MAGNESIO CANJEABLES DE SUELOS CAÑEROS.

Los cationes canjeables se determinan después de extraerlos con acetato amónico 1 N a pH 7. Las ventajas de este reactivo son su eficiencia para mojar el suelo y reemplazar a los cationes intercambiables, la facilidad con que puede eliminarse por volatilización durante su análisis y su compatibilidad con las determinaciones a realizar con el espectrofotómetro de emisión o absorción. Su interferencia es relativamente poca.

5.1 Procedimiento de Extracción de los Cationes Canjeables del Suelo Cañero.

Se pesa una muestra de 50 g de suelo secado al aire en un matraz Erlenmeyer de 250 ml. capacidad, se añaden sobre la misma 100 ml de NH_4 OAC 1N. Se diluyen con agua destilada 57 ml de ácido acético glacial hasta 800 ml y, después, se neutralizan con hidróxido de amonio concentrado, hasta que su pH sea 7; seguidamente se afora la disolución a un litro con agua destilada. Se tapa el matraz y se agita por varios minutos, dejándolo en reposo una noche. Después, se transfiere el contenido del matraz sobre el embudo Buchner de 5.5 cm diámetro con papel filtro Whatman - N°. 42. Filtrar por medio de vacío y lixiviar la muestra con 400 -

ml de acetato amónico, añadiéndolo en pequeñas porciones de tal manera que la operación requiera aproximadamente 1 hora.

Observación

Este filtrado puede ser analizado directamente en un espectrofotómetro de emisión o de absorción.

El método analítico aquí enunciado para determinar los cationes canjeables es un método volumétrico que requieren de una previa evaporación del filtrado para eliminación total de materia orgánica; así como de la interferencia con otros cationes metálicos.

El vaso que contiene el extracto amónico se coloca sobre una placa calentada por vapor y se lleva a sequedad. A continuación se lavan las paredes del vaso con una pequeña cantidad de agua destilada y nuevamente se evapora a sequedad si el residuo presenta un color oscuro; indicación de materia orgánica, se agregan 2 ml de agua oxigenada (H_2O_2) al 30 % y 2 ml de ácido nítrico (HNO_3) 6N.

Cubriendo el vaso perfectamente con un vidrio de reloj someter a digestión 20 a 30 min. sobre la placa de vapor, destapar al cabo de este tiempo y dejar que la solución vuelva a evaporarse hasta sequedad. Humedecer el residuo con 10 ml. de ácido clorhídrico (HCl) 6N. hasta contacto íntimo diluyendo con 15 ml. de agua destilada. Inmediatamente, filtrar a través de filtro Whatman N°. 42 y lavar con agua destilada en pequeñas porciones.

El filtrado, así como los lavados se recogen en un matraz aforado de 100 ml. capacidad, aforar a temperatura ambiente y a esta solución (A) determinar los CATIONES METALICOS CANJEABLES : Calcio y Magnesio siguiendo las siguientes técnicas.

5.2 Determinación de Calcio Canjeable en Suelos Cañeros.

(como oxalato por valoración con cerato permanganato).

1. Objetivo.

El objetivo de esta técnica consiste en determinar la cantidad canjeable de Calcio que se encuentra en los suelos agrícolas por medio de un método volumétrico de titulación valorada.

2. Aplicación.

Esta técnica es aplicable a toda clase de suelos agrícolas (cañeros) a los que se desee determinar cuantitativamente el calcio en forma canjeable que contiene.

3. Aparatos y Equipos.

Vaso de precipitados de 250 ml, capacidad.

Bureta 50 ml. capacidad.

Placa calentada con vapor.

Crisol de vidrio aglomerado (porosidad media).

Soporte para el crisol.

Kitasato 500 ml. capacidad.

Bomba de vacío.

Baño maría

Material de uso común en el laboratorio.

4. Reactivos

Acido Clorhídrico 6N (HCl)

Acido Acético Glacial (HOAc)

Hidróxido de Amonio concentrado (NH_4OH)

Hidróxido de amonio 4N (NH_4OH)

Indicador verde de Bromocresol

Disolución de Acido Oxálico al 10 % ($\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4$)

Acido Sulfúrico 2N (H_2SO_4)

Indicador ferroína 0.025 M (complejo ortofenantrolina ferroso)

Oxalato patrón 0.05N. Se seca Oxalato de Sodio ($\text{Na}_2\text{C}_2\text{O}_4$)

patrón en una estufa a 100 °C y se deja enfriar. Después se pesa una porción de 3.350 g y se disuelven en unos 600 ml de Acido sulfúrico 2N se diluye la disolución hasta un volumen de 1 litro en este disolvente. La normalidad de este patrón es respecto al proceso de Oxido - Reducción.

Cerato patrón 0.05 N.- Disolver 34 g de tetra sulfato cérico amoniacal (NH_4)₄ Ce (SO_4)₄ · 2H₂O en 1 litro de H₂SO₄ 2N. La normalidad de este patrón es con respecto al proceso de Oxido -reducción : $\text{Ce}^{4+} + 1e^- = \text{Ce}^{3+}$

Disolución ferrosa patrón 0.05 N. - Disolver 30 g de sulfato ferroso amoniacal Fe (NH_4)₂ (SO_4)₂ · 6 H₂O en un litro de H₂SO₄ a proxímadamente 0.5N.

Valorar 10 ml de la disolución de cerio con la disolución ferrosa hasta vire con la ferroína calculando así el factor

$$R = \frac{\text{ml. Ce}}{\text{ml. Fe}}$$

La normalidad de la disolución de cerio se calcula de la siguiente manera :

$$N_{\text{Ce}} = \frac{\text{Ml oxalato} \times 0.05}{(\text{Ml. cerato}) - (\text{Ml. ferroso} \times R)}$$

Procediendo de la siguiente forma :

a 10 ml. de disolución patrón de Oxalato contenidos en un vaso de precipitados se introducen 20 ml. de disolución patrón de cerio mediante una pipeta volumétrica; se calienta hasta una temperatura de 80 °C, enfriar hasta ± 50 °C. Y se titula el exceso de cerio con disolución ferrosa patrón hasta vire de la ferroína.

5 Procedimiento.

De la solución A anteriormente mencionada se transfiere una alícuota equivalente a 0.1-1 meq (2 a 20 mg) 10 a 15 ml en el caso de extractos de suelos cañeros, mediante una pipeta a un vaso de precipitados de 250 ml, diluyendo a un volumen de 150 ml con agua destilada. Seguidamente se añaden 5 ml de HCl 6N con el fin de formar suficiente cloruro de amonio (NH_4Cl) para impedir la coprecipitación del magnesio con el oxalato de calcio ($\text{Ca C}_2\text{O}_4$)
La interferencia.- Se evita precisamente mediante la precipitación

ácida del Oxalato de Calcio; quedando en solución los iones Mg, Fe, Al,

Precipitación del Oxalato de Calcio.

Añadir a ésta solución ácida 5 ml de ácido acético glacial y 0.5 ml de indicador verde de bromocresol. Después se añade amoníaco concentrado con agitación hasta que aparezca el primer color verdoso. Calentar a ebullición y añadir 10 ml de ácido oxálico al 10 % (color amarillo), debido a la acidez de la solución.

Finalmente, se agregan gota a gota NH_4 desde una bureta con agitación rápida hasta que aparezca un color verde intenso (pH 4-4.5). Así el oxalato de calcio precipita lentamente.

Someter la disolución a una digestión aproximada de 1 hora en una placa calentada con vapor, con el fin de abultar el tamaño de los cristales dejando claro el líquido sobre nadante no más, evitando la cooprecipitación del magnesio.

Filtración del Oxalato de Calcio

Decantar el líquido sobrenadante a través de un filtro de vidrio - aglomerado (porosidad media) mediante succión. Permitir que el precipitado con las últimas porciones forme una suspensión y verter sobre el filtro. Lavar el vaso 3 veces utilizando un mínimo de

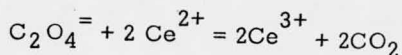
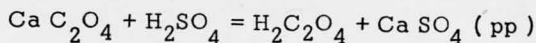
agua, pasando el líquido de lavado a través del filtro y lavar 5 veces más el filtro con agua caliente (conservar el vaso).

Los lavados son con el fin de eliminar los cloruros del precipitado, con mayor razón si en vez de filtro de vidrio poroso se utilizó papel Whatman # 42 y embudo estriado - hacer un ensayo con 3 ml de filtrado y unas gotas de Ag NO_3 al 0.5 % -. Conservar el filtrado para determinación de magnesio y manganeso - canjeables.

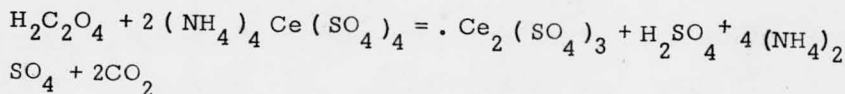
Valoración del Oxalato de Calcio.

Colocar el crisol en el vaso original y añadir 75 ml de $\text{H}_2 \text{SO}_4$ IN, y agua hasta cubrir el crisol. Calentar a 90 °C y valorar con disolución ferrosa patrón 0.05N usando como indicador fenantrolina; o con permanganato de potasio valorado. Un blanco es despreciable cuando se utiliza el filtro de vidrio aglomerado. En cambio con papel filtro el blanco dá resultados de 0.1 al 0.2 ml, restando así - de la cantidad de reactivo consumida en la valoración.

6. Ecuaciones.



Estequiométricamente :



7. Cálculos

$$\text{meq de Ca}/100 \text{ g de suelo} = (B) (N_B) f_a \times 100/s$$

Donde :

B = ml de cerato permanganato

N_B = normalidad de cerato, corregida por su factor de valoración.

f_a = Factor correspondiente a la parte alícuota. 100/ml de la alícuota tomada de la disolución A.

8. Resultados

1 ml de cerio 0.05 N equivalente a 1 mg de Ca ó 1.4 mg de CaO

1 ml de permanganato 0.05 N equivale a 1 mg de Ca ó 1.4 mg de CaO.

5.3 Determinación de Magnesio Canjeable en Suelos Cañeros.

(Valoración del $\text{Mg NH}_4\text{PO}_4$ y $\text{Mn NH}_4\text{PO}_4$ hasta formar $\text{NH}_4\text{H}_2\text{PO}_4$)

1. Objetivo

El objetivo de esta técnica es determinar la cantidad canjeable de magnesio que se encuentra en los suelos agrícolas cañeros mediante en método volumétrico por valoración del fosfato precipitado mediante una solución patrón de Acido Sulfúrico en el caso de presentar 2 mg o más de magnesio.

2. Aplicación

Esta técnica es aplicable a todos los suelos agrícolas a los que se desee determinar cuantitativamente el magnesio canjeable que contienen.

3. Aparatos y Equipo

Matraz cónico de 300 ml cap.

Filtro de vidrio aglomerado de porosidad media.

Soporte

Kitazato 250 ml cap.

Frasco lavador

Vaso de precipitados de 250 ml cap.

4. Reactivos

Hidróxido de amonio concentrado.

Púrpura de bromocresol.

Verde de bromocresol.

Fosfato Acido de Amonio $(\text{NH}_4)_2 \text{HPO}_4$ al 10 %.

Hidróxido de amonio 1.5N

Alcohol etílico 95 %

Alcohol absoluto o metanol

Acido sulfúrico 0.0714N

Sosa NaOH 0.0714N

5. Procedimiento

Precipitación del Magnesio

Al filtrado de la determinación de calcio conteniendo sobre 2 mg de magnesio se lleva a pH de 6.2 a 6.4 con hidróxido amonio concentrado (usando como indicador púrpura de bromocresol). Calentar sobre

una placa de vapor hasta concentración aproximada de 150 ml. Si se forma un precipitado probablemente de $\text{Fe}(\text{OH})_3$, separar por filtración. El pH no debe exceder a 6.4 de lo contrario precipitaría el óxido de manganeso (MnO_2). Transferir la disolución a un matraz Erlenmeyer de 300 ml cap. y añadir lentamente y con agitación 20 ml de $(\text{NH}_4)_2\text{HPO}_4$ al 10 %. Alcalinizar fuertemente con 30 ml de hidróxido amonio concentrado lenta y con agitación. Dejar reposar toda la noche.

Filtración.

Decantar la disolución a través de un filtro de vidrio aglomerado o papel Whatman 32 ó 42. Lavar 3 ó 4 veces el filtro y el precipitado con hidróxido de amonio 1.5N en pequeñas porciones. Continuar los lavados dejando escurrir todo el líquido entre cada una de las adiciones (de 10 a 12 lavados si se utilizó papel filtro).

La eliminación del amoníaco del matraz y del filtro se realiza desecando con 2 lavados de etanol al 95 % y 1 de metanol o alcohol absoluto. Retener el filtrado hasta asegurarse que la precipitación del magnesio sea completa y después desechable (no descartar el matraz Erlenmeyer).

Valoración de los Fosfatos de Magnesio y Manganeso

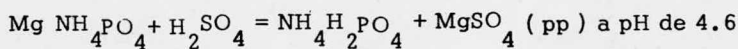
Verter al matraz Erlenmeyer de 300 ml cap. originalmente usado un exceso de sulfúrico valorado apróx. 15 ml mediante una bureta. Diluir

con 10 ml de agua y calentar brevemente sobre la placa de vapor hasta disolver todo el precipitado que en el matraz haya quedado. Transferir esta solución a un vaso de precipitados de 250 ml cap. en el que se ha colocado el filtro de vidrio. Añadir agua hasta que cubra completamente el precipitado; en seguida 0.5 ml de indicador verde de bromocresol al 0.04 % continuar calentando durante 20 min., agitando de vez en cuando hasta disolución completa del precipitado.

Valorar por retroceso el exceso de ácido utilizando sosa 0.0714N hasta que aparezca un color azul verde distinto al original. Esta disolución -valorada se conserva para determinar el manganeso canjeable. La determinación del punto final se obtiene preparando un patrón de color, disolviendo exactamente un gramo de KH_2PO_4 en 140 ml de agua, añadiendo 10 gotas de indicador verde de bromocresol.

La valoración corresponde al cambio de los fosfatos ácidos de magnesio y manganeso a fosfato monobásico de amonio. Las lecturas en la bureta deberán apreciarse hasta del orden de 0.01 ml

6. Ecuaciones



7. Cálculos

$$\text{meq de Mg/100 g suelo} = \frac{\text{PN}}{p} \cdot 100/s$$

Donde :

P = ml de ácido sulfúrico valorados por retroceso

N_p = Normalidad del ácido sulfúrico corregido por su factor de valoración

s = Peso de la muestra de suelo

8. Resultados

1 ml de ácido sulfúrico 0.0714N equivale a 0.868 mg de Mg

CAPITULO VI

EXTRACCION DE ELEMENTOS ASIMILABLES DE LOS SUELOS CAÑEROS

La determinación química cuantitativa de los elementos asimilables de los suelos cañeros se realiza actualmente por métodos más sensibles - que los gravimétricos o volumétricos como los mencionados en los capítulos anteriores; estos métodos más a corde a la época en que vivimos son debido a la introducción de la INSTRUMENTACION en el campo analítico de la química cada día perfeccionado y especializado.

III Extracción de Cationes Asimilables. (Peech - Englis).

Solución extractora 0.73N de Acetato de Sodio ($\text{Na C}_2\text{H}_3\text{O}_2 \text{H}_2\text{O}$). Disolver 100 g de acetato de sodio en 500 ml de agua destilada, añadir 30 ml de ácido acético de 99 % y diluir con agua a un litro; esta solución - deberá tener un pH de 4.8.

En su caso, ajustar con ácido acético o con hidróxido de amonio diluido.

6.1 Extracción.

10 g de suelo malla # 20 pesado en balanza granataria colocarlos en frasco de agitación, añadir 1/4 de cucharita de carbón activado para clarificación del extracto, agitar mecánicamente 30 min. y filtrar a través de papel Whatman # 42 recibiendo el filtrado en otro frasco o vaso de precipitado, de esta solución (EXTRACTO) tomar alícuota co

respondiente para la determinación de los elementos : Ca, Mg, además de K y P

6.2 Determinación de Calcio asimilable en Suelos Cañeros.

Método Colorimétrico (Peech).

1. Objetivo.

El objetivo de ésta técnica es conocer la cantidad asimilable de calcio de un suelo cañero mediante un método instrumental por colorimetría.

2. Aplicación.

La aplicación de esta técnica es para toda clase de suelos agrícolas a los que se desee determinar cuantitativamente el calcio asimilable que contienen.

3. Aparatos y Equipo.

Colorímetro Bausch & Lomb Spectronic # 20.

Balanza analítica con sensibilidad de 0.0001 g

Plancha caliente

Equipo de uso común en el laboratorio

4. Reactivos

Solución tipo de calcio (200 ppm Ca).

Disolver exactamente 0.879 g de acetato de calcio $\text{Ca}(\text{C}_2\text{H}_3\text{O}_2)_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ en un litro de solución extractora (acetato de Sodio 0.73N). Preservar esta solución así como cualquier otra solución tipo agregando 1 ml de cloroformo por litro de solución preparada.

Solución de Jabón. Disolver en un matraz, Erlenmeyer 0.60 g de ácido esteárico recristalizado (reactivo Eastman N°. 402 ó de calidad similar) y 7.5 ml de ácido oléico (U. S. P.) en 320 ml de alcohol etílico 95 %, calentando en la plancha. Disolver 16 g de carbonato de amonio en 100 ml de agua caliente y añadirla a la solución anterior, seguir calentando 10 minutos.

Enfriar y agregar 360 ml de alcohol etílico de 95 %, 40 ml de agua y 1.6 ml NH_4OH concentrado, filtrar la solución después de 24 horas y conservarla en un frasco ámbar.

Solución de citrato amoniacal. Disolver 1.5 g de citrato de sodio $\text{Na}_3\text{C}_6\text{H}_5 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ en agua y agréguese 14 ml de NH_4OH concentrado y diluir a un litro con agua.

5. Procedimiento.

Tomar 0.1 a 1.0 ml de extracto y llevar a 1.0 ml con solución extractora.

Agregar 4 ml de citrato de sodio amoniacal y agitar.

Añadir 3 ml de solución de jabón lentamente para formar 2 capas, colocar un tapón en la boca del tubo.

Agitar rápida y uniformemente y reposar.

Leer a los 30 minutos. En un tiempo máximo de 20 minutos.

El testigo y el cero deben prepararse en forma simultánea.

Leer a 425 milimicras (n.m.).

Leer entre densidades (0.0 y 0.8) comparando con una curva tipo.

6. Cálculos

$$\text{ppm Ca} = A \times f_c \times f_{d1} \times f_{d2}$$

Donde :

ppm Ca = partes por millón de calcio

A = Lectura (densidad óptica en absorbancia o transmitancia).

f_c = Factor de la curva. Inverso de la pendiente de la curva (lectura vs concentración).

f_{d1} = Factor de dilución 10 g de suelo en 50 ml de solución extractora 10:50 = 5

f_{d2} = Factor de dilución de la alícuota 0.1 a 1 ml de extracto en 1.0 ml solución extractora.

$$0.1 : 1.0 = 10$$

$$0.5 : 1.0 = 2$$

$$1.0 : 1.0 = 1$$

7 Resultados

Niveles de Calidad para Calcio en Suelos Cañeros. Método Peech

P	M	R	MR
373 - 489	489-1110	1110-1780	1780 -

Donde :

P = Pobre

M = Medio

R = Rico

MR = Muy Rico

Según IMPA (Instituto Mexicano de Productores de Azúcar).

NOTA : Los niveles dados a conocer anteriormente, son expresados en ppm y son dados en una forma muy generalizada por lo que deberá tomarse en consideración otros factores que influyen directamente sobre ellos; como son, tipo de cultivo, zona, clima, etc., específicamente para calcio y magnesio ya que actúan directamente como reguladores del pH del terreno; además, de influir en el crecimiento directo de la caña de azúcar así como limitantes para la fijación de otros elementos menores.

Curva Tipo Teórica (Leída en Spectronic 20) para calcio.

SOLUCION TIPO (ml)	SOLUCION EXTRACTORA (ml)	DENSIDAD OPTICA PROMEDIO (Absorbancia)	CONCENTRACION (ppm)	Kg Ca/Ha SUELO
0.0	1.0	0.000	0.0	0.0
0.1	0.9	0.100	20.0	280
0.2	0.8	0.210	40.0	560
0.3	0.7	0.300	60.0	840
0.4	0.6	0.400	80.0	1,200
0.5	0.5	0.480	100.0	1,400
0.6	0.4	0.560	120.0	1,680
0.7	0.3	0.650	140.0	1,960
0.8	0.2	0.750	160.0	2,240
0.9	0.1	0.850	180.0	2,520
1.0	0.0	0.925	200.0	2,800

Relación de Calcio a Magnesio en Suelos Cañeros.

La relación de los elementos calcio-magnesio en los suelos cañeros es variable como cualquier clase de cultivo, generalmente guardan una relación matemática entera de 1:1, 1:2, 1:5, 1:10 siendo estos dos últimos los más comunes aunque muchas veces la relación se incrementa a valores mayores de 1:10.

CALCIO Y MAGNESIO POR PEECH

Nº. M.	DILUCION	LECTURA Abs	CONC. ppm Ca y Mg	RELACION Ca / Mg
1	10g : 50 ml 1 ml ext.: 1 ml 6 ml ext.: 6 ml	0.900 0.580	810.135 74.232	1 : 10
2	"	0.800 0.540	720.120 69.112	1 : 10
3	"	0.380 0.520	342.057 66.552	1 : 5
4	"	0.450 0.510	405.067 65.272	1 : 5
5	"	0.130 0.520	117.019 66.552	1 : 2
6	"	0.650 0.470	585.097 60.153	1 : 10
7	"	0.170 0.580	153.025 74.232	1 : 2
8	"	0.080 0.480	72.012 61.433	1 : 1
9	"	0.270 0.550	243.040 70.392	1 : 3
10	"	0.080 0.540	72.012 69.112	1 : 1
11	"	0.270 0.510	243.040 65.272	1 : 4
12	"	0.420 0.350	378.063 44.795	1 : 10
13	"	0.500 0.670	450.075 85.750	1 : 5
14	"	0.550 0.700	495.082 89.590	1 : 5

15	"	0.420 0.580	369.061 74.232	1 : 5
16	10g 50 ml 0.1 ml ext.: 1 ml 1 ml ext. : 6 ml	0.190 0.220	1710.285 168.941	1 : 10
17	"	0.150 0.100	1350.022 127.986	1 : 10
18	"	0.120 0.090	1080.180 115.186	1 : 10
19	"	0.12 0.089	1080.180 113.906	1 : 10
20	"	0.120 0.090	1080.180 115.186	1 : 10
21	"	0.120 0.090	1080.180 115.186	1 : 10
22	"	0.140 0.360	1260.210 230.370	1 : 5
23	"	0.078 0.110	702.117 140.917	1 : 5
24	"	0.130 0.320	1170.195 245.731	1 : 5
25	"	0.170 0.500	1530.255 383.955	1 : 5
26	10g : 50 ml 1 : 1 6 : 6	0.650 1.000	585.097 127.986	1 : 5
27	"	0.700 1.000	630.105 127.986	1 : 5
28	10 : 50 0.1 : 1 1 : 6	0.180 0.520	1620.270 399.313	1 : 5
29	10 : 50 1 : 1 1 : 6	0.660 0.390	594.099 299.485	1 : 2

30	10 : 50 0.1 : 1 1 : 6	0.210 0.260	1890.315 199.656	1 : 10
31	"	0.220 0.290	1980.330 222.694	1 : 10
32	10 : 50 1 : 1 1 : 6	0.290 0.360	261.043 276.447	1 : 1
33	10 : 50 0.1 : 1 1 : 6	0.110 0.235	990.165 180.459	1 : 5
34	10 : 50 1 : 1 1 : 6	0.550 0.260	495.082 199.656	1 : 2
35	10 : 50 0.1 : 1 1 : 6	0.180 0.425	1620.270 326.362	1 : 5
36	"	0.110 0.550	990.165 422.350	1 : 2
37	"	0.220 0.470	1980.330 360.918	1 : 5
38	"	0.140 0.360	1260.210 276.447	1 : 5
39	"	0.120 0.285	1080.180 218.854	1 : 5
40	10 : 50 1 : 1 1 : 6	0.550 0.318	495.082 238.052	1 : 2
41	"	0.750 0.320	675.112 245.731	1 : 3
42	"	0.300 0.330	270.045 253.410	1 : 1
43	"	0.440 0.430	396.066 330.201	1 : 1

44	10 : 50 0.1 : 1 1 : 6	0.110 0.430	990.165 330.201	1 : 3
45	10 : 50 1 : 1 1 : 6	0.900 0.520	810.135 399.313	1 : 2
46	10 : 50 0.1 : 1 1 : 6	0.230 0.560	2070.345 399.313	1 : 5
47	10 : 50 0.1 : 1 1 : 6	0.280 0.650	2520.420 499.141	1 : 5
48	"	0.110 0.435	990.165 334.041	1 : 3
49	"	0.330 0.730	2970.495 560.574	1 : 5
50	10 : 50 1 : 1 1 : 6	0.380 0.280	342.057 35.836	1 : 10
51	10 : 50 1 : 1 6 : 6	0.160 0.085	144.024 10.879	1 : 10
52	"	0.270 0.490	243.040 62.713	1 : 4
53	"	0.330 0.450	297.049 57.594	1 : 5
54	"	0.220 0.120	198.033 15.358	1 : 10
55	10 : 50 0.1 - 1 1 : 6	0.170 0.210	1530.255 161.261	1 : 10
56	"	0.180 0.210	1620.270 161.261	1 : 10

57	10 : 50	0.120	1080.180	
	0.1 : 1 6 : 6	0.880	112.627	
58	10 : 50	0.160	1440.240	1 : 10
	0.1 : 1 1 : 6	0.190	145.903	
59	"	0.130	1170.195	1 : 10
		0.160	122.865	
60	"	0.130	1170.195	1 : 10
		0.160	122.865	
61	10 : 50	0.130	1170.195	1 : 10
	0.1 : 1 6 : 6	1.000	127.986	
62	"	0.120	1080.180	1 : 10
		1.000	127.986	
63	"	0.130	1170.195	1 : 10
		1.000	127.986	
64	"	0.160	1440.240	1 : 10
		1.000	127.986	
65	"	0.120	1080.180	1 : 10
		1.000	127.986	
66	10 : 50	0.180	1620.270	1 : 10
	0.1 : 1 1 : 6	0.220	168.940	
67	"	0.120	1080.180	1 : 10
		0.130	99.828	
68	10 : 50	0.880	792.132	1 : 5
	1 : 1 1 : 6	0.195	149.742	
69	10 : 50	0.120	1080.180	1 : 10
	0.1 : 1 1 : 6	0.130	99.828	

70	"	1.120 0.140	1080.180 107.507	1 : 10
71	"	0.130 0.140	1170.195 107.507	1 : 10
72	"	0.140 0.160	1260.210 122.865	1 : 10
73	10 : 50 1 : 1 6 : 6	1.000 0.780	900.150 99.829	1 : 10
74	"	0.900 0.770	810.135 98.549	1 : 10
75	"	0.900 0.750	810.135 95.989	1 : 10
76	10 : 50 1 : 1 1 : 6	0.750 0.180	675.112 138.224	1 : 5
77	10 : 50 0.1 : 1 6 : 6	0.110 0.740	990.165 94.709	1 : 10
78	10 : 50 1 : 1 1 : 6	0.900 0.325	810.135 245.731	1 : 3
79	10 : 50 0.1 : 1 1 : 6	0.160 0.355	1440.240 272.608	1 : 5
80	"	0.130 0.680	1170.195 522.179	1 : 2
81	10 : 50 1 : 4 1 : 6	0.940 0.535	846.141 410.832	1 : 2
82	10 : 50 0.1 : 1 1 : 6	0.190 0.435	1710.285 334.041	1 : 5

83	10 : 50 1 : 1 1 : 6	0.500 0.190	450.075 145.903	1 : 3
84	10 : 50 0.1: 1 1 : 6	0.110 0.650	990.165 499.141	1 : 2
85	"	0.150 0.630	1350.225 483.783	1 : 3
86	10 : 50 1 : 1 1 : 6	1.000 0.550	900.150 422.350	1 : 2
87	"	0.780 0.400	702.117 307.164	1 : 2
88	10 : 50 0.1: 1 1 : 6	0.120 0.900	1080.180 691.119	1 : 2
89	10 : 50 1 : 1 1 : 6	0.940 0.580	846.141 437.708	1 : 2
90	10 : 50 0.1: 1 1 : 6	0.110 0.640	990.165 491.462	1 : 2
91	10 : 50 1 : 1 1 : 6	0.880 0.475	792.132 364.757	1 : 2
92	"	1.000 0.590	900.15 453.067	1 : 2
93	10 : 50 0.1: 1 1 : 6	0.155 0.360	1395.232 276.447	1 : 5
94	"	0.130 0.780	1170.195 598.970	1 : 2
95	"	0.190 1.000	1710.285 767.910	1 : 2
96	"	0.165 0.330	1485.247 253.410	1 : 2

97	"	0.190 1.000	1710.285 767.910	1 : 2
98	"	0.145 0.650	1305.217 499.141	1 : 3
99	"	0.135 0.310	1215.202 238.052	1 : 5
100	10 : 50 0.1 : 1 1 : 6	0.120 0.275	1080.18 211.175	1 : 5
101	10 : 50 1 : 1 1 : 6	0.900 0.240	810.135 184.298	1 : 5
102	"	0.78 0.190	702.117 145.903	1 : 5
101	10 : 50 0.1 : 1 1 : 6	0.230 0.520	2070.345 399.313	1 : 5

GRAFICA # 1

METODO PEECH

Calcio Asimilable en Suelos Cañeros

Lefda en Spectronic 20 a 425 milimicras

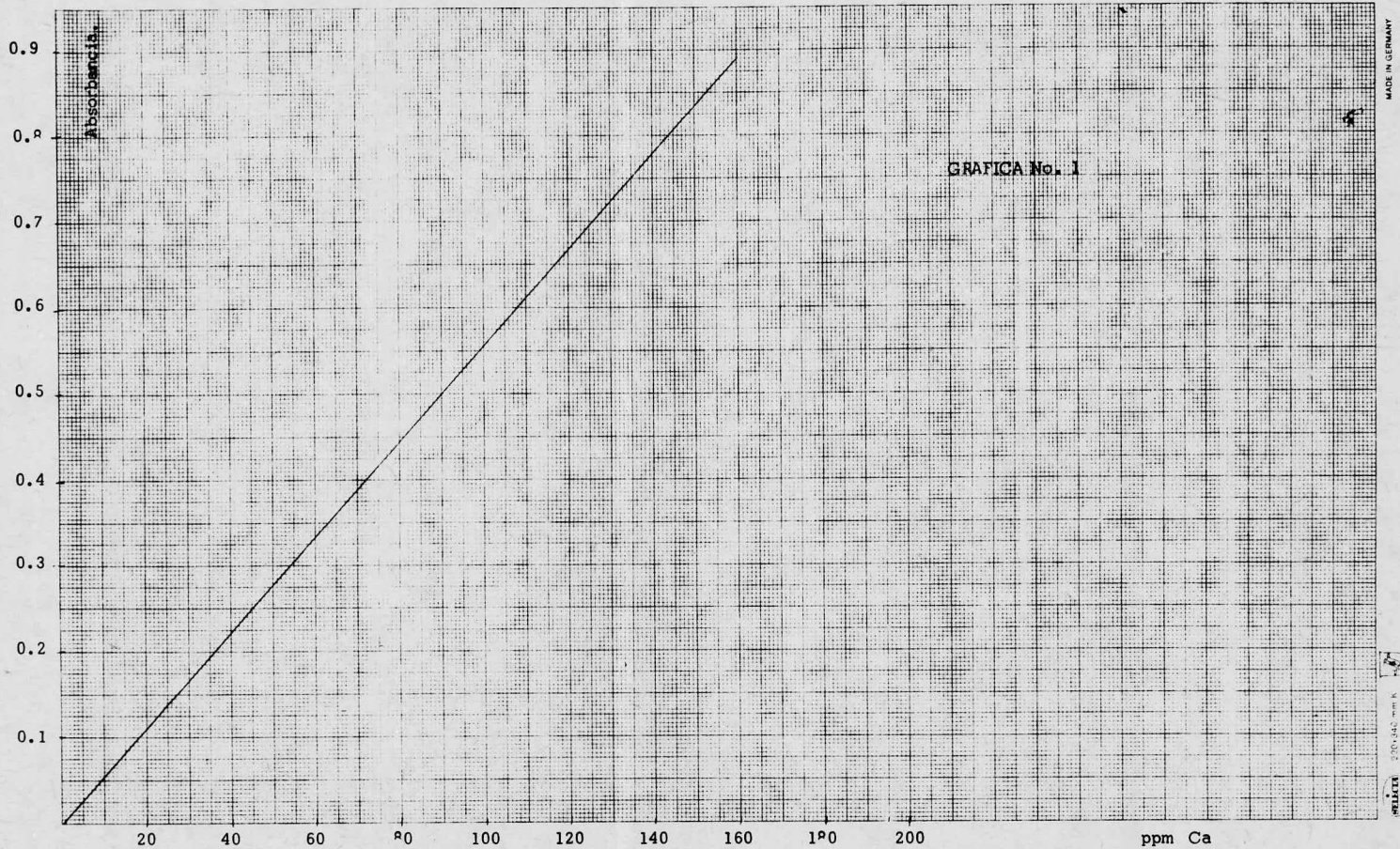
CONCENTRACION (ppm)	ABSORBANCIA (Promedio)*
20	0.100
40	0.220
60	0.340
80	0.450
100	0.560
120	0.670
140	0.780
160	0.890
180	1.000
200	1.100

$$f_c = \frac{\Sigma \text{conc}}{\Sigma \text{Abs}} = \frac{1100}{6.11} = 180.03$$

$$f_c = \frac{\text{concentración}}{\text{lectura}} \quad f_c \times \text{lectura} = \text{concentración.}$$

N O T A: Esto se cumple, siempre y cuando la gráfica sea una recta. En caso de no serlo, tendrá que interpolarse directamente en la gráfica, para encontrar la concentración del problema.

(*) El promedio es gráfico. Cuando las lecturas obtenidas presentan tendencia a una curva definida, en este caso recta; los promedios se ajustan gráficamente.



MADE IN GERMANY

210 x 340 mm K
SPECTRA

6.3 Determinación de Magnesio Asimilable en Suelos Cañeros.

Método Colorimétrico (Peech).

1. Objetivo.

Esta técnica analítica tiene como objetivo la determinación cuantitativa de magnesio asimilable que contiene un suelo cañero mediante la extracción con solución de acetato de sodio y un método colorimétrico actual generalizado.

2. Aplicación.

Esta técnica de análisis se aplica a cualquier tipo de suelo agrícola, especialmente el cañero al que se desee cuantear su cantidad asimilable del catión regulador " Magnesio " de la misma forma que el calcio.

3. Aparatos y Equipo.

Colorímetro Bausch & Lomb. Espectronic 20.

Balanza analítica con sensibilidad de 0.0001 g

Equipo de uso común en el laboratorio.

4. Reactivos.

Solución tipo de Magnesio 25 p p m. Disolver exactamente 0.2205 g de acetato de magnesio tetrahidratado. $Mg (C_2H_3O_2)_2 \cdot 4H_2O$ en un litro de solución extractora (la misma que para calcio).

Amarillo de Tiazol al 0.1 %:

Disolver 0.1 g de amarillo titanio en 100 ml de agua destilada, filtrar y guardar la solución en frasco ámbar con gotero, este reactivo se conserva por 2 meses.

Clorhidrato de Hidroxilamina.

Disolver 25 g de clorhidrato de hidroxilamina en agua y diluir a 500 ml.

Hidróxido de Sodio 2.5 N.

Disolver 100 g de NaOH en un litro de agua.

Solución de almidón al 2 % ó 1 %.- 2 ó 1 g de almidón soluble Q. P, agregar algunas gotas de agua y hacer una pasta, agregar poco a poco y con agitación 100 ml de agua destilada hirviendo.

Filtrar la solución en caliente para obtener una solución completamente clara. Este reactivo debe prepararse en el momento en que se necesite.

Solución compensadora o reguladora.- 4.4 g de acetato de calcio dihidratado $\text{Ca} (\text{C}_2\text{H}_3\text{O}_2)_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ g 0.37 g de Sulfato de Aluminio $\text{Al}_2 (\text{SO}_4)_3 \cdot 18 \text{H}_2\text{O}$ en un matraz aforado de 1 litro, se agregan 10 ml de HCl concentrado y 500 ml de agua, diluir y aforar a 1 litro.

Solución compensadora o reguladora - Solución de Almidón.- Mezclar volúmenes iguales de ambas soluciones.

5 Procedimiento

Tomar una alícuota de 0.5 a 6.0 ml de extracto, completar a 6.0 ml con solución extractora.

Agregar 4 gotas de hidroxilamina y agitar.

Añadir 2 ml de solución compensadora - solución almidón y agitar.

Poner 6 gotas de amarillo titán y agitar.

Adicionar 2 ml de sosa 2.5 N y agitar.

El testigo y el cero correrlos en forma simultánea.

Leer a 525 milimicras. En un tiempo máximo de 20 minutos.

Leer entre densidades de 0.1 a 1.0 comparando con una curva tipo.

6 Cálculos

$$\text{ppm Mg} = A \times f_{d1} \times f_{d2}$$

dónde :

ppm Mg = partes por millón de magnesio

A = Lectura de absorbancia

f_{d1} = Factor de dilución, en este caso 10 gramos de suelo en 50 mililitros de solución extractora (5).

f_{d2} Alícuota de 0.5 a 6.0 Ml de extracto en 6.0 Ml de solución extractora.

$$0.5 : 6.0 = 12$$

$$1.0 : 6.0 = 6$$

$$2.0 : 6.0 = 3$$

$$3.0 : 6.0 = 2$$

$$6.0 : 6.0 = 1$$

7 Resultados

Niveles de calidad para magnesio en suelos cañeros. Método Peech

P	M	R	MR
12 - 25	25 - 50	50 - 90	90 -

Según IMPA (Instituto Mexicano de Productores de Azúcar).

donde :

P = Pobre

M = Medio

R = Rico

MR = Muy Rico

Los niveles de calidad están dados en ppm y se toman en consideración,
los mismos factores que para calcio.

Curva Tipo Teórica (Leída en Spectronic 20) Para Magnesio

SOLUCION TIPO (ml)	SOLUCION EXTRACTORA (ml)	DENSIDAD OPTICA (Abs.)*	CONCENTRACION (ppm)	Kg Mg/Ha SUELO
0.0	6.0	0.000	0.0	0.0
0.6	5.4	0.149	2.5	35
1.2	4.8	0.290	5.0	70
2.4	3.6	0.540	10.0	140
3.6	2.4	0.750	15.0	210
4.8	1.2	0.900	20.0	280
6.0	0.00	1.000	25.0	350

Relación de Calcio : Magnesio

Mencionada en la parte de calcio.

(*) Absorbancia promedio gráfico.

GRAFICA # 2

METODO PEECH

Magnesio Asimilable en Suelos Cañeros

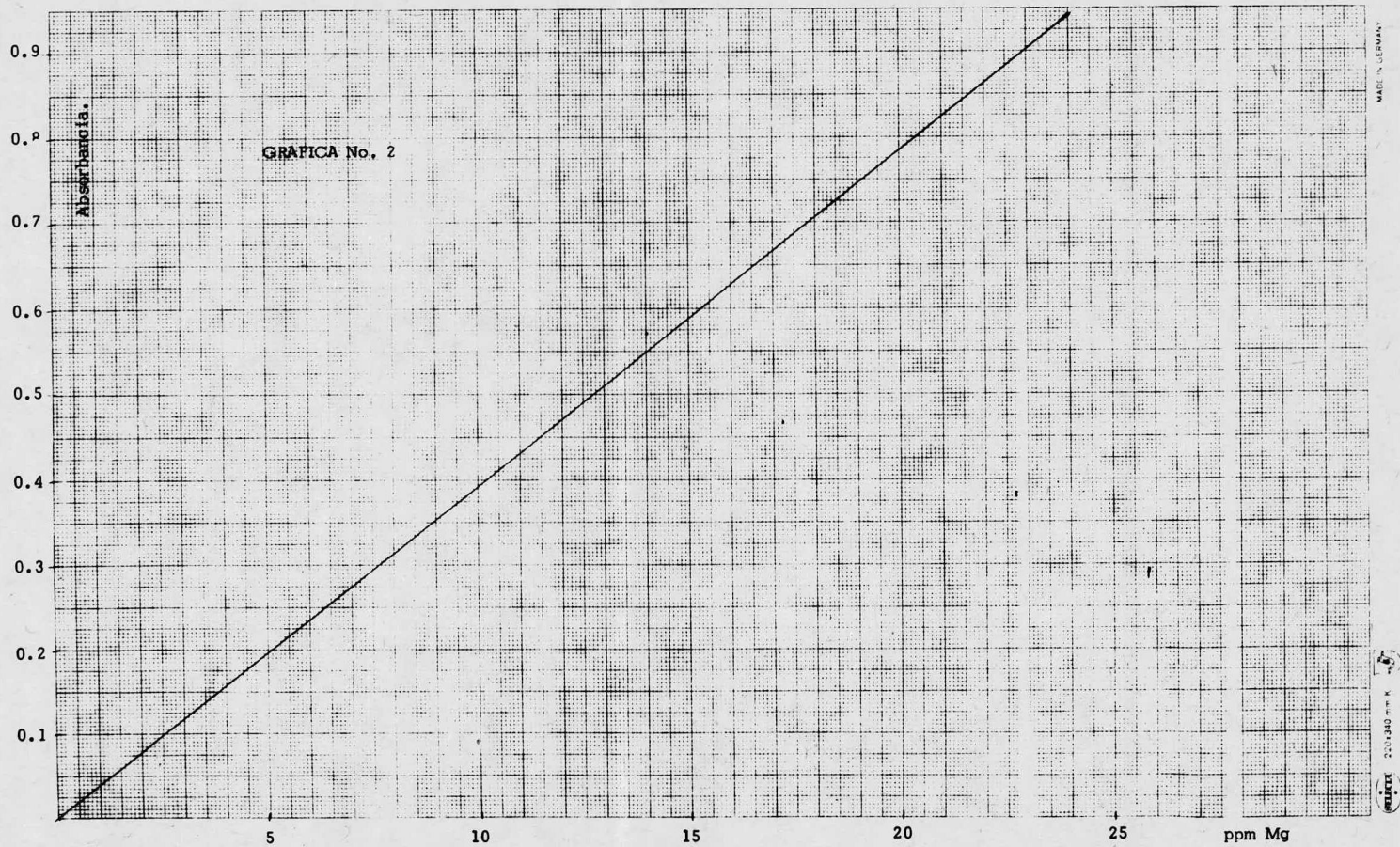
Lefda en Spectronic 20 a 525 milimicras.

CONCENTRACION (ppm)	ABSORBANCIA (Promedio) *
5	0.200
10	0.400
15	0.600
20	0.780
25	0.950

$$f_c = \frac{\Sigma \text{ conc.}}{\Sigma \text{ Abs.}} = \frac{75}{2.93} = 25.597$$

N O T A : Se toman en cuenta las mismas aclaraciones que para calcio mencionados anteriormente.

(*) El promedio es gráfico, ajustando a una curva de pendiente constante, en este caso una recta.



CAPITULO VII

DETERMINACION DE CALCIO Y MAGNESIO ASIMILABLES EN SUELOS CAÑEROS.

Método de Absorción Atómica (A. A.)

Generalidades :

Aquí exponemos la razón por la que se seleccionó a los cationes calcio y magnesio para llevar a cabo este estudio analítico comparativo y son las siguientes :

- a. Las relaciones matemáticas que guardan ambos cationes entre sí como lo pudieron observar en el capítulo anterior.
 - b. La función moderadora y reguladora de estos cationes para con el pH del suelo y
 - c. Su cantidad verdaderamente asimilable para la fijación de otros cationes de importancia en la planta (caña de azúcar); así como para el desarrollo de la misma.
1. Objetivo.

El objetivo de ésta técnica analítica en la cuantificación del -
Calcio y Magnesio asimilables por la planta (caña de azúcar).

2. Aplicación.

Este método es aplicable en general a toda clase de suelo agrícola al que se desee determinar el calcio y magnesio asimila-bles que contienen.

3 Aparatos y Equipo.

Espectrofotómetro de Absorción Atómica

Lámparas específicas de Calcio y Magnesio

Balanza granataria sensibilidad 0.1 g

Balanza analítica sensibilidad 0.0001 g

Agitadores Mecánicos

Material de uso común en el Laboratorio

4 Reactivos.

Solución tipo de Calcio (1000 p p m).

Disolver 4.395 g de acetato de calcio $\text{Ca}(\text{C}_2\text{H}_3\text{O}_2)_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ en un litro de solución extractora. Preservar esta solución agregando 1 ml de cloroformo.

Solución tipo de magnesio (1000 p p m).

Disolver 8.820 g de acetato de magnesio $\text{Mg}(\text{C}_2\text{H}_3\text{O}_2)_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$ en un litro de solución extractora.

5 Procedimiento.

Tomar una alícuota de 1 ml de extracto con una pipeta volumétrica, llevarlo a 100 ml con agua destilada y agitar vigorosamente.

El testigo y el cero correrlos en forma simultánea.

Leer a 423.4 milimicras y 285.6 milimicras para calcio y magnesio respectivamente.

Leer entre densidades de 0.00 a 1.0 comparando con una curva tipo

de 0 a 10 ppm y de 0 a 1.0 ppm por calcio y magnesio respectivamente.

6 Cálculos.

$$\text{ppm Ca o Mg} = L \times f_c \times f_{d1} \times f_{d2}$$

Donde:

ppm Ca = partes por millón de calcio reales

ppm Mg = partes por millón de magnesio reales

L = Lectura en el aparato de A. A.

f_c = Factor de la curva tipo

f_{d1} = Factor de dilución.

10 g suelo en 50 ml solución extractora

$$f_{d1} = 5$$

f_{d2} = Factor de dilución

1 ml extracto 100 ml H₂O

$$f_{d2} = 100$$

o bien:

$$\text{ppm Ca o Mg} \times 2.25 = \text{Kg Ca o Mg/Ha suelo}$$

Explicación:

Para determinar el peso de la capa arable por hectárea, cuando la profundidad efectiva es de 18 cm. y la densidad aparente media del suelo, de 1.25 g/cm³, se hacen los siguientes cálculos:

$$1 \text{ Ha} = 10,000 \text{ m}^2$$

$$\text{Profundidad del suelo} = 0.18 \text{ m}$$

$$10,000 \times 0.18 = 1,800 \text{ m}^3$$

como, $dap = 1.25 \text{ g/cm}^3 = 1.25 \text{ ton/m}^3$

Resulta :

$$1,800 \times 1.25 = 2.250 \text{ Ton/Ha}$$

$$= 2.25 \times 10 \text{ Kg de suelo en la capa arable/Ha.}$$

Por lo tanto :

$$\text{ppm} \times 2.25 = \text{Kg/Ha.}$$

7. Resultados.

$$\text{ppm Ca} \times 0.7147 = \text{ppm Ca O}$$

$$\text{ppm Mg} \times 0.6032 = \text{ppm Mg O}$$

Los resultados se aportan generalmente en partes por millón de óxidos de Calcio y Magnesio. Es recomendable por el hecho de tenerlos como base para el uso de la fertilización del suelo.

Niveles de Calidad para Calcio y Magnesio en Suelos Cañeros.

Método de absorción atómica.

	MB	B	M	A
Ca	0- 0	0.0 - 420	420 - 1500	1500 - 2250
Mg	0-5.5	5.5 - 14.0	14.0 - 80.0	80.0 - 200.0

Donde :

MB = Muy bajo

B = Bajo

M = Medio

A = Alto

Según INIA (Instituto Nacional de Investigación Agropecuaria).

Magnesio.

A partir de la solución de 1000 ppm se prepara un tipo de 10 ppm - tomando 1 ml y llevándolo a 100 ml con solución extractora, de ahí se preparan los siguientes estándares :

Solución Tipo (ml)	Solución Extractora (ml)	Densidad Optica Promedio	Concentración (p p m)
2	98	0.115	0.2
4	96	0.220	0.4
6	94	0.340	0.6
8	92	0.450	0.8
10	90	0.560	1.0

$$f_c = \frac{\text{conc}}{\text{Abs}} = \frac{3.0}{1.685} = 1.7804$$

Preparación de las curvas tipos de Calcio y Magnesio por

A. A.

Calcio.

De la solución de 1000 ppm se preparan los siguientes estándares :

Solución Tipo (ml)	Solución Extractora (ml)	Densidad Optica Promedio	Concentración (p p m)
1	99	0.200	10
2	98	0.385	20
3	97	0.565	30
4	96	0.730	40
5	95	0.890	50

$$f_c = \frac{\text{conc}}{\text{abs}} = \frac{105}{2.03} = 51.7241$$

GRAFICA # 3

METODO ABSORCION ATOMICA

Calcio Asimilable en Suelos Cañeros

Lectura en Absorción Atómica Bausch & Lomb AC 2 - 20 a 423.4 milimicras

CONCENTRACION (ppm)	ABSORBANCIA
5	0.105
10	0.195
15	0.295
20	0.385
25	0.480
30	0.570

$$f_c = \frac{\Sigma \text{conc}}{\Sigma \text{Abs.}} = \frac{105}{2.03} = 51.72$$

Condiciones del Aparato.

Ranura	0.5 milimicras
Corriente Lámpara	10 mili-amperes
Quemador	10 cm aire acetileno
Altura Quemador	1.3 cm
Combustible	Acetileno
Presión Tanque	5 psig
Presión Entrada	3.8 schf
Comburente	Aire
Presión Tanque	18 psig
Presión entrada	17-18 schf

Absorbancia.

GRAFICA No. 3

0.6

0.5

0.4

0.3

0.2

0.1

5

10

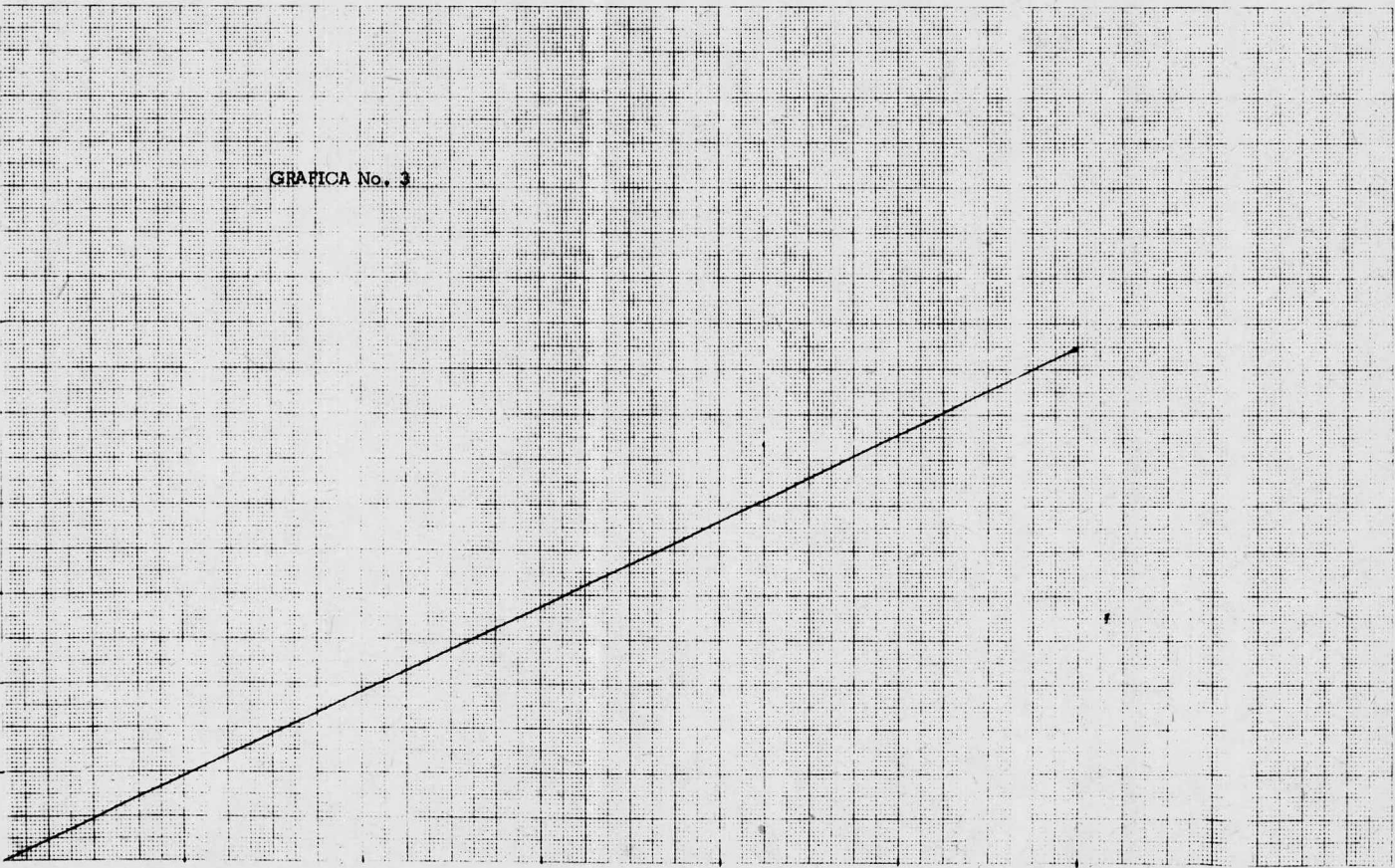
15

20

25

30

ppm Ca



MADE IN GERMANY

SAFETY 20134-100-8

GRAFICA # 4

METODO ABSORCION ATOMICA

Magnesio Asimilable en Suelos Cañeros

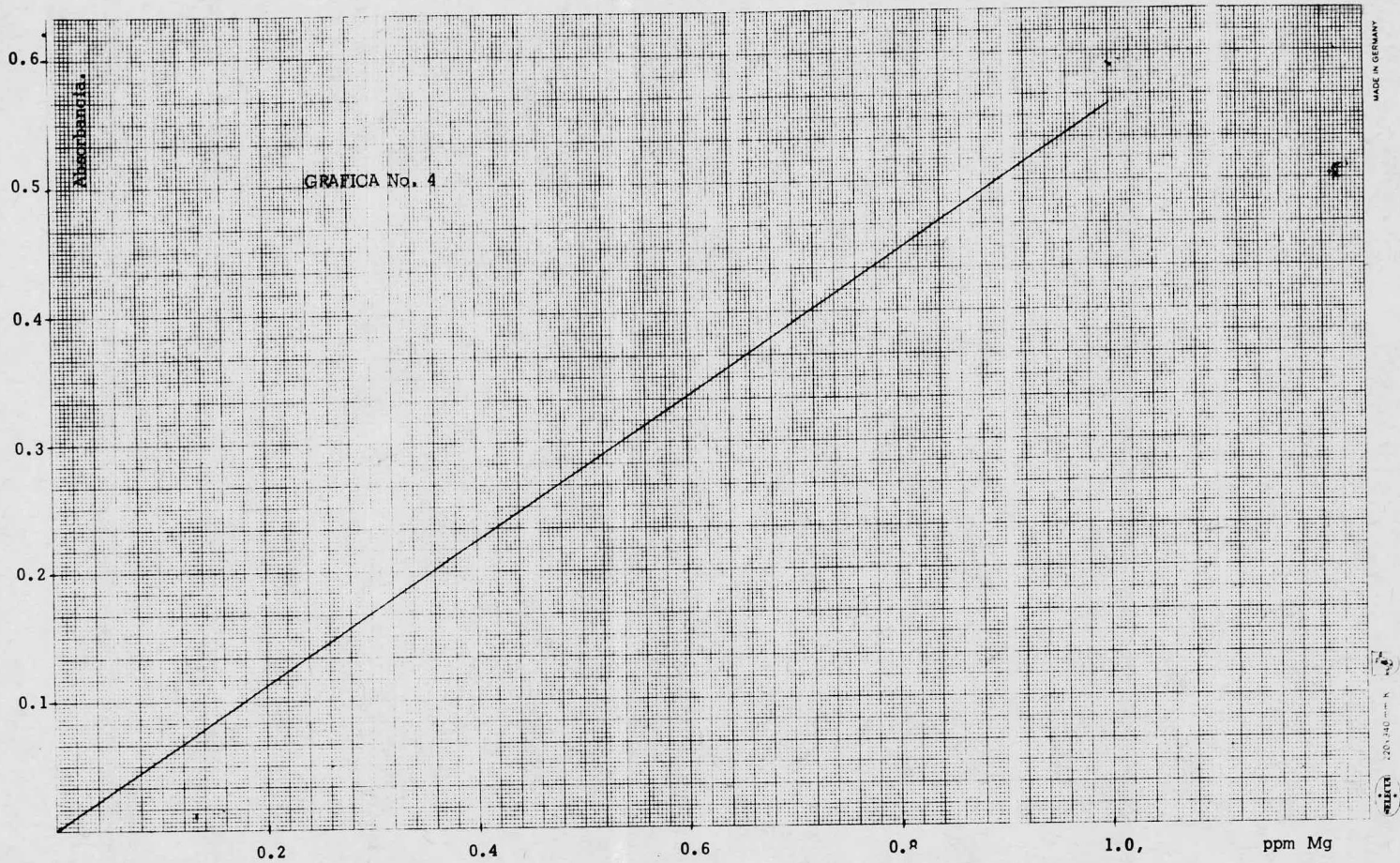
Lefda en Absorción Atómica Bauch & Lomb AC 2 - 20 a 285.6 milimicras.

CONCENTRACION (ppm)	ABSORBANCIA
0.2	0.115
0.4	0.220
0.6	0.340
0.8	0.450
1.0	0.560

$$f_c = \frac{\sum \text{conc.}}{\sum \text{Abs.}} = \frac{3.0}{1.685} = 1.78$$

Condiciones del Aparato :

Ranura	0.5 milimicras
Corriente Lámpara	4 miliamperes
Quemador	10 cm aire-acetileno
Altura Quemador	0.7 cm
Combustible	Acetileno
Presión tanque	6 psig
Presión entrada	2.8 scfh
Combustible	Aire
Presión tanque	18 psig
Presión entrada	17-18 scfh



Absorbancia.

GRAFICA No. 4

ppm Mg

MADE IN GERMANY

SELECT 220-140 mm x N

CALCIO Y MAGNESIO POR A. A.

Nº. M	DILUCION	LECTURA ABS.	CONC. PPM. Ca y Mg	RELACION Ca/Mg
1	10g : 50 ml	0.150	775.800	1 : 10
	5 ml ext.:100 ml	0.400	71.200	
2	"	0.130	672.360	1 : 10
		0.380	67.640	
3	"	0.062	320.664	1 : 5
		0.370	65.860	
4	"	0.070	362.040	1 : 5
		0.360	64.080	
5	"	0.025	129.300	1 : 2
		0.370	65.860	
6	"	0.105	543.060	1 : 10
		0.335	59.630	
7	"	0.027	139.644	1 : 2
		0.400	71.200	
8	"	0.012	62.064	1 : 1
		0.335	59.630	
9	"	0.041	212.052	1 : 3
		0.390	69.420	
10	"	0.013	67.236	1 : 1
		0.375	66.750	
11	10g : 50 ml	0.018	232.740	1 : 4
	2 ml ext.:100 ml	0.140	62.300	
12	"	0.030	387.900	1 : 10
		0.090	40.050	
13	"	0.034	439.620	1 : 5
		0.195	86.775	

14	"	0.035 0.190	452.550 84.550	1 : 5
15	"	0.028 0.165	362.040 73.425	1 : 5
16	"	0.128 0.380	1655.040 169.100	1 : 10
17	"	0.100 0.275	1293.000 122.375	1 : 10
18	"	0.083 0.230	1073.190 102.350	1 : 10
19	"	0.078 0.235	1008.854 104.575	1 : 10
20	"	0.082 0.235	1060.260 104.575	1 : 10
21	"	0.087 0.470	1124.910 258.100	1 : 5
22	"	0.096 0.580	1241.280 258.100	1 : 5
23	"	0.050 0.285	646.500 126.825	1 : 5
24	"	0.090 0.470	1163.700 209.150	1 : 5
25	"	0.120 0.700	1551.600 311.500	1 : 5
26	"	0.040 0.250	517.200 111.25	1 : 5
27	"	0.045 0.260	581.850 111.700	1 : 5
28	10g : 50 ml 1 ml : 100 ml	0.064 0.380	1655.040 338.200	1 : 5
29	"	0.023 0.295	594.780 262.550	1 : 2
30	"	0.070 0.200	1810.200 178.000	1 : 10

31	"	0.077 0.230	1991.220 204.700	1 : 10
32	"	0.008 0.295	206.88 262.55	1 : 1
33	"	0.032 0.170	827.520 151.300	1 : 5
34	"	0.017 0.225	439.620 200.250	1 : 2
35	"	0.059 0.345	1525.740 307.050	1 : 5
36	"	0.032 0.455	827.520 409.950	1 : 2
37	"	0.067 0.390	1732.620 347.100	1 : 5
38	"	0.049 0.290	1267.140 258.100	1 : 5
39	"	0.040 0.250	1034.40 222.500	1 : 5
40	"	0.017 0.260	439.620 231.400	1 : 2
41	"	0.027 0.260	698.220 231.400	1 : 3
42	"	0.010 0.280	258.600 249.200	1 : 1
43	"	0.014 0.350	362.040 311.500	1 : 1
44	"	0.035 0.355	905.100 315.95	1 : 3
45	"	0.030 0.430	775.800 382.700	1 : 2
46	"	0.080 0.450	2068.800 400.500	1 : 5

47	"	0.090 0.530	2327.400 471.700	1 : 5
48	"	0.038 0.370	982.680 329.500	1 : 3
49	"	0.105 0.620	2715.300 551.800	1 : 5
50	"	0.012 0.034	310.32 30.26	1 : 10
51	10g : 50 ml 2 ml ext.:100 ml	0.008 0.024	103.44 10.68	1 : 10
52	10g : 50 ml 1 ml ext.:100 ml	0.009 0.069	232.740 61.410	1 : 4
53	"	0.011 0.060	258.600 53.400	1 : 5
54	10g : 50 ml 2 ml:ext.: 100 ml	0.012 0.032	155.160 14.240	1 : 10
55	10g : 50 ml 1 ml ext.: 100 ml	0.061 0.170	1551.600 151.300	1 : 10
56	"	0.060 0.170	1551.600 151.300	1 : 10
57	"	0.039 0.120	1008.540 106.800	1 : 10
58	"	0.054 0.150	1396.440 133.500	1 : 10
59	"	0.041 0.130	1060.260 115.700	1 : 10
60	"	0.046 0.140	1189.560 124.600	1 : 10
61	"	0.042 0.126	1086.120 112.140	1 : 10
62	"	0.041 0.119	1060.260 105.910	1 : 10

63	"	0.040 0.125	1034.400 111.250	1 : 10
64	"	0.048 0.134	1241.280 119.260	1 : 10
65	"	0.039 0.125	1008.540 111.250	1 : 10
66	"	0.060 0.175	1551.600 155.750	1 : 10
67	"	0.039 0.120	1008.540 106.800	1 : 10
68	"	0.030 0.160	775.800 142.400	1 : 5
69	"	0.042 0.117	1086.120 104.130	1 : 10
70	"	0.039 0.122	1008.540 108.580	1 : 10
71	"	0.040 0.120	1034.400 106.800	1 : 10
72	"	0.050 0.138	1293.000 122.820	1 : 10
73	"	0.033 0.100	853.380 89.000	1 : 10
74	"	0.033 0.100	853.380 89.000	1 : 10
75	"	0.034 0.095	879.240 84.550	1 : 10
76	"	0.025 0.150	646.500 133.500	1 : 5
77	"	0.035 0.100	905.100 89.000	1 : 10
78	10 : 50 1 : 1 1 : 6	0.030 0.275 0.052	775.800 244.750 1344.720	1 : 3

79	"	0.300	267.000	1 : 5
80	"	0.043 0.570	1111.980 507.300	1 : 2
81	"	0.033 0455	853.380 404.950	1 : 2
82	"	0.063 0.360	1629.180 320.400	1 : 5
83	"	0.017 0.160	439.620 142.400	1 : 3
84	"	0.038 0.545	982.680 485.050	1 : 2
85	"	0.051 0.510	1318.860 453.900	1 : 3
86	"	0.033 0.465	853.380 413.850	1 : 2
87	"	0.025 0.345	646.500 307.050	1 : 2
88	"	0.044 0.770	1137.840 685.300	1 : 2
89	"	0.031 0.485	801.660 431.650	1 : 2
90	"	0.038 0.540	982.680 480.600	1 : 2
91	"	0.028 0.400	724.080 356.000	1 : 2
92	"	0.035 0.500	905.100 445.000	1 : 2
93	"	0.051 0.300	1318.860 267.000	1 : 5
94	"	0.045 0.670	1163.700 596.300	1 : 2

95	"	0.065 0.950	1680.900 845.500	1 : 2
96	"	0.050 0.300	1293.000 249.200	1 : 5
97	"	0.165 0.900	1680.900 801.000	1 : 2
98	"	0.047 0.480	1215.420 427.200	1 : 3
99	"	0.045 0.260	1163.700 231.400	1 : 5
100	"	0.039 0.230	1008.540 204.700	1 : 5
101	"	0.033 0.195	853.380 173.550	1 : 5
102	"	0.024 0.147	620.640 130.830	1 : 5
103	"	0.080 0.450	2068.800 400.500	1 : 5

CAPITULO VIII

ESTUDIO ECONOMICO (Reactivos Comunes).

1.	SOLUCION EXTRACTORA. Para Peech y A. A.		
	500 g Acetato de Sodio	\$	117.00
	1 Lt Acido Acético	\$	136.00
	20 Lt agua destilada	\$	12.00
	1 Lt Solución Extractora	\$	28.06
2.	SOLUCION TIPO DE CALCIO. Para Peech y A. A.		
	100 g Acetato de Calcio	\$	106.00
	1 lt Cloroformo	\$	177.00
	1 lt Solución extractora	\$	28.06
	1 lt Solución tipo de Calcio	\$	29.16
3.	SOLUCION TIPO DE MAGNESIO. Para Peech y A. A.		
	500 g Acetato de Magnesio	\$	234.00
	1 lt Solución Extractora	\$	28.06
	1 lt Solución Tipo de Magnesio	\$	28.16
4.	CARBON ACTIVADO. Para Peech y A. A.		
	100 g Carbón Activado	\$	39.00
	Se emplean 0.500 g de Carbón por muestra		
	\$ 19.00 / 100 muestras	(a)	
5.	EXTRACTO PARA PEECH Y A. A.		
	1 lt Solución Extractora	\$	28.06
	50 ml/ Muestra para 100 muestras	\$	140.30
	\$ 159.30 / 100 Muestra	(b)	
	REACTIVOS PARA CALCIO POR COLORIMETRIA.		
1.	SOLUCION DE JABON.		
	450 g Acido Esteárico	\$	181.00
	1 lt Acido Oléico		212.00

1 lt Alcohol Etflico 95% \$ 128.00
 1 Kg Carbonato Amonio \$ 133.00
 20 lt Agua destilada \$ 12.00
 1 lt Amoniaco \$ 133.00
 \$ 32.99/100 Muestra (c)

2. SOLUCION DE CITRATO AMONIACAL.

500 g Citrato de Sodio \$ 122.00
 1 lt Amoniaco \$ 133.00
 20 lt Agua destilada \$ 12.00
 \$ 11.28/100 Muestra (d)

3. ESTANDARES DE CALCIO PARA COLORIMETRIA.

1 lt Solución Tipo de Calcio \$ 29.16
 Se emplean 5.5 ml para 11 estándares.
 \$ 2.29/100 Muestra (c)

4. SOLUCION EXTRACTORA PARA ESTANDARES.

1 lt Solución Extractora \$ 28.06
 Se emplean 5.5 ml para 11 estándares.
 \$ 2.20/100 Muestra (f)

5. COSTO TOTAL PARA ANALIZAR 100 MUESTRAS DE SUELO,
 DETERMINANDO SU CONTENIDO DE CALCIO ASIMILABLE
 POR EL METODO PEECH, SUMANDO a, b, c, d, e y f.
 \$ 208.06/100 Muestras

REACTIVOS PARA CALCIO POR A.A.

1. AGUA.

1 lt Solución tipo de Calcio \$ 28.16
 1 lt Solución extractora \$ 28.06
 20 lt Agua destilada \$ 12.00
 Se emplean 10 lt de agua para 100 muestras.

\$ 6.00/100 Muestra (g)
 y el costo de estandar es despreciable.

2. COSTO TOTAL PARA ANALIZAR CALCIO ASIMILABLE POR ABSORCION ATOMICA EN 100 MUESTRAS DE SUELO -- CAÑERO. Sumando a, b, g.

\$ 165.30/100 Muestras.

CONCLUSIONES.

Sin tomar en cuenta a y b, que son reactivos en común, la diferencia en pesos en cuanto a costo de reactivo por un método y otro, es de:

$$\$ 48.76 - \$ 6.00 = \$ 42.76$$

y la diferencia porcentual de un método al otro respecto a reactivos, es de: 20.55 %.

REACTIVOS PARA MAGNESIO POR COLORIMETRIA.

1. **Amarillo de Tiazol**
 25 g amarillo titán \$ 76.50
 20 lt Agua destilada \$ 12.00

\$ 0.54/100 Muestra (h)

2. **SOLUCION DE CLORHIDRATO DE HIDROXILAMINA.**

100 g de Clorhidrato de Hidroxilamina ... \$ 174.00
 20 lt Agua destilada \$ 12.00

\$ 8.76/100 Muestra(f)

3. **SOLUCION DE HIDROXIDO DE SODIO.**

500 g de Hidróxido de Sodio \$ 78.00
 20 lt Agua destilada \$ 12.08

\$ 3.24/100 Muestra(j)

4. **SOLUCION DE ALMIDON.**

100 g Almidón Q.P. \$ 102.00
 20 lt Agua destilada \$ 12.00

5. SOLUCION COMPENSADORA.

100 g Acetato de Calcio.....	\$ 106.00
500 g Sulfato de Aluminio	\$ 304.00
1 lt Acido Clorhídrico	\$ 70.00
20 lt Agua Destilada	\$ 12.00

6. SOLUCION COMPENSADORA-SOLUCION ALMIDON.

100 ml Solución Almidón	\$ 2.10
1000 ml Solución Compensadora	\$ 6.17

\$ 1.50 /100 muestra (k)

7. COSTO TOTAL PARA ANALIZAR MAGNESIO ASIMILABLE POR EL METODO Peech en 100 Muestras de suelo cañero, su--
mando a,b,h,i,j,k.

\$ 190.20/100 muestras.

REACTIVOS PARA MAGNESIO POR A.A.

1.

1 lt solución Tipo de Magnesio	\$ 28.16
1 lt solución extractora	\$ 28.06
20 lt Agua destilada	\$ 12.00

Se emplean 10 lt de agua por 100 muestras.

\$ 6.00/100 Muestra (1)

y se desperdicia la cantidad para estándares.

2.

COSTO TOTAL PARA DETERMINAR MAGNESIO.

Asimilable en 100 muestras de suelos cañeros por el Método Propuesto de Absorción Atómica sumando a,b,c.

\$ 165.30/100 Muestras.

CONCLUSIONES.

La diferencia en cuanto a costo de reactivos excluyendo a y b que son comunes , es de:

$$\$ 30.90 - \$ 6.00 = \$ 24.90$$

La diferencia porcentual respecto a reactivos es de :

13.10 %

NOTA : Precios al mes de enero de 1977.

TIEMPOS Y MOVIMIENTOS

Para Peech
en lotes de 20 muestras

Peso de las muestras 20 min

Adición de carbón y solución extractora 10 min

Agitación 30 min

Filtración 10 min

Alícuota y adición de reactivos 25 min/Ca 10 min/ Mg

Tiempo de lectura 20 min

TIEMPO TOTAL 115 min/Ca
100 min/Mg

Tiempo de operación del aparato

Calentamiento 15 min

Lectura 20 min

TIEMPO TOTAL 35 min

Para A. A.
en lote de 20 muestras

Peso de las muestras 20 min

Adición de Carbón y solución

Extractora 10 min

Agitación 30 min

Filtración	10 min
Alfucota y aforo	20 min
Tiempo de lectura	5 min
TIEMPO TOTAL	95 min
Tiempo de Operación del Aparato.	
Calentamiento aparato y lámpara	5 min
Lectura	5 min
TIEMPO TOTAL	10 min

CONCLUSIONES

Mientras que por el Método Colorimétrico se analizan unicamente lotes de 20 muestras cada vez; por el método de absorción atómica se analizan un promedio de 250 muestras por hora, una vez preparados los extractos.

COSTO DE ENERGIA

Para el Espectrofotómetro Spectronic 20 Bausch & Lomb.

Voltaje	115 Volts
Amperaje	0.8 amperes
Potencia Eléctrica	92 Watts
Tiempo de operación del aparato para 100 muestras	175 min
Consumo total de energía para 100 muestras	0.2683 Kw-Hr
1 Kw - Hr	\$ 0.80
Costo total de energía para 100 muestras listas para leerse	\$ 0.2146

Para el Espectrofotómetro de Absorción Atómica AC 2 - 20 Bausch & Lomb.

Fuente de energía 115 volts y 1.5 amperes Potencia Eléctrica	172.5 watts
Lámpara Cátodo hueco .115 volts y 0.125 amperes Potencia Eléctrica	14.375 watts
Espectrofotómetro .115 volts y 3 amperes Potencia eléctrica	345 watts
Tiempo de operación del aparato para 100 muestras	30 min
Consumo total de energía para 100 muestras	0.2659 Kw- Hr
1 Kw - H r	\$ 0.80
Costo total de energía por 100 muestras ya preparadas	\$ 0.2127

COMBUSTIBLE-COMBURENTE

Para A. A.

Tanque de acetileno de 5.0 Kg	\$ 252.50
Tanque de aire de 6 m ³	" 120.00
Tiempo efectivo promedio del tanque de acetileno	640 horas
Tiempo efectivo promedio del tanque de aire	50 horas
Número de muestras promedio analizadas por hora	250
Costo total de combustible comburente para 100 muestras de suelo	\$ 1.10

NOTA : Precios a enero de 1977.

CONCLUSIONES.

Los resultados obtenidos de costo total de consumo de energía estan en función directa especialmente del número de muestras analizadas en un tiempo por uno y otro métodos, así como de la amortización del equipo y de su rentabilidad promedio. Generalmente estos equipos se amortizan a 5 y 10 años; dependiendo de su caducidad, comerciabilidad y misma rentabilidad.

CONCLUSIONES .

1. En el capítulo VIII correspondiente al Estudio Económico, en lo que respecta a costo de reactivos podemos concluir que la diferencia de número de reactivos de un método a otro es significativa lo que trae como consecuencia un mayor tiempo de preparación y un alto costo para el método colorimétrico.
2. En el mismo capítulo para el subtítulo TIEMPOS Y MOVIMIENTOS consecuente de la primera conclusión observamos una diferencia muy grande; mientras que por métodos colorimétricos se analizan lotes de 20 muestras cada vez, por el método de absorción atómica se analizan una serie que puede llegar a ser subsecuente tomando en consideración que los extractos una vez preparados no se descomponen ni alteran cuidando únicamente de que no - haya evaporación.
3. Respecto al costo de energía de un método colorimétrico a uno de absorción atómica, las cantidades gastadas son equivalentes sin tomar en cuenta el costo extra de combustible por el segundo método que va en función directa del número de muestras analizadas en tan poco tiempo.
4. Como objetivo directo de esta tesis la selección de tipo económico en cuanto a tiempo, dinero y trabajo; tomando en cuenta

las consecuencias positivas de escoger el método de absorción atómica como un método actualizado, debido a que el trabajo se minimiza considerablemente, y a su vez, acelera el trabajo a realizar podemos concluir categóricamente que el método de absorción atómica mejora al método colorimétrico en los siguientes puntos:

- a) Número de muestras analizadas.
- b) Sensibilidad. Esto lo podemos ver físicamente en las gráficas obtenidas por ambos métodos; mientras que para los métodos colorimétricos se emplea un rango de densidad óptica hasta de 1.00 de absorbancia, por el método de absorción atómica se ocupa solamente un 50 % de la escala del galvanómetro obteniendo así una mejor reproducción de la recta tipo, también lo podemos ver claramente en los ejemplos expuestos en lista de las muestras analizadas por ambos métodos.
- c) La confiabilidad de resultados obtenidos por el método de absorción atómica se tiene precisamente de la reproducibilidad de datos obtenidos en tiempos varios; mientras que por el método colorimétrico ese tiempo no debe exceder a 20 minutos, intervalo en que se deberá leer las muestras.



B I B L I O G R A F I A

1. ANALISIS QUIMICOS DE SUELOS.
M.L. Jackson.
Ediciones Omega, S.A.
Barcelona, España.
Segunda Edición.
2. METODOS DE ANALISIS PARA SUELOS,
PLANTAS Y AGUAS.
Homer D. Chapman.
Parker F. Pratt.
Editorial Trillas, S.A.
México, 1973.
3. METODOS I C U M S A DE ANALISIS DE
AZUCAR.
H.C.S. de WHALLEY.
C.E.C.S.A.
Primera Edición, 1971.
4. BOLETIN TECNICO No. 4 julio 1960.
ANALISIS DE SUELOS Y RECOMENDACIONES
DE FERTILIZANTES PARA LA CAÑA DE AZUCAR.
B. Ortiz Villanueva.
Alfonso González Gallardo.
I M P A.
México, D.F.
5. BOLETIN No. 20 GUANOS Y FERTILIZANTES
DE MEXICO, S.A.
Julio-agosto-septiembre 1959.
6. FISICA DE SUELOS. PRINCIPIO Y APLICACION.
Sampat A. Gevande.
Editorial Limusa- Wiley, S.A.
México, 1973.
7. INVESTIGACION DE SUELOS.
Métodos de Laboratorio y Procedimientos
para recoger muestras.
Editorial Trillas, S.A.
México, 1973.

8. A TEXT BOOK OF SOIL CHEMICAL ANALYSIS.
Hesu P.R.
John Murray 1971.
9. METODOS APROBADOS EN CONSERVACION
DE SUELOS.
Albert B. Foster.
Editorial Trillas, S.A.
México, 1976.
10. DIAGNOSTICO Y REHABILITACION DE SUELOS
SALINOS Y SODICOS.
Personal del Laboratorio de Salinidad de los
E. U. A.
Editorial Limusa.
México, 1973.
11. MICRONUTRIENTS IN AGRICULTURE
Richard C. Dinaver.
Soil Science Society of America, Inc.
Madison, Wisconsin USA.
1972.
12. NUTRICION Y ABONADO DE LOS CULTIVOS
TROPICALES Y SUBTROPICALES. Fertilización.
A. Jacob.
H. Von Vexkull.
EUPAM.
4a. Edición.
México, 1973.
13. ANALISIS QUIMICO CUANTITATIVOS.
Fernando Orozco D.
Editorial Porrúa, S.A.
Séptima Edición.
México, 1973.
14. SOIL AND PLANT ANALYSIS.
Piper, C.S.
Adelaida, Australia del Sur.
1942.

15. THE SPECTROGRAPHIC ANALYSIS OF SOIL,
PLANTS AND RELATED MATERIALS.
Mitchell, R.L.
Commonwealth Bur. Soils. Sci.
Tech. Commun. No. 44.
1948.
16. METHODS OF CHEMICAL ANALYSIS FOR SOIL
SURVEY SAMPLES.
Metson, A.J.
Wellington, Nueva Zelandia.
1956.
17. INSTRUMENTAL ANALYSIS.
Harley, J.H. y S. E. Wiberley.
John Wiley & Sons Inc.
New York , 1954.
18. COLORIMETRIC METHODS OF ANALYSIS SNELLS,
F.D. y CORNELIA T. SNELL DE. VAN NOSTRAND
Co., Inc.
New York 1936-1937.
19. SPECIAL ISSUE OF SOILS SCIENCE.
Soil Sci. 1945.
20. ATOMIC ABSORPTION SPECTROPHOTOMETRY.
Elwell W.T.
A.F. Gidley.
Bergamon Press.
21. SOIL SCI. 72.449-458.
(1950):
22. SOIL CHEMICAL ANALYSIS.
P. 289.
23. MANUAL DEL AZUCAR DE CAÑA.
Spencer -Meade.
Editorial Montaner y Simón, S.A.
Barcelona, España.