



UNIVERSIDAD AUTONOMA DE SAN LUIS POTOSI

ESCUELA DE CIENCIAS QUIMICAS

Estudio Comparativo por Absorción Atómica y
Emisión Espectroflamométrica para Sodio y
Potasio en Suelos Calizos

TRABAJO RECEPCIONAL

ROSALINDA TORRES SANCHEZ

SAN LUIS POTOSI, S. L. P.

1977

T
S 59
T 67
C. 1



TRABAJO

RECEPCIONAL



▼

Torres

Sánchez



1080076429

UNIVERSIDAD AUTONOMA DE SAN LUIS POTOSI

ESCUELA DE CIENCIAS QUIMICAS



Estudio Comparativo por Absorción Atómica y
Emisión Espectroflamométrica para Sodio y
Potasio en Suelos Calizos

TRABAJO RECEPCIONAL

QUE PARA OBTENER
EL TITULO DE :
QUIMICO
PRESENTA

ROSALINDA TORRES SANCHEZ

A LA MEMORIA DE MI MADRE
GERMANITA SANCHEZ DE TORRES
QUE CON SU ABNEGACION Y AMOR
AYUDO A MI FORMACION

A MI PADRE
JOSE DE JESUS TORRES LOPEZ
QUIEN CON SU DEDICACION Y CARINO
HIZO POSIBLE QUE ALCANZARA LA META

**A MIS HERMANOS:
GLORIA
MA. DEL ROSARIO
MA. ISABEL
MA. DEL REFUGIO
MA. ELVIRA
JUAN ANTONIO
MA. GUADALUPE
JOSE DE JESUS MARTIN**

POR MEDIO DE LAS SIGUIENTES LINEAS DESEO HACER
PATENTE MI GRATITUD A TODAS AQUELLAS PERSONAS
DE QUIENES RECIBI CONSEJOS O ALIENTO DURANTE
LA ELABORACION DEL PRESENTE TRABAJO.

AL BIOL. FERNANDO MEDELLIN LEAL
DIRECTOR DEL INSTITUTO DE INVESTIGACION DE ZO-
NAS DESERTICAS, POR LAS FACILIDADES QUE ME PRO-
PORCIONO PARA LA REALIZACION DE ESTE TRABAJO
EN EL LABORATORIO DE EDAFOLOGIA.

AL QUIM. IND. Y M. EN C. RAUL GRANDE LOPEZ
CON MI AGRADECIMIENTO POR SU EFICAZ ASESORA-
MIENTO EN EL PRESENTE TRABAJO.

A LA QUIM. IND. URBANA RAMIREZ OCHOA
MI RECONOCIMIENTO POR SU COOPERACION

AL ING. JESUS VILLARREAL
JEFE DEL LABORATORIO DE LA COMPAÑIA
VINICOLA DE AGUASCALIENTES.

AL H. JURADO

A LA ESCUELA DE CIENCIAS QUIMICAS

A LA UNIVERSIDAD AUTONOMA DE SAN LUIS POTOSI

A MIS AMIGOS

C O N T E N I D O

- I.- INTRODUCCION
 - A).- ANTECEDENTES Y OBJETIVOS DEL ESTUDIO
- II.- GENERALIDADES Y FUNDAMENTOS TEORICOS DE LOS METODOS EMPLEADOS
- III.- MATERIALES Y METODOS
 - A).- TÉCNICAS DE MUESTREO DE SUELOS
 - B).- NÚMERO DE MUESTRAS
 - C).- DETERMINACIONES DE LABORATORIO
 - A').- PH
 - B').- MATERIA ORGÁNICA
 - C').- SALES SOLUBLES
 - D').- % DE SATURACIÓN DE SUELO
- IV.- RESULTADOS
- V.- DISCUSION E INTERPRETACION DE RESULTADOS
- VI.- CONCLUSIONES
- VII.- RESUMEN
- VIII.- BIBLIOGRAFIA

1.- INTRODUCCION

EN LAS CONDICIONES ACTUALES EN QUE LAS TÉCNICAS ANALÍTICAS OCUPAN UN PAPEL PREPONDERANTE EN LAS DISTINTAS RAMAS DE LAS INDUSTRIAS EXTRACTIVAS, PROCESOS SINTÉTICOS Y ACTIVIDADES AGROPECUARIAS, ES POSIBLE UBICAR LOS SISTEMAS DE ANÁLISIS DESDE DOS PUNTOS DE VISTA PRINCIPALES Y ESTOS SISTEMAS SON:

LOS ANÁLISIS QUÍMICOS INDICAN LA CALIDAD Y CANTIDAD DE LOS CONSTITUYENTES QUE INTEGRAN LOS COMPUESTOS Y LOS RESULTADOS SE EXPRESAN EN CIFRAS MIENTRAS QUE LOS ANÁLISIS CRISTALOQUÍMICOS ORIENTAN ACERCA DE LAS DISTINTAS FORMAS CRISTALINAS EN QUE SE PRESENTAN LAS SUSTANCIAS EN LA NATURALEZA, Y LOS RESULTADOS SE EXPRESAN GENERALMENTE EN FORMA DE GRÁFICAS, PARÁMETROS E INCLUSIVE CON MICROFOTOGRAFÍAS O ELECTRÓN MICROFOTOGRAFÍAS.

DENTRO DE LOS DISTINTOS MÉTODOS DE ANÁLISIS QUÍMICOS QUE SE PUEDEN SEGUIR PARA ESTABLECER LA CALIDAD Y CANTIDAD DE UN MATERIAL HAY UN MÉTODO QUE EN UN TIEMPO RELATIVAMENTE CORTO HA EVOLUCIONADO HASTA ALCANZAR GRAN IMPORTANCIA EN EL ANÁLISIS INSTRUMENTAL ACTUALIZADO. ESTE MÉTODO ES EL DE ESPECTROFOTOMETRÍA DE ABSORCIÓN ATÓMICA. EL CUÁL REUNE CONDICIONES VENTAJOSAS EN RELACIÓN A LAS TÉCNICAS ANALÍTICAS TRADICIONALES DE GRAVIMETRÍA, VOLUMETRÍA, FOTOCOLORIMETRÍA, ETC.

EL MÉTODO REUNE CONDICIONES DE EXACTITUD Y PREPARACIÓN RELATIVAMENTE SIMPLE DE LA MUESTRA EN LA MAYORÍA DE LOS CA--

SOS, RÁPIDEZ EN LAS LECTURAS, LO QUE SE TRADUCE EN SIMPLIFICACIÓN DE LOS CÁLCULOS Y DISMINUCIÓN DE ALGUNAS FUENTES DE ERROR, COMO INTERFERENCIAS, ADICIÓN DE REACTIVOS COMPLEJOS, EXTRAPOLACIONES, ETC.

POR OTRA PARTE SE TIENE UN AHORRO DE TIEMPO SIGNIFICATIVO Y GRAN AMPLITUD EN EL NÚMERO DE ELEMENTOS POR CUANTEAR, ASÍ COMO UN AMPLIO RANGO DE MATERIALES DIVERSOS POR ANALIZAR.

EXISTE OTRO MÉTODO BASADO EN ANÁLISIS ESPECTRAL QUE ES EL MÉTODO DE EMISIÓN ESPECTROFLAMOMÉTRICO, EL CUAL PRESENTA VENTAJAS EN RELACIÓN A LOS MÉTODOS TRADICIONALES MENCIONADOS Y AUNQUE ESTE MÉTODO DE EMISIÓN TIENE MÁS TIEMPO DE HABERSE GENERALIZADO QUE EL DE ABSORCIÓN ATÓMICA, SE HA RESERVADO PARA EL ANÁLISIS DE METALES ALCALINOS PRIMORDIALMENTE.

EN EL PRESENTE TRABAJO BASADO EN ANÁLISIS ESPECTRAL SE ESTUDIAN LAS TÉCNICAS DE ESPECTROFOTOMETRÍA POR ABSORCIÓN ATÓMICA Y ESPECTROFLAMOMETRÍA POR EMISIÓN APLICADA AL CUANTEO DE Na Y K PRESENTES EN SUELOS AGRÍCOLAS DERIVADOS DE CALIZA, CON OBJETO DE OBTENER INFORMACIÓN ACERCA DE LAS CONCENTRACIONES DE ESTOS ELEMENTOS EN ESTE TIPO DE SUELOS; DEBIDO A QUE SON RESPONSABLES EN GRAN PARTE DEL GRADO DE SALINIDAD QUE PUDIERAN PRESENTAR.

LA INFORMACIÓN OBTENIDA EN EL PRESENTE ESTUDIO CONTRIBUYE AL CONOCIMIENTO DE LOS SUELOS AGRÍCOLAS DE LOS MUNICIPIOS DE SOLEDAD DIEZ GUTIÉRREZ Y VILLA HIDALGO, S.L.P., LA CUAL ES ÚTIL PARA LLEVAR EL GRADO DE PRODUCTIVIDAD DE ESOS SUELOS Y DEFINIR SU UTILIZACIÓN MÁS CONVENIENTE.

II.- GENERALIDADES Y FUNDAMENTOS TEORICOS DE LOS METODOS POR ABSORCION ATOMICA Y EMISION ESPECTROFLAMOMETRICA EMPLEADOS.

A).- CONCEPTOS TEORICOS.

EL ORIGEN DE LOS MÉTODOS POR ABSORCIÓN ATÓMICA DATA DEL SIGLO XIX EN QUE WOLLASTON (BALDERAS 1973) IDENTIFICÓ UNAS LINEAS OSCURAS EN EL ESPECTRO DEL SOL DE TAL MANERA QUE DEBIDO A ESTAS NO SE PRESENTABA EN FORMA CONTINUA.

POSTERIORMENTE FRAUNHOFER IDEO UN EQUIPO PARA ESTUDIAR EL ESPECTRO DEL SOL Y REGISTRÓ LA POSICIÓN DE 500 LINEAS DE ABSORCIÓN EN EL ESPECTRO SOLAR.

KIRCHHOFF Y BUNSEN (CITADOS POR BALDERAS OP. CIT.) ESTABLECIERON LOS FUNDAMENTOS DEL ANÁLISIS ESPECTRAL EXPLICANDO LAS LINEAS DE ABSORCIÓN Y UBICANDO SU UTILIDAD EN LOS ANÁLISIS TANTO DE EMISIÓN COMO DE ABSORCIÓN.

EN 1898 TYNDALL PUBLICÓ LAS OBSERVACIONES DE ÅNGSTRÖM, STOKES, FOUCAULT Y THOMSON LOS CUALES HABÍAN INVESTIGADO LAS LINEAS DE FRAUNHOFER Y ESTABLECIERON LA EXPLICACIÓN ENTRE LA RELACIÓN ABSORCIÓN-EMISIÓN.

PERO A KIRCHHOFF SE DEBEN LAS RELACIONES FUNDAMENTALES EN LA TEORÍA DEL ESPECTRO ATÓMICO.

DESPUÉS DE LOS TRABAJOS DE ESTE INVESTIGADOR EL ANÁLISIS POR ABSORCIÓN ATÓMICA FUÉ USADO PRIMERO POR LOS ASTRÓNOMOS PARA DETECTAR ELEMENTOS METÁLICOS PRESENTES EN LA

ATMÓSFERA DE LAS ESTRELLAS. POSTERIORMENTE EL FÍSICO ALLAN - WALSH (KHAN L.H. 1968) APORTÓ UNA APLICACIÓN MÁS COMPLETA DE LA ESPECTROSCOPIA DE ABSORCIÓN ATÓMICA A LOS ANÁLISIS QUÍMICOS Y AL DESARROLLO DE TÉCNICAS INSTRUMENTALES PARA OBTENER MEJORES RESULTADOS.

ALKEMADE Y MILATZ DISEÑARON UNO DE LOS PRIMEROS - EQUIPOS DE ABSORCIÓN ATÓMICA EN EL CUÁL USARON UNA FLAMA COMO FUENTE PRIMARIA Y UNA SEGUNDA FLAMA COMO CELDA DE ABSORCIÓN.

PUEDE DECIRSE QUE LA TÉCNICA POR ABSORCIÓN ATÓMICA APLICADA AL ANÁLISIS DE RUTINA, ES UNA TÉCNICA RELATIVAMENTE NUEVA YA QUE SE DISPUSO EN EL MERCADO DE EQUIPO A COSTO ACCESIBLE A PARTIR DE 1950. EL CUANTEO DE ELEMENTOS METÁLICOS - POR ESTE MÉTODO SE HA INCREMENTADO CONSIDERABLEMENTE DESDE 1963 (KHAN L.H. 1968); YA QUE SE HA INTRODUCIDO EN EL MERCADO EQUIPO MÁS PERFECCIONADO AL GRADO TAL, QUE A PRINCIPIOS - DE 1967 SE ESTIMÓ QUE EXISTÍAN 3000 APARATOS EN AMÉRICA DEL NORTE ÚNICAMENTE.

EL PRINCIPIO BÁSICO DE ABSORCIÓN ATÓMICA PUEDE DESCRIBIRSE COMO LA INVERSA DE LOS MÉTODOS DE EMISIÓN PARA LA DETERMINACIÓN DE ELEMENTOS METÁLICOS.

EN TODAS LAS TÉCNICAS DE EMISIÓN (FLAMA, ARCO Y CHISPA, FLUORESCENCIA, RAYOS X Y ACTIVACIÓN DE NEUTRONES), LA MUESTRA ES EXCITADA DE MODO QUE EMITA LA RADIACIÓN CARACTERÍSTICA DEL ELEMENTO POR DETERMINARSE.

EN EL ANÁLISIS POR ESPECTROFOTOMETRÍA POR ABSORCIÓN ATÓMICA EL ELEMENTO POR DETERMINAR ES ATOMIZADO PARA PERMITIR LA ABSORCIÓN DE ENERGÍA LUMINOSA PROCEDENTE DE UNA FUENTE Y LA MEDICIÓN DE LA CANTIDAD DE ENERGÍA ABSORBIDA.

COMO SE INDICÓ, PARA UN ANÁLISIS POR ABSORCIÓN ATÓMICA LA MUESTRA DEBE CONVERTIRSE EN VAPOR ATÓMICO CON OBJETO DE QUE CADA UNO DE LOS CONSTITUYENTES EN LA FASE GASEOSA, PUEDA ABSORBER RADIACIÓN DE UN LIMITADO NÚMERO DE LONGITUDES DE ONDA SOBRE UNA REGIÓN DEL ESPECTRO.

UNA GRAN MAYORÍA DE LOS ÁTOMOS DE LOS ELEMENTOS QUÍMICOS PERMANECEN EN ESTADO NEUTRO HASTA TEMPERATURA DE 4000° K. LOS ÁTOMOS EN ESTADO NEUTRO, NO IONIZADOS O NO EXCITADOS PUEDEN ABSORBER RADIACIONES DE ENERGÍA CORRESPONDIENTES A LAS LONGITUDES DE ONDA DE LA BANDA Y ESTAS SON PROPORCIONALES A LOS ESTADOS DE EXCITACIÓN DE LOS ÁTOMOS.

LOS CAMBIOS DE TEMPERATURA TIENEN UN EFECTO EXPONENCIAL SOBRE LOS ÁTOMOS EXCITADOS QUE PUEDEN EMITIR LUZ AL VOLVER A SU ESTADO ORIGINAL (EMISIÓN); MIENTRAS QUE ESTOS MISMOS CAMBIOS TIENEN POCO EFECTO SOBRE LOS ÁTOMOS QUE PUEDEN ABSORBER ENERGÍA (ABSORCIÓN ATÓMICA). DE ACUERDO CON LO ANTERIOR, LOS MÉTODOS DE EMISIÓN SON SUSCEPTIBLES A LOS CAMBIOS DE TEMPERATURA MIENTRAS QUE LOS DE ABSORCIÓN SON RELATIVAMENTE INSENSIBLES A DICHSO CAMBIOS. ÉSTA SITUACIÓN EN LOS CAMBIOS DEL MEDIO QUE PRODUCE EL VAPOR ATÓMICO ES UNA VENTAJA EN EL USO DE ABSORCIÓN ATÓMICA COMO MÉTODO DE ANÁLISIS.

B).- INSTRUMENTACION Y PARTES DEL EQUIPO.

PARA REALIZAR ANÁLISIS POR ABSORCIÓN ATÓMICA ES -
PRECISO DISPONER DE 3 ELEMENTOS ESENCIALES QUE FORMAN LA INS-
TRUMENTACIÓN Y EQUIPO Y SON:

- 1º UNA FUENTE DE EMISIÓN (LUMINOSA)
- 2º UN SISTEMA DE ABSORCIÓN
- 3º UN SISTEMA DE SELECCIÓN

1º FUENTE DE EMISIÓN.

LA FUENTE LUMINOSA O SISTEMA DE EMISIÓN ES LA ENCARGADA
DE PRODUCIR UN ESPECTRO IGUAL AL DEL ELEMENTO QUE SE PRETEN-
DE ANALIZAR.

LA FUENTE RADIARÁ LAS RAYAS ESPECTRALES CARACTERÍSTICAS
DEL ELEMENTO ANALÍTICO CON SUFICIENTE INTENSIDAD PARA AYUDAR
A QUE LAS LINEAS SEAN MEDIDAS CON FACILIDAD EN UN MONOCROMA-
DOR DE DISPERSIÓN RELATIVAMENTE BAJO. LOS REQUERIMIENTOS ADI-
CIONALES DE LA FUENTE SON LOS SIGUIENTES:

- A).- LAS LINEAS ESPECTRALES EMITIDAS DEBERÁN TENER UNA POSI-
CIÓN DEFINIDA EN EL ESPECTRO LIBRE DE TODA ABSORCIÓN -
PROPIA.
- B).- EL ESPECTRO DEBE SER PURO SIN LINEAS DE INTERFERENCIA -
DE OTROS ELEMENTOS, DENTRO DEL PASO DE LA BANDA DEL ES-

PECTRÓMETRO.

c).- LA EMISIÓN DE LA LUZ DEBE SER CONSTANTE.

d).- EL TIEMPO DE VIDA DE LA LÁMPARA DEBE SER GRANDE Y EL -
COSTO BAJO.

LA FUENTE UTILIZADA CON MÁS ÉXITO PARA LA ABSORCIÓN ATÓMICA HA SIDO UNA LÁMPARA SELLADA DE CÁTODO HUECO. ESTA CONSISTE EN UN TUBO DE VIDRIO SELLADO Y LLENO CON UN GAS INERTE A BAJA PRESIÓN.

LOS ELECTRODOS ESTÁN FORMADOS POR UN ÁNODO DE TUNGSTANO O NÍQUEL, Y UN CÁTODO CILÍNDRICO Y HUECO DEL ELEMENTO QUE SE DESEA ANALIZAR EN ELEVADO GRADO DE PUREZA.

OTRAS FUENTES QUE HAN SIDO UTILIZADAS CON ALGÚN ÉXITO - PARA PROPÓSITOS DE ABSORCIÓN ATÓMICA SON: TUBOS DE DESCARGA ELECTRÓNICA, LÁMPARAS DE DESCARGA DE VAPOR, FUENTES DE EMISIÓN, FLAMAS Y ARCOS DE CORRIENTE DIRECTA. CUANDO SE USAN - LÁMPARAS DE VAPOR COMO FUENTE ES IMPORTANTE QUE LA CORRIENTE A TRAVÉS DE LA LÁMPARA SEA REDUCIDA PARA INCREMENTAR LA SENSIBILIDAD.

ACTUALMENTE EXISTEN EN EL MERCADO DOS TIPOS DE LÁMPARAS DE CÁTODO HUECO LLAMADAS TAMBIÉN FOTOTUBOS, Y ESTOS PUEDEN - SER INDIVIDUALES QUE SIRVEN PARA CUANTEAR UN SOLO ELEMENTO Y LOS FOTOTUBOS MÚLTIPLES CON LOS CUÁLES SE PUEDE DETERMINAR - DOS O MÁS ELEMENTOS.

FOTOTUBOS INDIVIDUALES.

UNA LÁMPARA DE CÁTODO HUECO DE UN SOLO ELEMENTO ESTA -
COMPUESTA POR LOS SIGUIENTES COMPONENTES ACTIVOS Y SON: UN -
CÁTODO, HECHO DEL METAL DE INTERÉS, GENERALMENTE EN FORMA DE
CILINDRO CERRADO EN UN EXTREMO Y EN ALGUNOS CASOS PROTEGIDO
POR UN SELLO DE VIDRIO, Y UN ÁNODO QUE NO ES MÁS QUE UN ALAMU
BRE RECTO DE W Ó Ni, APLANADO EN UNO DE SUS EXTREMOS. LA CA-
RA FRONTAL DE LA LÁMPARA ESTÁ HECHA DE CUARZO O PYREX 7740 Ó
CUALQUIER OTRO MATERIAL DIFERENTE AL VIDRIO COMÚN, DEPENDIENU
DO DEL RANGO DE LA LONGITUD DE ONDA TRANSMITIDA. COMO GAS -
DE LLENADO SE USA Ne Ó Ar A POCOS MILÍMETROS DE PRESIÓN.

SU FUNCIONAMIENTO ES COMO SIGUE: CUANDO SE HACE PASAR -
UNA CORRIENTE A TRAVÉS DE LA LÁMPARA LOS ÁTOMOS METÁLICOS -
SON DIFUNDIDOS EN TODAS DIRECCIONES DESDE EL CÁTODO; LAS CO-
LISIONES CON LOS ÁTOMOS DEL GAS DE LLENADO CAUSAN QUE UNA -
PARTE DE LOS ÁTOMOS METÁLICOS LLEGUEN A SER EXCITADOS Y QUE
AL VOLVER A SU ESTADO NORMAL EMITAN SU RADIACIÓN CARACTERÍS-
TICA.

LA CORRIENTE ÓPTIMA DE LA LÁMPARA VARÍA SEGÚN EL ELEMENU
TO DE QUE SE TRATE, ASÍ COMO DE SU DISEÑO, SIENDO ESTA VARIAU
CIÓN ENTRE 5-50 MILIAMPERIOS Y DE 100-300 VOLTIOS.

FOTOTUBOS MULTIELEMENTOS.

COMO YA SE DIJO ANTERIORMENTE EXISTEN LÁMPARAS QUE EMI-

TEN EL ESPECTRO DE MÁS DE UN ELEMENTO (MULTIELEMENTOS) ES DECIR, TIENEN UN CÁTODO QUE ES UNA MEZCLA O ALEACIÓN DE 2 Ó MÁS ELEMENTOS. EL COSTO SE REDUCE EVIDENTEMENTE, PERO EL USO DE ESTAS LÁMPARAS TIENE LIMITACIONES.

SI DOS ELEMENTOS TIENEN LINEAS DE RESONANCIA QUE NO SON SEPARADAS POR EL MONOCROMADOR QUE SE UTILIZA, RESULTA UNA APARENTE INTERFERENCIA QUE PODRÍA SER EVITADA UTILIZANDO LÁMPARAS DE UN SOLO ELEMENTO.

22 SISTEMA DE ABSORCIÓN.

EL FENÓMENO DE ABSORCIÓN DE LUZ SE RELACIONA CON LA LEY DE BEER, (WILLARD 1972) LA CUÁL ESTABLECE UNA RELACIÓN LINEAL ENTRE LA CONCENTRACIÓN Y EL LOGARÍTMO DE LA ABSORCIÓN. EL LOGARITMO DE LA ABSORCIÓN SE LLAMA ABSORBANCIA QUE ES EL TÉRMINO MÁS UTILIZADO EN ABSORCIÓN ATÓMICA.

EL SISTEMA DE ABSORCIÓN ENCIERRA AQUELLAS PARTES QUE EN CONJUNTO PROPORCIONAN UNA NUBE COMPUESTA EN SU MAYORÍA POR ÁTOMOS NO EXCITADOS Y CAPACES DE ABSORBER ENERGÍA LUMINOSA. ESTAS PARTES SON EL ATOMIZADOR, CÁMARA DE MEZCLA Y CABEZA DEL QUEMADOR.

EL ATOMIZADOR.

ES EL ENCARGADO DE ABSORBER LA MUESTRA Y CONVERTIRLA EN

PARTÍCULAS FINAMENTE DIVIDIDAS. LA MUESTRA QUE SE ENCUENTRA EN SOLUCIÓN ES ASPIRADA POR UN TUBO DE DIÁMETRO CAPILAR A UN FLUJO DE VARIOS MILÍMETROS POR MINUTO. LA ASPIRACIÓN SE EFECTÚA GRACIAS AL EFECTO DE SUCCIÓN QUE PRODUCE UNA CORRIENTE DE AIRE QUE SE INYECTA EN EL ATOMIZADOR UTILIZANDO UN SISTEMA DE VENTURI. LA CORRIENTE DE AIRE Y MUESTRA CHOCAN A VELOCIDAD ALTA CONTRA UNA SUPERFICIE SÓLIDA (UNA ESFERA DE CRISTAL O UNA ESFERA DE ACERO CUBIERTA CON PLÁSTICO) DISMINUYENDO EL TAMAÑO DE LAS PARTÍCULAS.

CÁMARA DE MEZCLA.

ES DONDE SE EFECTÚA PARTE DE LA ATOMIZACIÓN. AQUÍ SE ENCUENTRAN UNA ESPECIE DE PAREDES DE RETENCIÓN O DEFLECTORES - LOS CUÁLES EVITAN QUE LAS GOTAS MÁS GRANDES PROVENIENTES DEL ATOMIZADOR PASEN HACIA EL INTERIOR DE LA CÁMARA RESBALANDOSE HACIA EL DRENAJE.

LOS DEFLECTORES PRODUCEN UN FLUJO TURBULENTO INFLUYENDO DIRECTAMENTE EN LA MEZCLA (AIRE, COMBUSTIBLE Y MUESTRA ATOMIZADA) EFECTUÁNDOSE UNA MEZCLA COMPLETA ANTES DE QUE LLEGUEN A LA CABEZA DEL QUEMADOR. ES FACTIBLE HACER USO DE UNA ADMISIÓN ADICIONAL DE AIRE DENTRO DE LA CÁMARA (AIRE AUXILIAR) - DE MEZCLADO PARA AUMENTAR LA FLAMA, Y PRODUCIR MAYOR ESTABILIDAD, Y ASÍ OBTENER EXCELENTES RESULTADOS USANDO DICHA FLA-

MA COMO DISPOSITIVO DE MUESTREO. ESTA POSEE LIMITACIONES EN OTROS MEDIOS, PUESTO QUE SI SE USA OXÍGENO NO HAY POSIBILIDAD DE PURGAR EL INSTRUMENTO PARA ALCANZAR LINEAS DE RESONANCIA EN LA REGIÓN ULTRAVIOLETA MÁS LEJANA.

PUESTO QUE LA MAYORÍA DE LOS COMBUSTIBLES USADOS DEJAN RESIDUOS DE LA COMBUSTIÓN DEL CARBÓN, SE IMPOSIBILITA EL ANÁLISIS DE ESTE IMPORTANTE ELEMENTO, YA QUE SE PRESENTAN INTERFERENCIAS.

CABEZA DEL QUEMADOR.

SE ENCARGA DE PONER EN COMBUSTIÓN LOS GASES QUE PROPORCIONAN EL CALOR NECESARIO PARA SECAR LA MUESTRA, O SEA LLEVAR A ESTADO SÓLIDO LAS SUSTANCIAS PRESENTES EN LA MUESTRA. ENSEGUIDA LAS ALTAS TEMPERATURAS SE ENCARGAN DE ROMPER LA UNIÓN MOLECULAR Y DEJAR LOS ÁTOMOS EN LIBERTAD. EN ESTE MOMENTO LAS CONDICIONES SON APROPIADAS PARA QUE SE REALICE LA ABSORCIÓN ATÓMICA.

GASES EMPLEADOS EN COMBUSTIÓN.

LAS COMBINACIONES DE GASES NORMALMENTE USADAS EN ABSORCIÓN ATÓMICA SON:

GASES	TEMPERATURA °C
AIRE ACETILENO	2300
OXIDO NITROSO - ACETILENO	2900
AIRE - HIDRÓGENO	2000
ARGÓN - HIDRÓGENO	300 - 800

32 SISTEMA DE SELECCIÓN DE LONGITUD DE ONDA.

ANTES DE DISCUTIR EN DETALLE LOS DIFERENTES SISTEMAS DE SELECCIÓN CONVIENE ESTABLECER LA DIFERENCIA ENTRE LOS CONCEPTOS DE SENSIBILIDAD Y LÍMITE DE DETECCIÓN. EN ESTA ÁREA EL CAMPO DE LA ABSORCIÓN ATÓMICA HA ESTADO SUJETO A UNA SERIE DE REQUERIMIENTOS, DISTORSIONES Y SIMPLIFICACIONES.

LA SENSIBILIDAD EN ABSORCIÓN ATÓMICA ES UNA MEDIDA DE LA CANTIDAD DE ABSORCIÓN PRODUCIDA POR LA CONCENTRACIÓN DE UNA MUESTRA Y SE DA GENERALMENTE EN PPM/1 % ABSORCIÓN. EL LÍMITE DE DETECCIÓN SE DEFINE DE VARIOS MODOS PARA REPRESENTAR LA CONCENTRACIÓN MÍNIMA DE LA MUESTRA QUE ES POSIBLE DIFERENCIAR A PARTIR DEL CERO.

LA EQUIVOCACIÓN MÁS COMÚN ES CREER QUE UN AUMENTO EN LA SENSIBILIDAD (POR EJEMPLO UNA ABSORCIÓN MÁS ALTA PARA LA MISMA CONCENTRACIÓN) AUTOMÁTICAMENTE PRODUCE UN MEJOR LÍMITE DE DETECCIÓN. ESTO EVIDENTEMENTE NO ES CIERTO, YA QUE EL LÍMITE DE DETECCIÓN DEPENDE TAMBIÉN DE LA ESTABILIDAD Y LIBERTAD DE FLUCTUACIÓN DE LA SEÑAL PRODUCIDA.

EL USO PRINCIPAL DEL CONCEPTO SENSIBILIDAD SE APOYA EN LA ESTIMACIÓN DE LA CONCENTRACIÓN PARA LA MUESTRA, Y COMO UNA PRUEBA PARA EL FUNCIONAMIENTO PROPIO DEL INSTRUMENTO. CUANDO ES POSIBLE ESCOGER LA CONCENTRACIÓN APROXIMADA DEL ELEMENTO A SER DETERMINADO, DEBE CAER ENTRE 10 Y 100 VECES LA SENSIBILIDAD. UN INSTRUMENTO DE ANÁLISIS QUE PRODUCE UNA SENSIBILIDAD DADA DEBE MANTENERLA CONFORME EL TIEMPO PASA, Y OTRO INSTRUMENTO DEL MISMO DISEÑO DEBE DAR APROXIMADAMENTE LA MISMA SENSIBILIDAD.

EL LÍMITE DE DETECCIÓN DE UN ANÁLISIS SE ESTIMA DESDE DISTINTOS PUNTOS DE VISTA Y UNA DEFINICIÓN QUE ESTÁ SIENDO MEJOR ACEPTADA ES LA CONCENTRACIÓN DE UN ELEMENTO EN SOLUCIÓN ACUOSA, LA CUAL DA UNA SEÑAL DE DOBLE TAMAÑO DE LA VARIABILIDAD DE PICO A PICO.

EN TÉRMINOS ESTADÍSTICOS, LA CONCENTRACIÓN DE UN ELEMENTO EN EL LÍMITE DE DETECCIÓN PUEDE SER DETERMINADO CON UN COEFICIENTE DE VARIACIÓN DEL 50 %. SIN EMBARGO, LA ABSORCIÓN ATÓMICA HA MOSTRADO MEJOR REPETIBILIDAD DE LÍMITE DE DETECCIÓN QUE LA MAYORÍA DE OTRAS TÉCNICAS. CUANDO UN LABORATORIO USANDO UN TIPO DE INSTRUMENTO DADO OBTIENE UN CIERTO LÍMITE, ES DE ESPERARSE QUE OTRO LABORATORIO CON EL MISMO TIPO DE INSTRUMENTO PUEDE DUPLICAR EL LÍMITE DENTRO DE UN FACTOR DE MÁS O MENOS TRES.

UNA RAZÓN POR LA CUAL PERSISTEN CONTROVERSIAS ES LA PRÁCTICA COMÚN DE CALCULAR EL LÍMITE DE DETECCIÓN EN LA BASE TEÓ

RICA, MÁS BIÉN QUE MEDICIONES DIRECTAS. EN LA OPINIÓN DE KHAN (1968), EL LÍMITE DE DETECCIÓN DEBE MEDIRSE MÁS QUE CALCULARSE ABSTRACTAMENTE. TAMBIÉN SUGIERE QUE LA CONCENTRACIÓN USADA PARA LA MEDICIÓN NO DEBE SER MÁS DE 5 VECES MAYOR QUE EL LÍMITE DE DETECCIÓN QUE SE REQUIERE FINALMENTE.

EN LA PRÁCTICA LA MAYORÍA DE LOS METALES PUEDEN DETECTARSE A CONCENTRACIONES MENORES DE 1 PPM Y EN ALGUNOS CASOS COMO EL MERCURIO SE PUEDE DETERMINAR A NIVELES DE PPB (PARTES POR BILLÓN).

C).- INTERFERENCIAS.

LAS INTERFERENCIAS EN ABSORCIÓN ATÓMICA SON BASICAMENTE DE 4 TIPOS:

A).- QUÍMICAS

B).- DE MATRIZ

C).- POR IONIZACIÓN

D).- ESPECTRALES

A).- INTERFERENCIAS QUÍMICAS.

LAS INTERFERENCIAS QUÍMICAS, TAMBIÉN LLAMADAS INTERFERENCIAS DE LA FASE CONDENSADA, SON PRODUCIDAS CUANDO EL ELEMENTO DE INTERÉS SE COMBINA CON ALGÚN CATION O ANION QUE SE ENCUENTRA EN LA SOLUCIÓN PARA FORMAR UN COMPUESTO EL CUAL IN

FLUYE EN EL GRADO DE REDUCCIÓN DE LOS ÁTOMOS METÁLICOS NEUTROS EN LA FLAMA USADA. COMO RESULTADO EL NÚMERO DE ÁTOMOS EN LA FLAMA CAPACES DE ABSORBER RADIACIONES DE RESONANCIA (ENERGÍA LUMINOSA DE UNA LONGITUD DE ONDA DETERMINADA) ES ALTERADA Y LA SENSIBILIDAD ATÓMICA TAMBIÉN ES ALTERADA. COMO EL INTERFERENTE NORMALMENTE NO SE PRESENTA EN SOLUCIONES ESTÁNDAR USADAS PARA COMPARACIÓN, LOS RESULTADOS ANALÍTICOS PODRÁN SER ERRÓNEOS.

ESTA DIFICULTAD SE PUEDE SOLUCIONAR DE 2 MANERAS. UTILIZANDO UNA FLAMA QUE PRODUZCA UNA MAYOR TEMPERATURA PARA ROMPER LA UNIÓN MOLECULAR O POR LA ADICIÓN DE UN AGENTE DE LIBERACIÓN (TAMBIÉN LLAMADO CATION CONCURRENT) A LA SOLUCIÓN DE MUESTRA Y PATRÓN.

ESTE AGENTE DE LIBERACIÓN ES UNA ESPECIE QUÍMICA QUE CUANDO SE AGREGA A LA SOLUCIÓN DE MUESTRA REACCIONA PREFERENTEMENTE CON EL ELEMENTO DE INTERÉS O CON EL ANIÓN O CATION INTERFERENTE EVITANDO LA INTERFERENCIA PARA CON EL ELEMENTO A CUANTEAR.

EJEMPLOS DEL USO DE AGENTES LIBERADORES SON LA ADICIÓN DE LANTANIO O EDTA A LAS SOLUCIONES DE CALCIO PARA VENCER LOS EFECTOS DEL FÓSFORO (AIRE-ACETILENO). LA ADICIÓN DE ALUMINIO A LAS SOLUCIONES DE MOLIBDENO PARA VENCER LA DEPRESIÓN CAUSADA POR LA PRESENCIA DE SALES DE CALCIO (ÓXIDO NITROSO-ACETILENO).

B).- INTERFERENCIAS DE MATRIZ.

TAMBIÉN CONOCIDAS COMO INTERFERENCIAS DE COMPOSICIÓN, -
VISCOSIDAD O DE VOLUMEN, SON UNA CAUSA FRECUENTE DE ERROR EN
LAS DETERMINACIONES DE ABSORCIÓN ATÓMICA.

ESTAS OCURREN CUANDO LAS CARACTERÍSTICAS FÍSICAS (VISCO
SIDAD, DENSIDAD, TENSION SUPERFICIAL, TEMPERATURA) DE LA -
MUESTRA Y SOLUCIÓN ESTÁNDAR DIFIEREN CONSIDERABLEMENTE. LO -
ANTERIOR PUEDE SUCEDER CUANDO LA MUESTRA EN SOLUCIÓN CONTIE-
NE UNA ALTA CONCENTRACIÓN DE SÓLIDOS DISUELTOS O ÁCIDOS, --
CUANDO SE UTILIZA DIFERENTE SOLVENTE PARA LA PREPARACIÓN DE
LOS ESTANDARES Y DE LA MUESTRA, O CUANDO LA MUESTRA Y LAS SO
LUCIONES ESTÁNDAR ESTÁN A TEMPERATURA APRECIABLEMENTE DIFE--
RENTES.

ESTAS INTERFERENCIAS PUEDEN A MENUDO SER CONTROLADAS DI
LUYENDO LA SOLUCIÓN DE MUESTRA HASTA QUE EL EFECTO DE LOS -
ÁCIDOS O LAS SALES DISUELTAS SE HAGA TAN PEQUEÑO QUE PUEDA -
SER CONSIDERADO DESPRECIABLE. CUANDO LA DILUCIÓN NO ES POSI-
BLE, EL EFECTO DE LAS INTERFERENCIAS POR MATRIZ PUEDE SER -
CONTROLADO IGUALANDO LA CONCENTRACIÓN DE LOS MÁS GRANDES --
CONSTITUYENTES EN LAS SOLUCIONES DE MUESTRA Y PATRÓN.

C).- INTERFERENCIAS POR IONIZACIÓN.

ESTE TIPO DE INTERFERENCIAS OCURREN CUANDO LA TEMPERATUU

RA ES DEMASIADO ALTA COMO PARA PROVOCAR LA EMISIÓN DE UN ELECTRÓN DE UN ÁTOMO NEUTRO (IONIZACIÓN DEL ÁTOMO) DANDO LUGAR A LA FORMACIÓN DE UN IÓN CON CARGA ELÉCTRICA POSITIVA. AUNQUE TAMBIÉN EL IÓN ES CAPAZ DE ABSORBER RADIACIÓN, LO HACE A UNA LONGITUD DE ONDA DIFERENTE A LA DEL ÁTOMO ORIGINALMENTE NEUTRO.

POR EJEMPLO: LA ABSORCIÓN DEL BARIO ATÓMICO ES MÁS FUERTE EN LA LINEA DE RESONANCIA 5536 \AA , MIENTRAS QUE LA ABSORCIÓN DEL BARIO IÓNICO ES MÁS FUERTE EN LA LINEA DE RESONANCIA 4554 \AA . COMO EL NÚMERO DE ÁTOMOS NEUTROS EN LA FLAMA SE REDUCE CON LA IONIZACIÓN, LA SENSIBILIDAD DE LA ABSORCIÓN ATÓMICA SE VERÁ DISMINUIDA.

LAS INTERFERENCIAS POR IONIZACIÓN PUEDEN SER CONTROLADAS AGREGANDO, TANTO A LA SOLUCIÓN PATRÓN COMO A LA SOLUCIÓN DE MUESTRA, UN GRAN EXCESO DE UN ELEMENTO FACILMENTE IONIZABLE. PARA ESTE PROPÓSITO LOS METALES ALCALINOS (Na, K, Rb, - Cs) QUE TIENEN POTENCIALES DE IONIZACIÓN BAJOS Y QUE, POR LO TANTO SON FACILMENTE IONIZABLES EN FLAMA DE AIRE-ACETILENO U ÓXIDO NITROSO-ACETILENO. OCURRE AL AGREGAR UNO DE ESTOS ELEMENTOS LO QUE PODRÍAMOS LLAMAR UNA "SATURACIÓN DE ELECTRONES" QUE IMPIDE LA IONIZACIÓN DEL METAL DE INTERÉS.

d).- INTERFERENCIAS ESPECTRALES.

LAS INTERFERENCIAS ESPECTRALES PUEDEN OCURRIR CUANDO -

UNA LONGITUD DE ONDA DE ABSORBANCIA DE UN ELEMENTO PRESENTE EN LA MUESTRA PERO QUE NO ESTÁ SIENDO DETERMINADO CAE DENTRO DEL RANGO DE LA LÍNEA DE ABSORCIÓN DEL ELEMENTO DE INTERÉS.

LOS RESULTADOS DE LA DETERMINACIÓN SERÁN MUY ERRÓNEOS, DEBIDO A QUE LA CONTRIBUCIÓN DEL ELEMENTO INTERFERENTE A LA SEÑAL DE ABSORCIÓN ATÓMICA HACE QUE ÉSTA ÚLTIMA SEA MUY GRANDE. ALGUNAS INTERFERENCIAS ESPECTRALES DE ESTE TIPO HAN SIDO REPORTADAS EN 949, 1113, 1177 A⁰. CON LÁMPARAS DE MULTIELEMENTOS, SE PUEDE ENCONTRAR UNA COMBINACIÓN DE ELEMENTOS LOS CUALES GENERAN UN POSIBLE SEGUNDO TIPO DE INTERFERENCIAS ESPECTRALES. EL ANCHO DE RANURA ESPECTRAL USADO NORMALMENTE CON LÁMPARAS INDIVIDUALES PARA EL ELEMENTO DE INTERÉS PUEDE SER SUFICIENTEMENTE GRANDE PARA PASAR UNA LONGITUD DE ONDA DE ABSORBANCIA A OTRO ELEMENTO QUE TAMBIÉN SE ENCUENTRA EN LA LÁMPARA DE MULTIELEMENTOS.

TECNICAS ANALITICAS POR EMISION ESPECTROFLAMOMETRICA.

A).- GENERALIDADES.

EL ANÁLISIS POR ESPECTROSCOPIA DE EMISIÓN DE LLAMA (CONOCIDA TAMBIÉN POR FOTOMETRÍA DE LLAMA) ES UN MÉTODO ESPECTRAL EN EL QUE LA EXCITACIÓN SE LOGRA INCLUYENDO UNA SOLU-

CIÓN DE LA MUESTRA EN UNA LLAMA CALIENTE.

LAS APLICACIONES MÁS IMPORTANTES DE LA FOTOMETRÍA DE LLAMA HAN SIDO EL ANÁLISIS DE SODIO Y POTASIO, PARTICULARMENTE EN LÍQUIDOS Y TEJIDOS ORGÁNICOS.

POR RAZONES DE COMODIDAD, RAPIDEZ Y AUSENCIA RELATIVA DE INTERFERENCIA, LA ESPECTROSCOPIA DE EMISIÓN DE LLAMA SE HA CONVERTIDO EN EL MÉTODO DE ELECCIÓN PARA AQUELLOS ELEMENTOS DIFÍCILES DE DETERMINAR POR OTROS MEDIOS. EL MÉTODO SE HA APLICADO TAMBIÉN CON DISTINTOS GRADOS DE ÉXITO A LA DETERMINACIÓN DE APROXIMADAMENTE LA MITAD DE LOS ELEMENTOS DE LA TABLA PERIÓDICA. ASÍ LA ESPECTROSCOPIA DE EMISIÓN DE LLAMA DEBE CONSIDERARSE COMO UNO DE LOS INSTRUMENTOS MÁS IMPORTANTES PARA EL ANÁLISIS DE ALGUNOS ELEMENTOS ESPECÍFICOS.

B).- PRINCIPIOS BASICOS.

CUANDO LOS ÁTOMOS, LOS IONES O SUS AGRUPACIONES SE SOMETEN A LA ACCIÓN DE CUALQUIER TIPO DE ENERGÍA DE EXCITACIÓN, TAL COMO LA QUE SE ACUMULA EN UNA LLAMA, EN UN ÁREA ELÉCTRICA O UNA CHISPA, SE PRODUCEN ESPECTROS DE EMISIÓN. LA ENERGÍA ES ABSORBIDA PRIMERAMENTE POR DESPLAZAMIENTO DE LOS ELECTRONES A POSICIONES MÁS DISTINTAS DEL NÚCLEO ATÓMICO. CUANDO LOS ELECTRONES VUELVEN, TOTAL O PARCIALMENTE, A SU ESTADO ESTABLE O DE REFERENCIA, LA ENERGÍA QUE FUÉ PREVIAMENTE ABSORBIDA ES REEMITIDA EN FORMA DE RADIACIONES ELECTROMAGNÉTICAS,

CUYAS LONGITUDES DE ONDA CORRESPONDEN A LA CANTIDAD DE ENERGÍA PUESTA EN JUEGO EN LOS CORRESPONDIENTES DESPLAZAMIENTOS ELECTRÓNICOS, DE ACUERDO CON LA TEORÍA CUÁNTICA. ASÍ:

$$\Delta E = E_2 - E_1 = hf$$

ECUACIÓN EN QUE ΔE ES LA VARIACIÓN DE NIVEL ENERGÉTICO, ENTRE LOS ESTADOS INICIAL E_1 Y FINAL E_2 , h ES LA CONSTANTE DE PLANCK Y f LA FRECUENCIA DE LA LUZ. UN DESPLAZAMIENTO ELECTRÓNICO AL QUE CORRESPONDE UNA DETERMINADA CANTIDAD DE ENERGÍA, CONDUCE A LA PRODUCCIÓN DE UN DETERMINADO MÁXIMO DE EMISIÓN O LÍNEA ESPECTRAL. PARA CADA ELEMENTO EXISTE UN GRAN NÚMERO DE DESPLAZAMIENTOS POSIBLES Y, POR TANTO, DE MÁXIMOS O LÍNEAS ESPECTRALES. LOS ESPECTROS DE BANDA SON ENGENDRADOS, GENERALMENTE, POR MOLÉCULAS O GASES POLIATÓMICOS INCANDESCENTES O VAPORES, QUE SE ENCUENTRAN A TEMPERATURAS QUE NO SEAN SUFICIENTEMENTE ALTAS PARA QUE SE HALLEN TOTALMENTE DISOCIADAS EN ÁTOMOS.

POR EJEMPLO PRODUCEN ESPECTROS DE BANDA LOS ENLACES O-H, H₂ Y C-H. CUANDO SE HA PRODUCIDO LA EXCITACIÓN DE UN ELEMENTO, LA EMISIÓN SUBSIGUIENTE DE ENERGÍA NO ES NECESARIA QUE SEA DIRECTAMENTE LA QUE CORRESPONDE AL RETORNO AL ESTADO ESTABLE, SI NO QUE SON POSIBLES DESPLAZAMIENTOS HASTA ESTADOS INTERMEDIOS, SEGUIDOS DE OTROS DESPLAZAMIENTOS HASTA EL ESTADO DE MAYOR ESTABILIDAD, CON LO QUE SE PRODUCEN DOS (O MÁS) MÁXIMOS DE EMISIÓN. CUANTO MÁS ELEVADO SEA EL NIVEL DE EXCITACIÓN TANTO MAYOR SERÁ EL NÚMERO DE DESPLAZAMIENTOS

ELECTRÓNICOS Y DE NIVELES ENERGÉTICOS QUE PARTICIPAN EN EL MISMO, Y TANTO MÁS COMPLEJO SERÁ EL ESPECTRO PRODUCIDO. SI LA EXCITACIÓN CONDUCE A UN NIVEL EXTREMADAMENTE ALTO, LA EMISIÓN SE CONVIERTE EN UN ESPECTRO CONTINUO COMO CONSECUENCIA DEL HECHO DE QUE EL NÚMERO DE PROCESOS DE EMISIÓN ES TAN GRANDE QUE NO DEJA MARGEN PARA LA APARICIÓN DE DISCONTINUIDADES FINITAS.

C).- EL FOTOMETRO DE FLAMA.

UN FOTÓMETRO DE FLAMA CONSTA ESENCIALMENTE DE LAS SIGUIENTES PARTES:

- 1).- LOS REGULADORES DE PRESIÓN Y MEDIDORES DE FLUJO PARA LOS GASES COMBUSTIBLES.
- 2).- EL ATOMIZADOR.
- 3).- EL QUEMADOR
- 4).- EL SISTEMA OPTICO
- 5).- EL DETECTOR FOTOSENSIBLE
- 6).- EL INSTRUMENTO PARA INDICAR O REGISTRAR EL RENDIMIENTO DEL DETECTOR.

1).- REGULADORES DE PRESIÓN Y MEDIDORES DE FLUJO.

SE DEBEN DE PROVEER MEDIDORES ADECUADOS PARA INDICAR LAS PRESIONES Y LAS VELOCIDADES DE FLUJO QUE REALMENTE PREVAL

LEGEN CUANDO EL INSTRUMENTO ESTÁ EN OPERACIÓN, DE TAL MANERA QUE SE PUEDEN HACER LOS AJUSTES ADECUADOS EN CADA MOMENTO - QUE EL FOTÓMETRO ESTÉ EN USO.

UN MANÓMETRO DE 10 LB PARA EL COMBUSTIBLE Y UNO DE 25 - LB PARA EL ABASTECIMIENTO DE OXÍGENO O AIRE, GENERALMENTE - SON SATISFACTORIOS, LAS PRESIONES DEL GAS PUEDEN AJUSTARSE A LA MISMA LECTURA EN EL MANÓMETRO CADA VEZ QUE SE PONGA EN - SERVICIO EL INSTRUMENTO, ALGUNAS VECES HAY UN CAMBIO EN LA - CANTIDAD DEL GAS, PARTICULARMENTE OXÍGENO (O AIRE), FLUYENDO HACIA EL QUEMADOR, DEBIDO A UNA OBTURACIÓN DEL ORIFICIO. ADEMÁS DEBE INSERTARSE UN MEDIDOR DE LA VELOCIDAD DE FLUJO CAPILAR O ROTÁMETRO EN LA LÍNEA DEL TANQUE DE GAS AL QUEMADOR. - EL CONOCIMIENTO DE LAS VELOCIDADES DE FLUJO INDIVIDUALES DEL COMBUSTIBLE Y EL OXÍGENO PERMITE QUE EL OPERADOR ESCOJA VARIAS MEZCLAS DE COMBUSTIBLE-OXÍGENO, QUE DEN UNA FLAMA DESDE POBRE HASTA MEZCLAS ESTEQUIOMÉTRICAS Y AÚN FLAMAS DE TIPO RILCO EN COMBUSTIBLE. LAS VELOCIDADES DE FLUJO VARÍAN ENTRE -- 2-10 PIES³/HR.

2).- EL ATOMIZADOR.

EL PROBLEMA DE MÁS CUIDADO EN EL DISEÑO DE UN FOTÓMETRO DE FLAMA SE PRESENTA EN EL ATOMIZADOR. ESTE APARATO APARENTEMENTE SIMPLE DEBE INTRODUCIR LA MUESTRA EN LA FLAMA A UNA VELOCIDAD ESTABLE Y REPRODUCIBLE. DEBE ASIMISMO PERMANECER SIN

SER ATACADO POR LAS SOLUCIONES CORROSIVAS Y LIMPIARSE FACILMENTE. LOS ATOMIZADORES SE PUEDEN CLASIFICAR COMO: (A) AQUELLOS QUE INTRODUCEN EL ROCIADO DENTRO DE UNA CÁMARA DE CONDENSACIÓN PARA EVITAR GOTAS GRANDES Y (B) LOS QUE INTRODUCEN EL ROCIADO DIRECTAMENTE A LA FLAMA.

3).- EL QUEMADOR.

EL REQUERIMIENTO PRINCIPAL DE UN QUEMADOR CONSISTE EN PROPORCIONAR EL COMBUSTIBLE Y EL OXÍGENO O AIRE A PRESIONES CONSTANTES, PARA PRODUCIR UNA FLAMA ESTABLE. EL GAS COMBUSTIBLE ES SUMINISTRADO A TRAVÉS DE UNA OBTURACIÓN Y PASA POR UN ORIFICIO VENTURI EN DONDE HAY GRAN CANTIDAD DE AIRE RETENIDO.

LA MEZCLA DE GAS Y AIRE RETENIDO ASCIENDE POR EL TUBO DEL QUEMADOR Y SE VERIFICA LA COMBUSTION EN LA PARTE SUPERIOR DEL MISMO, SIENDO FAVORECIDA POR EL AIRE QUE LA RODEA. EN LA INSTALACIÓN DEL EQUIPO ES CONVENIENTE DISPONER DE UN SISTEMA DE PROTECCIÓN PARA EVITAR CORRIENTES DE AIRE QUE INTERFIERAN A LA LLAMA, ASÍ COMO UNA CHIMENEA PARA ELIMINAR GASES Y PROTEGER AL OPERADOR.

LA COMBINACIÓN DEL QUEMADOR Y ASPIRADOR INTRODUCE DIRECTAMENTE A LA FLAMA, LA MUESTRA EN SOLUCIÓN.

4).- EL SISTEMA OPTICO.

LA FUNCIÓN DEL SISTEMA ÓPTICO ES LA DE SELECCIONAR LA PARTE MÁS ESTABLE DE LUZ EN LA FLAMA, VOLVERLA MONOCROMÁTICA, Y DESPUÉS ENFOCARLA EN LA SUPERFICIE DE UN DETECTOR FOTOSENSIBLE. FRECUENTEMENTE SE COLOCA UN ESPEJO CÓNCAVO ATRÁS DE LA FLAMA, CON EL CENTRO DE LA CURVATURA EN LA FLAMA. DE ESTA MANERA, LA INTENSIDAD DE LA LUZ EMITIDA CASI SE DUPLICA. ES PRECISO ENFOCAR LOS ESPEJOS Y LENTES DE TAL MANERA, QUE LA LUZ SEA DISTRIBUIDA SOBRE TODA LA SUPERFICIE DEL DETECTOR.

LOS FOTÓMETROS DE FLAMA MÁS BARATOS EMPLEAN UN FILTRO DE ABSORCIÓN O DE INTERFERENCIA PARA AISLAR LA RADIACIÓN CARACTERÍSTICA DE UN ELEMENTO DADO. ESTOS INSTRUMENTOS SON LIMITADOS EN SU APLICACIÓN PARA AQUELLAS MUESTRA Y AQUELLOS ELEMENTOS QUE, AL SER EXCITADOS POR UNA FLAMA, PROVEEN DE UN ESPECTRO SIMPLE. LOS FILTROS DE ABSORCIÓN MÁS SIMPLES TRANSMITEN UNA BANDA ESPECTRAL BASTANTE ANCHA. SON INCAPACES DE ABSORBER LA RADIACIÓN QUE SURGE DE LAS LINEAS DE ELEMENTOS QUE CAEN EN UNA PROXIMIDAD CERCANA A LA LINEA ANALÍTICA.

5).- EL DETECTOR FOTOSENSIBLE.

EN EL FOTOMEDIDOR DE FLAMA, SE PUEDE UTILIZAR CUALQUIER APARATO FOTOSENSIBLE COMO UN DETECTOR DE LA ENERGÍA RADIANTE, SIEMPRE Y CUANDO TENGA UNA RESPUESTA EN LA PARTE DEL ESPECTRO QUE SE VAYA A EMPLEAR Y SEA SU SENSIBILIDAD LO SUFICIENTEMENTE ALTA PARA EL CASO PARTICULAR DEL ELEMENTO QUE SE VA-

YA A DETERMINAR. UNA PILA FOTOELÉCTRICA ES LO MÁS SIMPLE Y REQUIERE UN PEQUEÑO EQUIPO ADICIONAL, PERO SU RESPUESTA ES DIFÍCIL DE AMPLIFICAR. COMO CONSECUENCIA SU EMPLEO ESTÁ RESTRINGIDO A SISTEMAS QUE EMITAN UNA GRAN CANTIDAD DE ENERGÍA RADIANTE, Y A INSTRUMENTOS CON SISTEMA ÓPTICO QUE PERMITAN QUE UNA BANDA ANCHA DE ENERGÍA RADIANTE IMPACTE AL DETECTOR.

6).- EXISTEN EN LA ACTUALIDAD DOS CLASES DE INSTRUMENTOS PARA INDICAR O REGISTRAR EL RENDIMIENTO DEL DETECTOR Y SON LAS SIGUIENTES:

INSTRUMENTO DE HAZ SIMPLE

EL INSTRUMENTO DE HAZ SIMPLE CONTIENE SOLO UN JUEGO DE ÓPTICOS. LA LUZ EMITIDA DEL CENTRO DE LA FLAMA (PRECISAMENTE ARRIBA DE LOS CONOS INTERIORES) ES COLECTADA POR UN REFLECTOR Y ENFOCADA POR UNALENTE DE VIDRIO RESISTENTE AL CALOR, A TRAVÉS DE FILTROS ÓPTICOS INTERCAMBIABLES HACIA UN FOTODETECTOR; LA LUZ DEL QUEMADOR PASA A TRAVÉS DE UN MONOCROMADOR Y LA RADIACIÓN QUE EMERGE POR LA REJILLA DE SALIDA SE ENFOCA SOBRE EL DETECTOR. LA FOTOCORRIENTE PRODUCIDA POR LA ENERGÍA RADIANTE DE UNA SOLUCIÓN DE PRUEBA, SE COMPARA DIRECTAMENTE CON UNA CURVA DE CALIBRACIÓN CONSTRUIDA GRAFICANDO LA INTENSIDAD CONTRA LA CONCENTRACIÓN DEL ELEMENTO.

INSTRUMENTO DE DOBLE HAZ

LOS INSTRUMENTOS DE DOBLE HAZ ESTÁN PROVISTOS DE UN SEGUNDO TRAYECTO DE LUZ PARA LA RADIACIÓN EMITIDA POR EL ELEMENTO INTERNO O ESTÁNDAR QUE SE HA AGREGADO A UNA CANTIDAD DETERMINADA DE LA SOLUCIÓN DE PRUEBA Y AL ESTÁNDAR DE CALIBRACIÓN. EL ESTÁNDAR INTERNO Y LAS LONGITUDES DE ONDA ANALÍTICAS SE AISLAN POR MEDIO DE FILTROS ÓPTICOS, Y CADA HAZ SE ENFOCA SOBRE UNA CELDA FOTOELÉCTRICA SEPARADA. LA SEÑAL DE UN DETECTOR, SE OPONE A LA DEL OTRO, A TRAVÉS DE UN GALVANÓMETRO. POR MEDIO DE UN POTENCIÓMETRO DE PRECISIÓN, (WILLARD 1972), ENROLLADO LINEALMENTE (P-1) EN ESTE CIRCUITO, SE PUEDEN BALANCEAR LAS CORRIENTES FOTOELÉCTRICAS OPUESTAS. LAS LECTURAS DEL POTENCIÓMETRO REQUERIDAS PARA PRODUCIR UN BALANCE, SE CALIBRAN EN TÉRMINOS DE SOLUCIONES CONOCIDAS. LAS CURVAS DE CALIBRACIÓN ASÍ OBTENIDAS, SE UTILIZAN PARA LAS MEDICIONES DEL ELEMENTO DESCONOCIDO. CON P-2 SE HACEN LOS AJUSTES DE SENSIBILIDAD, CORTANDO LA CORRIENTE GENERADA POR MEDIO DE LA CELDA DE MEDICIÓN; ÉSTO HACE POSIBLE QUE SE LEAN SOLUCIONES MÁS CONCENTRADAS DEL ELEMENTO DE PRUEBA, SIN CAMBIAR LA CONCENTRACIÓN DEL ESTÁNDAR INTERNO USADO. UN PEQUEÑO RESISTOR P-3 EN SERIE CON P-1 A TRAVÉS DE LA CELDA DEL ESTÁNDAR INTERNO, FACILITA LLEVAR LA LECTURA PARA LA SOLUCIÓN ESTÁNDAR HASTA CERCA DEL CERO EN EL CUADRANTE (P-1).

D).- INTERFERENCIAS.

LAS INTERFERENCIAS EN FOTOMETRÍA DE FLAMA SON LAS SIGUIENTES:

- A).- ESPECTRALES
- B).- POR EMISIÓN DE FONDO
- C).- POR AUTOABSORCIÓN
- D).- POR IONIZACIÓN

A).- INTERFERENCIAS ESPECTRALES

ESTE TIPO DE INTERFERENCIAS SURGE CUANDO SE EMPLEAN FILTROS PARA AISLAR LA ENERGÍA RADIANTE DESEADA, CON EL USO DE UN MONOCROMADOR ÉSTA ES MUCHO MENOR. POR EJEMPLO, LA EMISIÓN DE LA BANDA ANARANJADA DEL $\text{Ca}(\text{OH})_2$ INTERFIERE CON LA LÍNEA DEL SODIO A 590 $\text{m}\mu$. CON LOS FILTROS DE ABSORCIÓN, LA INTERFERENCIA ES TAN INTENSA QUE SE HAN PROPUESTO DIVERSOS RECURSOS PARA ELIMINAR LA RADIACIÓN DEL CALCIO. A PESAR DE QUE ES PROGRESIVAMENTE MENOS INTENSA CUANDO SE AISLA LA LÍNEA DEL SODIO POR MEDIO DE FILTROS DE INTERFERENCIA, PRISMAS O MONOCROMADORES DE EMPARRILLADO, EL PROBLEMA PERMANECE, DEBIDO A QUE EL SISTEMA DE BANDA DEL CALCIO SE EMPALMA A LA LONGITUD DE ONDA DEL SODIO.

LA INTERFERENCIA ESPECTRAL PUEDE ORIGINARSE POR LÍNEAS DE EMISIÓN ADYACENTES CUANDO EL ELEMENTO DE INTE-

RÉS Y LA INTERFERENCIA TIENEN CASI LA MISMA LONGITUD DE ONDA. EN ESTE CASO, LAS DOS LÍNEAS SE EMPALMAN PARCIAL O TOTALMENTE Y SE LEERÁN JUNTAS EN PROPORCIÓN CON EL GRADO DE SOBRELAPADO. SI LA INTERFERENCIA NO SE PUEDE EVITAR POR RESOLUCIÓN AUMENTADA, LA DIFICULTAD SE DEBE PREVENIR SELECCIONANDO -- OTRAS LINEAS ESPECTRALES EN DONDE NO OCURRAN INTERFERENCIAS MUTUAS, O POR PREVIA ELIMINACIÓN DE UN ELEMENTO HACIENDO EXTRACCIÓN SELECTIVA CON UN SOLVENTE.

b).- EMISIÓN DE FONDO

EN LA LECTURA DE LA EMISIÓN DE UNA LINEA Y -- BANDA ESPECTRAL SIEMPRE HAY CONTRIBUCIÓN DE LA FLAMA Y DE LA MUESTRA MATRIZ.

UNA FALLA AL CORREGIR ADECUADAMENTE LA LECTURA DEL FONDO PUEDE CONSTITUIR UNA FUENTE DE ERROR. LA FORMA MEDIANTE LA CUÁL SE TRATA DE EVITAR LA CORRECCIÓN PARA LA -- LECTURA DEL FONDO DEPENDE DEL COMPORTAMIENTO DEL FONDO Y DEL TIPO DE FOTÓMETRO DE FLAMA EMPLEADO.

CUANDO EL FONDO RESULTA SOLAMENTE DE LOS GA-- SES DE LA FLAMA, ESTE PUEDE MEDIRSE ASPIRANDO EL SOLVENTE PU RO DENTRO DE LA FLAMA Y RESTANDO LA LECTURA DE LA EMISIÓN RE SULTANTE DE LAS LECTURAS DE LAS MUESTRAS. ALTERNATIVAMENTE -- SE PUEDE AJUSTAR EL FOTÓMETRO PARA DAR UNA LECTURA CERO MIENTRAS SE ESTÁ ASPIRANDO EL AGUA U OTRO SOLVENTE.

EN INSTRUMENTOS QUE INCLUYEN UN MONOCROMADOR Y CON ELLO UNA SELECCIÓN DE BANDAS CONTIGUAS DE ENERGÍA RADIANTE, ES POSIBLE LEER DIRECTAMENTE LA RADIACIÓN DEL FONDO EN PRESENCIA DEL ELEMENTO DE PRUEBA. PRIMERO, SE MIDE LA INTENSIDAD DE LINEA MÁS LA RADIACIÓN DEL FONDO DE LA MANERA NORMAL EN EL PICO DE LA LINEA O EN LOS PARÁMETROS DEL SISTEMA DE BANDA. ENSEGUIDA SE HACE GIRAR EL CUADRANTE DE LA LONGITUD DE ONDA LENTAMENTE HASTA QUE LA LECTURA DE LA EMISIÓN DECRECE UN MÍNIMO, A UNA LONGITUD DE ONDA DETERMINADA FUERA DE UN LADO U OTRO DE LA LINEA DE EMISIÓN O DEL SISTEMA DE BANDA.

ENTONCES SE RESTA LA LECTURA DEL FONDO DE LA LECTURA DE LA LINEA, MÁS LA DEL FONDO. SI LA LECTURA DEL FONDO ES ESENCIALMENTE LA MISMA EN AMBOS LADOS DE LA LINEA O CABEZA DE BANDA, UNA LECTURA DEL FONDO ES SUFICIENTE; SI NO, SE DEBE USAR UN VALOR INTERPOLADO.

c).- POR AUTOABSORCIÓN

EL PROCESO DE EXCITACIÓN COMO SE TRATÓ ANTERIORMENTE, ES SEGUIDO POR LA PÉRDIDA DE UNA PEQUEÑA CANTIDAD DE ENERGÍA EN FORMA DE RADIACIÓN CONFORME EL ELECTRÓN VUELVE A CAER A SU POSICIÓN ORIGINAL O A UN NIVEL DE ENERGÍA MÁS BAJO. LA ENERGÍA GENERALMENTE TIENE QUE VIAJAR DE ALGUNA PARTE DEL INTERIOR DE LA FLAMA AL EXTERIOR. DURANTE SU PASO A TRA-

VÉS DE LOS BORDES EXTERNOS DE LA FLAMA, LA ENERGÍA RADIANTE ESTÁ SUJETA A ABSORCIÓN DEBIDO A COLISIONES CON ÁTOMOS DE SU MISMA NATURALEZA QUE ESTÁN PRESENTES EN EL NIVEL DE ENERGÍA NATURAL. SI ALGUNA ENERGÍA ES AUTOABSORBIDA, LA FUERZA DE LA LINEA ESPECTRAL SE DEBILITA. EL EFECTO ES MÁS NOTABLE PARA LAS LINEAS DE RESONANCIA, O SEA AQUELLAS QUE SURGEN DEL NIVEL EXCITADO MÁS BAJO.

LA AUTOABSORCIÓN SE DETERMINA PRINCIPALMENTE POR EL NÚMERO DE ÁTOMOS PRESENTES EN ESTADO NATURAL, ESENCIALMENTE POR LA CONCENTRACIÓN DE LA SOLUCIÓN ATOMIZADA Y POR LA PROBABILIDAD DE QUE ESTOS ÁTOMOS SEAN EXCITADOS POR LA RADIACIÓN INCIDENTE DE LOS ÁTOMOS EXCITADOS DE SU MISMA CLASE. A CONCENTRACIONES MUY BAJAS DEL ELEMENTO A PRUEBA, LA AUTOABSORCIÓN ES INSIGNIFICANTE, POR LO GENERAL, DEBIDA A QUE LA DENSIDAD DEL VAPOR DE LOS ÁTOMOS ABSORBENTES ES BAJA Y, COMO CONSECUENCIA LA INTENSIDAD DE LA LINEA SERÁ INICIALMENTE PROPORCIONAL A LA CONCENTRACIÓN DE LA SOLUCIÓN ATOMIZADA. LA INICIACIÓN DE LA AUTOABSORCIÓN SE DESCUBRE FÁCILMENTE. UNA GRÁFICA DE LA INTENSIDAD DE LA EMISIÓN EN UNA ESCALA LOGARÍTMICA CONTRA LA CONCENTRACIÓN DEL ELEMENTO DE PRUEBA, TAMBIÉN EN ESTA ESCALA, DA LA MEJOR PRESENTACIÓN DE LA INICIACIÓN DE LA AUTOABSORCIÓN.

d).- POR IONIZACIÓN

LA FLAMA OXÍGENO - GAS POSEE LA SUFICIENTE -
ENERGÍA PARA IONIZAR METALES ALCALINOS Y ALCALINOTÉRREOS. LA
CONSECUENCIA ES UNA DISMINUCIÓN DEL NÚMERO DE ÁTOMOS NEUTROS
DISPONIBLES QUE PUEDAN SER EXCITADOS, CON EL RESULTADO DE -
QUE LA INTENSIDAD DEL ESPECTRO ATÓMICO SE DEBILITA EN TANTO
QUE EL ESPECTRO IÓNICO SE REFUERZA.

CUANDO SE AGREGAN CANTIDADES PEQUEÑAS PERO CA
DA VEZ MAYORES DE METALES FÁCILMENTE IONIZABLES A LA FLAMA,
EL RESULTADO ES QUE EL NÚMERO DE ÁTOMOS NEUTROS AUMENTE MÁS
RÁPIDAMENTE QUE LO QUE PROPORCIONALMENTE SE INTRODUCE DE CON
CENTRACIÓN DEL METAL A LA FLAMA. COMO RESULTADO, LA CURVA DE
INTENSIDAD CONTRA CONCENTRACIÓN PUEDE INICIALMENTE SER CÓNCA
VA HACIA ARRIBA.

LA PRESIÓN PARCIAL DE LOS ELECTRONES LIBRES -
EN LOS GASES DE LA FLAMA SE AUMENTA POR LA ADICIÓN DE UN SE-
GUNDO ELEMENTO IONIZABLE.

DE ESTA MANERA EL EQUILIBRIO SE DESVÍA EN DI-
RECCIÓN DE UNA PRESIÓN PARCIAL AUMENTADA DE ÁTOMOS NEUTROS.
LA CURVA DE CALIBRACIÓN TIENDE A ENDEREZARSE Y LA INTENSIDAD
DE LAS LINEAS ESPECTRALES DEL ÁTOMO NEUTRO MEJORA. EL AUMEN-
TO EN PORCENTAJE DE MEJORAMIENTO ES MAYOR EN FLAMAS CALIEN--
TES EN LAS CUÁLES UNA MAYOR PROPORCIÓN DE ÁTOMOS DE METAL IO
NIZABLE SON NORMALMENTE IONIZADOS Y ES MENOR EN FLAMAS RELA-
TIVAMENTE FRIAS EN LAS CUALES UNA FRACCIÓN INSIGNIFICANTE DE
ÁTOMOS SE ENCUENTRA IONIZADA.

III.- MATERIALES Y METODOS.

A).- LOCALIZACIÓN DEL AREA MUESTREADA.

LAS MUESTRAS DE SUELO EN LAS CUÁLES SE VERIFICÓ EL ESTUDIO COMPARATIVO POR LOS MÉTODOS DE EMISIÓN Y ABSORCIÓN PARA SODIO Y POTASIO CORRESPONDEN A LA REGIÓN DE ESTACIÓN VENTURA LOCALIZADA AL NE DEL MUNICIPIO DE SOLEDAD DIEZ GUTIÉRREZ, - S.L.P. Y LA TINAJA PERTENECIENTE AL MISMO MUNICIPIO; TAMBIÉN SE MUESTREO EN LA REGIÓN DE LA JOYA HONDA COLINDANTE CON LOS LÍMITES DEL MUNICIPIO DE VILLA HIDALGO. LOS NIVELES ALTITUDINARIOS VARÍAN DE 1825 A 1940 METROS SOBRE EL NIVEL DEL MAR Y LA UTILIZACIÓN DE ESTOS SUELOS CORRESPONDEN A CULTIVOS DE - MAÍZ, FRIJOL Y PASTOREO.

B).- TÉCNICAS DE MUESTREO DE SUELOS.

PARA LA OBTENCIÓN DE LAS MUESTRAS SE UTILIZÓ UNA BARRENA DE 1.5 M DE LONGITUD GRADUADA A INTERVALOS DE 10 CM, CON OBJETO DE MEDIR EL ESPESOR O PROFUNDIDAD DE LAS MUESTRAS OBTENIDAS.

DE LOS SITIOS DE MUESTREO INDICADOS EN LA TABLA Nº 1 - SIETE CORRESPONDEN A SUELOS DESARROLLADOS SOBRE ROCA CALIZA Y LOS DOS RESTANTES MARCADOS CON IV Y VII SE DERIVAN DE BASALTO.

c).- NÚMERO DE MUESTRAS.

PARA EL PRESENTE ESTUDIO SE OBTUVO UN TOTAL DE 9 SITIOS DE MUESTREO QUE CORRESPONDEN A 19 MUESTRAS DE SUELO INDIVIDUAL, LO CUÁL CONSTITUYE EL MATERIAL DE TRABAJO INVESTIGADO.

d).- PREPARACIÓN DE MUESTRAS PARA ANÁLISIS.

LA PREPARACIÓN DE MUESTRAS PARA SU ANÁLISIS CONSISTIÓ EN LO SIGUIENTE:

a').- SE PROCEDIÓ A SECARLAS COLOCÁNDOLAS SOBRE PAPEL A TEMPERATURA AMBIENTE EN EL LABORATORIO, ESTO CON OBJETO DE OBTENER LA MUESTRA EN CONDICIONES DE TIERRA FRESCA SECADA AL AIRE QUE ES EL ESTADO EN QUE MÁS SE PARECE A COMO SE ENCUENTRA EN EL CAMPO CUANDO NO ESTÁ REGADO.

b').- LUEGO SE DESGRUMÓ CON UN PISÓN DE MADERA PARA NO ALTERAR LA TEXTURA.

c').- POSTERIORMENTE SE PASÓ POR EL TAMIZ DE 2 MM DE ABERTURA QUE ES EL LÍMITE SUPERIOR PARA LAS ARENAS Y EN EL ACUMULATIVO QUE QUEDO SE PRACTICARON LAS DETERMINACIONES REPORTADAS EN LA TABLA Nº 1 A EXCEPCIÓN DE LA MATERIA ORGÁNICA EN LA QUE SE TAMIZÓ POR LA MALLA DE 0.149 MM.

e).- DETERMINACIONES DE LABORATORIO.

**DETERMINACIÓN DE SODIO Y POTASIO POR MÉTODO DE ESPECTRO
FOTOMETRÍA DE ABSORCIÓN ATÓMICA.**

PARA LA PREPARACIÓN DE LAS GRÁFICAS DE POTASIO Y SODIO SE UTILIZARON ESTANDARES DE CONCENTRACIÓN CONOCIDA QUE SE EN CUENTRAN EN EL MERCADO EN FORMA DE AMPOLLETA CON SOLUCIONES DE CONCENTRACIÓN CONOCIDA, PROCEDIENDO ÚNICAMENTE A EFECTUAR LAS DILUCIONES CONVENIENTES Y AJUSTADAS AL RANGO DE CONCEN-- TRACIÓN EN QUE SE TRABAJÓ DE 0 A 12 PPM PARA POTASIO Y DE 0 A 1 PPM PARA SODIO.

PATRONES PARA SODIO

SE PREPARA UNA SOLUCIÓN ESTÁNDAR DE 1000 PPM, A PARTIR DE ESTA SE HIZO UNA SOLUCIÓN DE 10 PPM, PARA DESPUÉS TOMAR - ALÍCUOTAS Y PREPARAR LAS SOLUCIONES PATRÓN CON QUE SE TRABA-- JÓ EN LA FORMA SIGUIENTE:

SOLUCIÓN ESTÁNDAR

PATRÓN	ALÍCUOTA (ML)	AFORO	PPM
1000	1	100	10

SOLUCIONES PATRÓN

PATRÓN	ALÍCUOTA (ML)	AFORO	PPM
10	7.5	100	0.75
10	8.0	100	0.80
10	8.5	100	0.85
10	9.0	100	0.90
10	9.5	100	0.95
10	10.0	100	1.0

PATRONES PARA POTASIO

SE PREPARÓ UNA SOLUCIÓN ESTÁNDAR DE 3900 PPM, Y A PARTIR DE ESTA SE HICIERON LAS SOLUCIONES PATRÓN EN LA FORMA SIGUIENTE:

PATRÓN	ALÍCUOTA (ML)	AFORO	PPM
3900	0.10	100	3.90
3900	0.15	100	5.85
3900	0.20	100	7.80
3900	0.25	100	9.75
3900	0.30	100	11.70

DETERMINACIÓN DE SODIO Y POTASIO POR MÉTODO ESPECTROFLUORIMÉTRICO.

PARA EL PRESENTE ESTUDIO SE HICIERON DETERMINACIONES EN LAS SIGUIENTES SOLUCIONES:

- 1º EXTRACCIÓN EN ACETATO DE AMONIO 1N
- 2º EXTRACCIÓN EN EXTRACTO DE SUELO SATURADO
- 3º EXTRACCIÓN EN RELACIÓN SUELO AGUA 1:2.5

EXTRACCIÓN CON SOLUCIÓN DE ACETATO DE AMONIO 1N

EN ESTA TÉCNICA SE CUANTEARON EL SODIO Y POTASIO INTERCAMBIABLES O SEA QUE CORRESPONDEN A IONES POTASIO ASIMILADOS POR LOS CULTIVOS EN FORMA MODERADA, MIENTRAS QUE EL SODIO INTERCAMBIABLE SE CUANTEA NO POR SU GRADO DE APROVECHABILIDAD SINO PARA DETECTAR POSIBLES EXCESOS QUE PUDIERAN TENER EFECTOS DAÑINOS EN LOS CULTIVOS.

REACTIVOS

SOLUCIÓN DE KCL 200 PPM

DISOLVER 0.382 GR. DE KCL EN SOLUCIÓN EXTRACTIVA Y AFORAR A 1 LT CON LA MISMA SOLUCIÓN

PESO KCL EN SOLUCIÓN = 0.382 GR.

PMKCL = 74.56 GR.

$$74.56 - 39.1$$

$$0.382 - x \quad x = \frac{39.1 \times 0.382}{74.56} = 0.200 \text{ GR/LT}$$

$$0.200 \text{ GR/LT} = 200 \text{ MGR/LT} = 200 \text{ PPM}$$

SOLUCIÓN DE NAOL 0.04 N

DISOLVER 2.338 GR DE NaCl EN ACETATO DE AMONIO Y COMPLETAR A 1 LITRO CON EL MISMO REACTIVO.

PESO NaCl EN SOLUCIÓN = 2.338

PM NaCl = 58.43

58.43 - 22.98

$$2.338 - x \times x = \frac{22.98 \times 2.338}{58.43} = 0.9195 \text{ GRS/LT}$$

$$0.9195 \text{ GRS/LT} = 919.5 \text{ MGR/LT} = 919.5 \text{ PPM}$$

SOLUCIÓN DE ACETATO DE AMONIO 1N

A 600 MLS DE AGUA DESTILADA SE AGREGAN 57 MLS DE ÁCIDO ACÉTICO GLACIAL CONCENTRADO Y DESPUÉS 68 MLS DE NH₄OH CONCENTRADO Y SE AFORA A 1 LITRO. AJUSTE EL PH DE ESTA SOLUCIÓN A 7.0 - ADICIONANDO ÁCIDO O BASE SEGÚN SE REQUIERA. EL AJUSTE DEL PH SE EFECTÚA EN EL POTENCIÓMETRO.

PROCEDIMIENTO

- 1.- PESAR 10 GR DE SUELO Y PONERLOS EN UN ERLLENMEYER DE 250 ML.
- 2.- AGREGAR 40 MLS DE SOLUCIÓN EXTRACTIVA DE ACETATO DE AMONIO DE PH = 7.0 Y AGITASE REGULARMENTE DURANTE 10 MINUTOS.
- 3.- FILTRAR A TRAVÉS DE PAPEL FILTRO WHATMAN Nº 12 Y RECOGER EL FILTRADO EN UN ERLLENMEYER DE 125 MLS.
- 4.- DETERMINAR LA CONCENTRACIÓN DE SODIO Y POTASIO EN EL ESPECTROFLAMÓMETRO Y CALCULAR LA CONCENTRACIÓN POR MEDIO -

DE LA GRÁFICA PREVIAMENTE PREPARADA.

COMO EN LOS PROBLEMAS SE AGREGAN 40 MLS DE SOLUCIÓN EXTRACTIVA Y LAS LECTURAS SE HACEN EN EL FILTRADO; EL AFORO A 100 MLS DEBERÁ HACERSE CON SOLUCIÓN EXTRACTIVA PARA QUE LAS SOLUCIONES TENGAN UNA VISCOSIDAD SEMEJANTE A LA QUE TIENEN LOS PROBLEMAS, YA QUE ESTA VISCOSIDAD INFLUYE EN LA VELOCIDAD DE ATOMIZACIÓN DEL CAPILAR DEL APARATO.

PREPARACION DE LA GRAFICA PARA POTASIO

MLS SOLUCIÓN KCL 200 PPM	CONCENTRACIÓN DE K EN PPM AL DILUIR A 100	LECTURA EN EL ESPECTROFLAMÓ- METRO
0	0	0
20	40	33.5
40	80	50.0
60	120	71.0
80	160	85.0
100	200	100.0

PREPARACION DE LA GRAFICA PARA SODIO

MLS SOLUCIÓN NACL 919.5 PPM	MEQ NA/LT	CONC NA EN PPM AL DI- LUIR A 100	LECTURA EN EL ESPECTROFLAMÓ- METRO
0.0	0.0	0.0	2.6
0.5	0.2	4.6	17.6
1.0	0.4	9.2	25.7
1.5	0.6	13.8	36.7
2.0	0.8	18.4	42.8
2.5	1.0	23.0	49.5
5.0	2.0	46.0	72.2
7.5	3.0	69.0	85.7
10.0	4.0	92.0	100.0

CALCULOS:

10 GR DE SUELO

40 ML DE SOLUCIÓN EXTRACTIVA

$$FD = 4$$

PPM DE K O NA EN EL SUELO = LECTURA DE K O NA = LECTURA DE NA O K

X FD EN LA
GRÁFICA

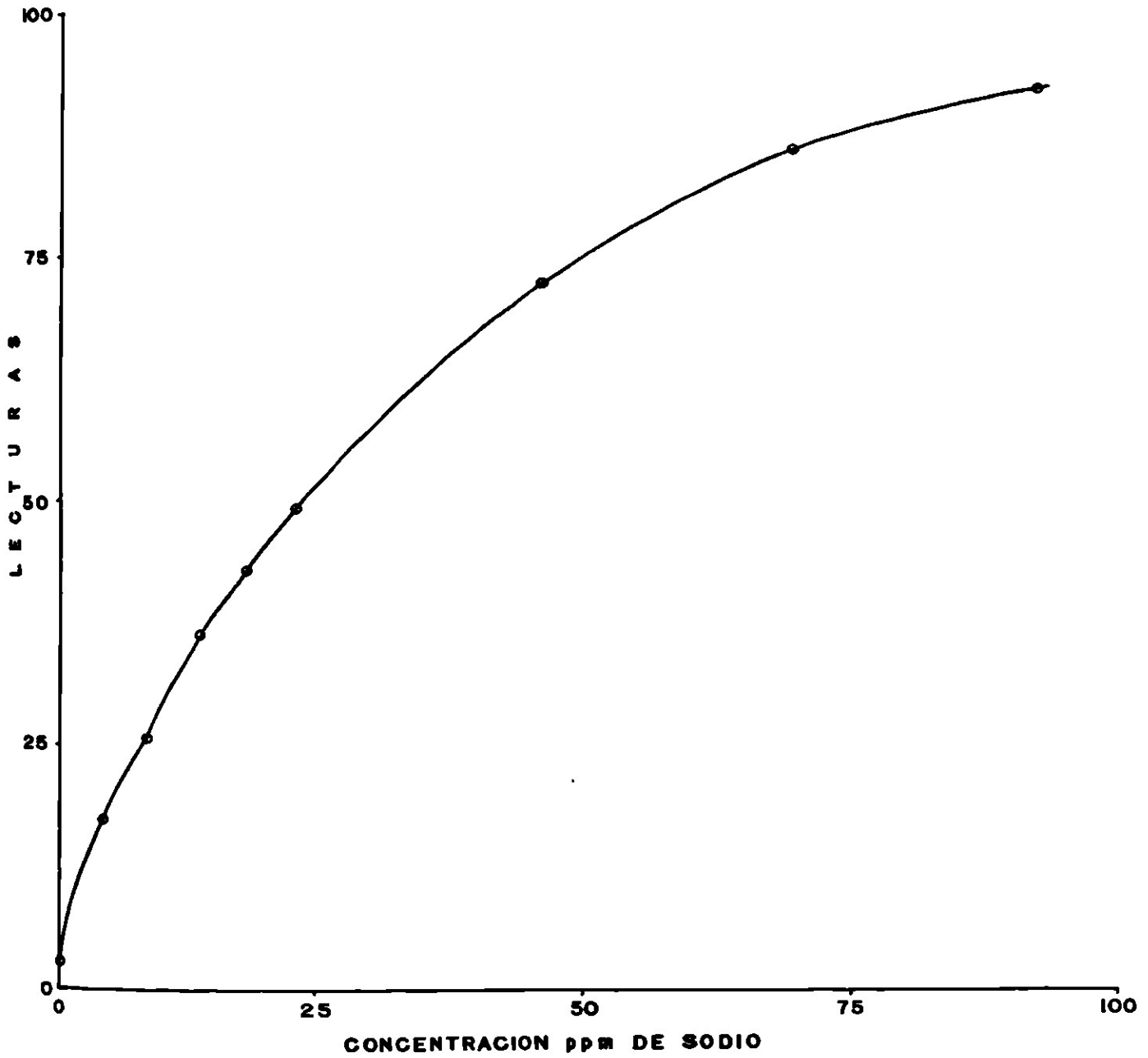
X 4 EN LA
GRÁFICA

EJEMPLO:

MUESTRA 20/75

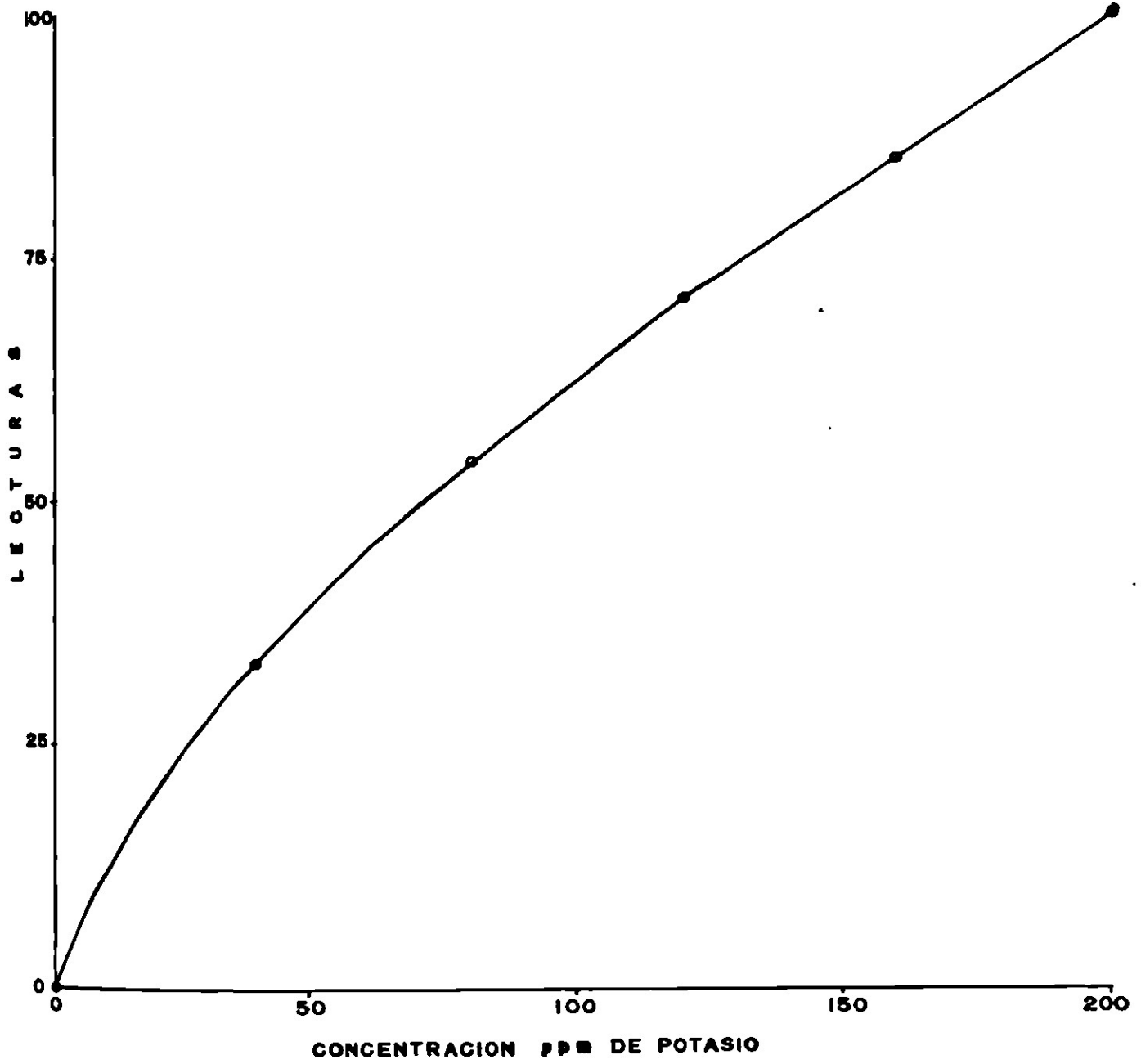
LECTURA ESPECTROFLAMÓMETRO = 69

GRAFICA No. 1
EXTRACCION DE SODIO CON SOLUCION BUFFER



GRAFICA No. 2

EXTRACCION DE POTASIO CON ACETATO DE AMONIO



LECTURA EN LA GRÁFICA = 114

PPM DE K EN EL SUELO = $114 \times 4 = 456$ PPM

MUESTRA 20/75

LECTURA ESPECTROFLAMÓMETRO = 82.0

LECTURA EN LA GRÁFICA = 59.0

PPM DE NA EN EL SUELO = $59 \times 4 = 236$ PPM

EXTRACCIÓN EN EXTRACTO DE SUELO SATURADO

EN LA TÉCNICA DEL EXTRACTO DEL SUELO SE CUANTEA EL SODIO Y POTASIO RÁPIDAMENTE APROVECHABLE. EL EXTRACTO DE SUELO SATURADO CONSISTE EN UNA SUSPENSIÓN SUELO SOLUCIÓN, PREPARADA CON UN VOLUMEN DE AGUA SUFICIENTE PARA SATURAR LOS ESPACIOS VACIOS DEL SUELO.

PARA OBTENER DICHO EXTRACTO, PESAMOS DE 80 - 150 GR DE MUESTRA, SE PONEN EN UN RECIPIENTE, SE AÑADE AGUA DESTILADA HASTA EL PUNTO DE SATURACIÓN, SE DEJA REPOSAR POR UNA HORA, AL CABO DE ESTE TIEMPO NO DEBE COLECTARSE AGUA LIBRE NI AGRIETARSE. SE TRANSFIERE ESTA MEZCLA A UN BUCHNER Y SE APLICA VACIO PARA OBTENER EL EXTRACTO.

LOS RESULTADOS DE CONCENTRACIONES IÓNICAS DEPENDEN DE LA CANTIDAD DE AGUA QUE SE ADICIONE PARA SATURAR EL SUELO.

LA CANTIDAD DE SALES DISUELTAS DE ALGUNOS IONES AUMENTA, AL AUMENTAR EL CONTENIDO DE HUMEDAD EN TANTO DISMINUYE LA DE OTROS, DEBIDO A ÉSTO ES NECESARIO MEDIR EL AGUA QUE SE ADI-

CIONE PARA SATURAR UN PESO DADO DE SUELO, CON OBJETO DE QUE CUANDO NO SEA SUFICIENTE EL VOLUMEN DE EXTRACTO PARA EL ANÁLISIS SEA POSIBLE OBTENER NUEVO VOLUMEN A PARTIR DE LA MISMA MUESTRA PREPARADA.

REACTIVOS:

CLORURO DE SODIO EN AGUA 0.04 N

DISOLVER 2.338 GR DE NaCl SECO EN APROXIMADAMENTE 800 MLS DE H₂O DESTILADA Y AFORAR A 1 LITRO

PPM DE NaCl

PESO NaCl EN SOLUCIÓN = 2.338

PM NaCl = 58.43

$$58.43 - 22.98$$

$$2.338 - x$$

$$x = \frac{22.98 \times 2.338}{58.43} = 0.9195$$

0.9195 GR/LT = 919.5 MGR/LT = 919.5 PPM

CLORURO DE POTASIO EN AGUA 0.02 N

DISOLVER 1.491 GR DE KCl SECO EN APROXIMADAMENTE 800 MLS DE H₂O DESTILADA Y AFORAR A 1 LITRO

PPM DE KCl

PESO KCl EN SOLUCIÓN = 1.491 GR.

PM DE KCl = 74.56

$$74.56 - 39.11$$

$$1.491 - x \quad x = \frac{39.11 \times 1.491}{74.56} = 0.782 \text{ GR.}$$

0.782 GR/LT = 782 MGR/LT = 782 PPM

PROCEDIMIENTO PARA LOS EXTRACTOS

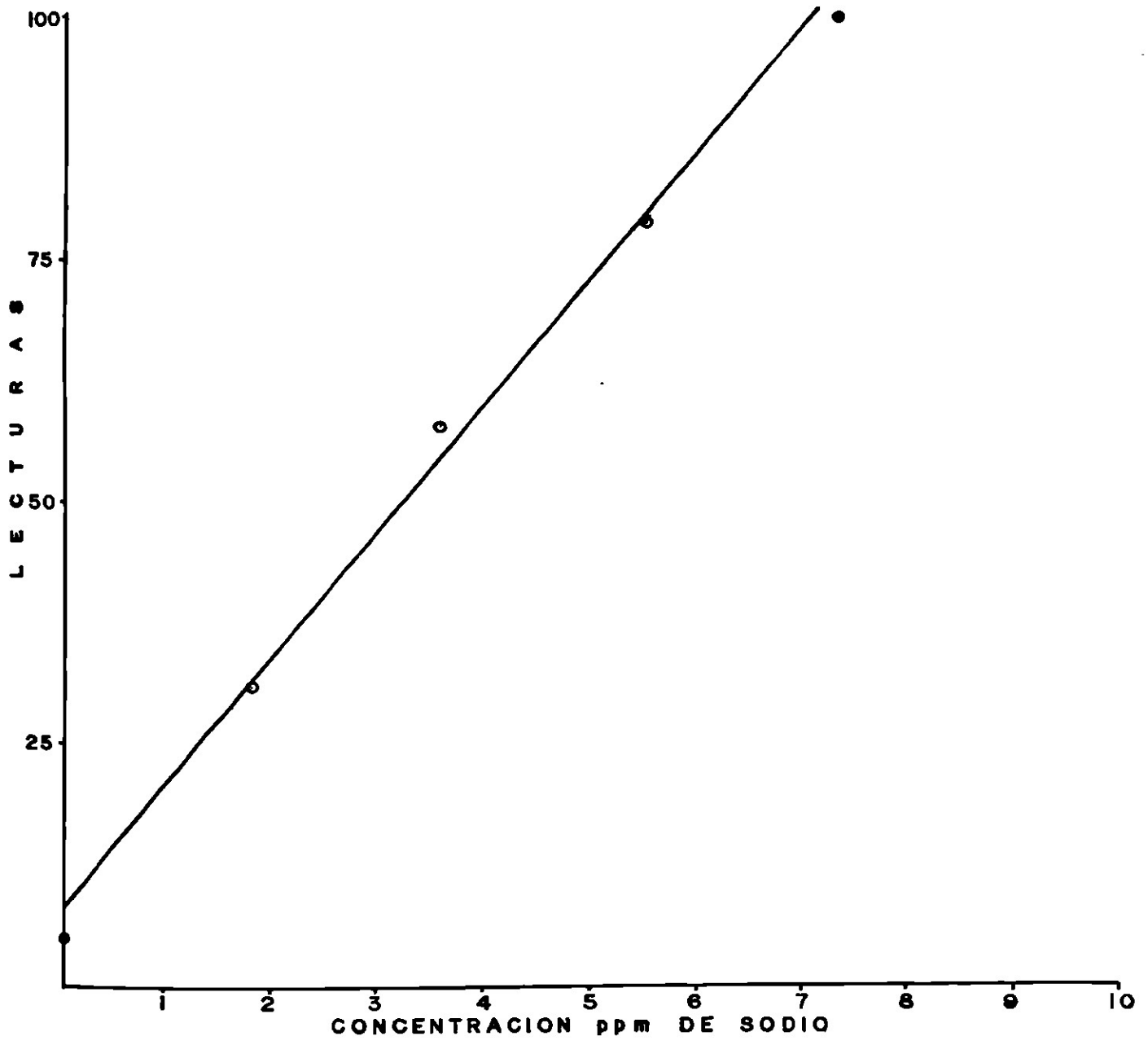
- 1.- MIDA CON PIPETA UNA ALÍCUOTA DEL EXTRACTO DE SUELO SATURADO (2 ML) QUE SE VA A ANALIZAR; Y COLÓQUELA EN UN MATRAZ VOLUMÉTRICO DE 50 MLS. LA ALÍCUOTA DEBE CONTENER MENOS DE 0.2 ME DE SODIO.
- 2.- ADICIONE CON PIPETA 25 MLS DE SOLUCIÓN DE ACETATO DE AMONIO 2N Y DILUYA A 50 MLS CON AGUA DESTILADA.
- 3.- MEZCLE Y DETERMINE LA CONCENTRACIÓN DE SODIO Y POTASIO EN EL ESPECTROFLAMÓMETRO, EMPLEANDO LA GRÁFICA ADECUADA.

PREPARACION DE LA GRAFICA PARA SODIO Y POTASIO

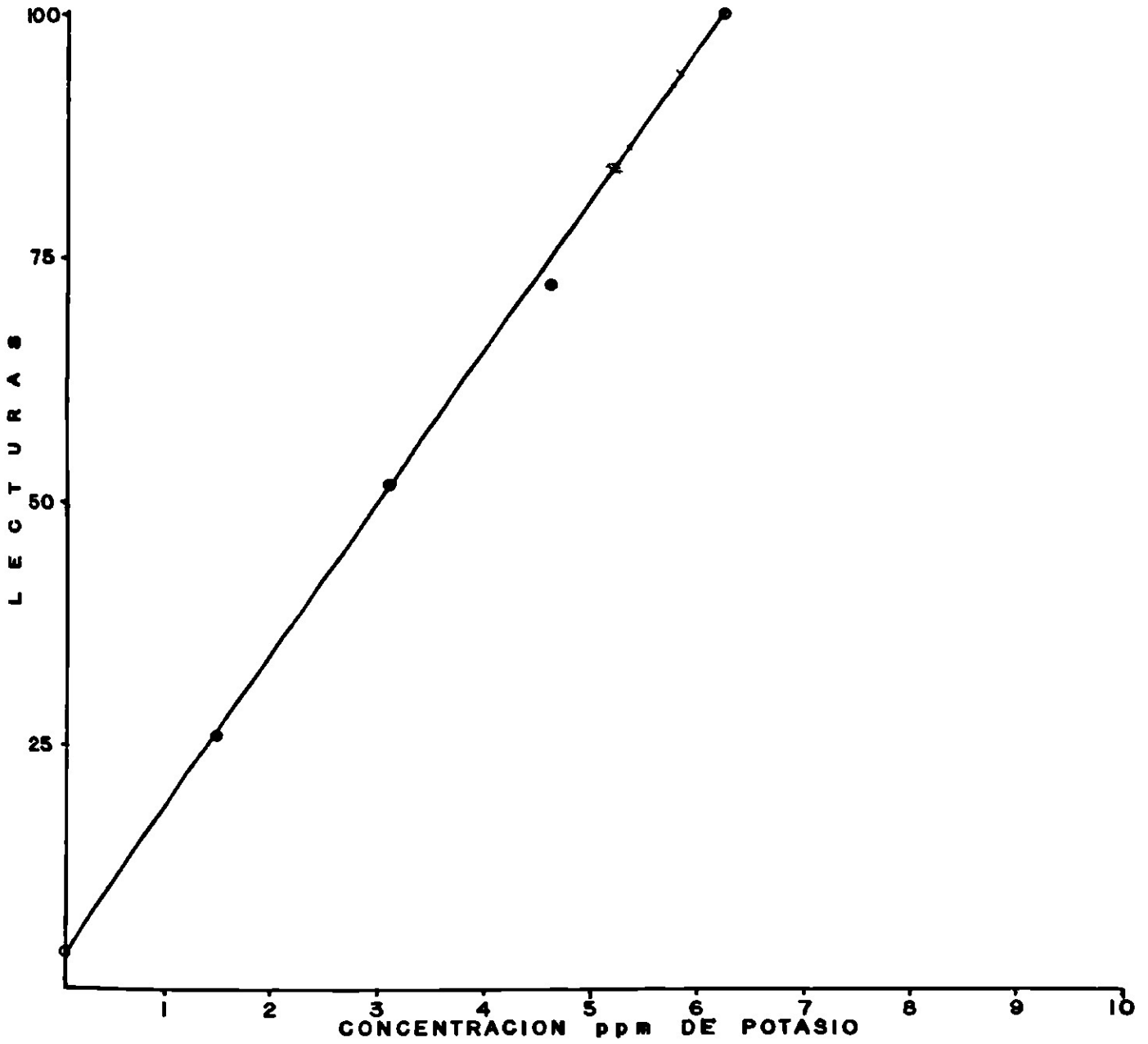
MLS DE NaCl	MLS DE KCl	AFORAR	CONC Na	CONC K	CONC Na	CONC K
0.04 N	0.02 N	A	ME/LT	ME/LT	PPM	PPM
0.0	0.0	100	0.00	0.00	0.0	0.0
0.2	0.2	100	0.08	0.04	1.83	1.56
0.4	0.4	100	0.16	0.08	3.67	3.12
0.6	0.6	100	0.24	0.12	5.51	4.69
0.8	0.8	100	0.32	0.16	7.35	6.25

UNA VEZ AÑADIDAS LAS ALÍCUOTAS DE SOLUCIONES TIPO DE SODIO Y POTASIO JUNTAS, EN CADA MATRAZ DE 100 ML, SE AGREGAN 50 MLS DE SOLUCIÓN DE ACETATO DE AMONIO APROX. 2N A CADA UNA Y SE AFORA A 100 MLS CON AGUA DESTILADA.

GRAFICA No. 3
EXTRACCION DE SODIO EN EL EXTRACTO DE SUELO SATURADO



GRAFICA No. 4
EXTRACCION DE POTASIO EL EXTRACTO DE SUELO SATURADO



CALCULOS:

$$\text{NA \u00d6 K (ME/LT)} = \frac{\text{ME/LT DE LA GR\u00c1FICA (50 ML)}}{\text{ML DE AL\u00cdCUOTA}}$$

CONVERSI\u00d3N DE MEQ/LT A PPM = MEQ DE CADA I\u00d3N X PESO EQUIVALENTE

EJEMPLO:

$$\text{MUESTRA 20/75} = 0.028 \text{ MEQ/LT}$$

$$\text{NA (MEQ/LT)} = \frac{(0.028) (50)}{2} = 0.7 \text{ MEQ/LT}$$

$$(0.7 \text{ MEQ/LT}) (22.98 \text{ EQUIV. NA}^+) = 16.08 \text{ PPM}$$

$$\text{MUESTRA 20/75} = 0.017 \text{ MEQ/LT}$$

$$\text{K (MEQ/LT)} = \frac{(0.017) (50)}{2} = 0.425 \text{ MEQ/LT}$$

$$(0.425 \text{ MEQ/LT}) (39.1 \text{ EQUIV K}^+) = 16.61 \text{ PPM}$$

EXTRACCI\u00d3N EN SUSPENSION ACUOSA RELACION SUELO AGUA 1:2.5

EN ESTA T\u00c9CNICA SE CUANEA EL POTASIO Y SODIO QUE ES M\u00c1S R\u00c1PIDAMENTE APROVECHABLE POR LOS CULTIVOS DEBIDO A QUE SE EMPLEA UN VOLUMEN MAYOR DE AGUA Y EN CONSECUENCIA SE SOLUBILIZA UNA MAYOR CANTIDAD DE ESTOS NUTRIENTES.

REACTIVOS

CLORURO DE SODIO EN AGUA 0.04 N

DISOLVER 2.338 GR DE NaCl SECO EN APROX. 800 MLS DE AGUA DESTILADA Y AFORAR A 1 LITRO.

PPM DE NaCl

PESO NaCl EN SOLUCIÓN = 2.338

PM NaCl = 58.43

$$58.43 - 22.98$$

$$2.338 - x \quad x = \frac{22.98 \times 2.338}{58.43} = 0.9195$$

$$0.9195 \text{ GR/LT} = 919.5 \text{ MGR/LT} = 919.5 \text{ PPM}$$

CLORURO DE POTASIO EN AGUA 0.02 N

DISOLVER 1.491 GR DE KCL SECO EN APROX. 800 MLS DE AGUA DESTILADA Y AFORAR A 1 LITRO.

PPM DE KCL

PESO KCL EN SOLUCIÓN = 1.491 GR.

PM KCL = 74.56

$$74.56 - 39.1$$

$$1.491 - x \quad x = \frac{39.1 \times 1.491}{74.56} = 0.782 \text{ GR}$$

$$0.782 \text{ GR/LT} = 782 \text{ MGR/LT} = 782 \text{ PPM}$$

PROCEDIMIENTO

- 1.- COLOCAR 10 GR DE SUELO SECADO AL AIRE Y PASADO POR LA MALLA DE 2 MM DE ABERTURA.
- 2.- AGREGAR 25 MLS DE AGUA DESTILADA Y AGITASE REGULARMENTE DURANTE 1 HORA.
- 3.- FILTRAR A TRAVÉS DE PAPEL FILTRO WHATMAN No 12 Y RECOGER EL FILTRADO EN UN ÉRLENMEYER DE 125 MLS.
- 4.- DETERMINAR LA CONCENTRACIÓN DE SODIO Y POTASIO EN EL ESPECTROFLAMÓMETRO Y CALCULAR LA CONCENTRACIÓN POR MEDIO -

DE LA GRÁFICA PREVIAMENTE PREPARADA.

PROCEDIMIENTO PARA LOS FILTRADOS

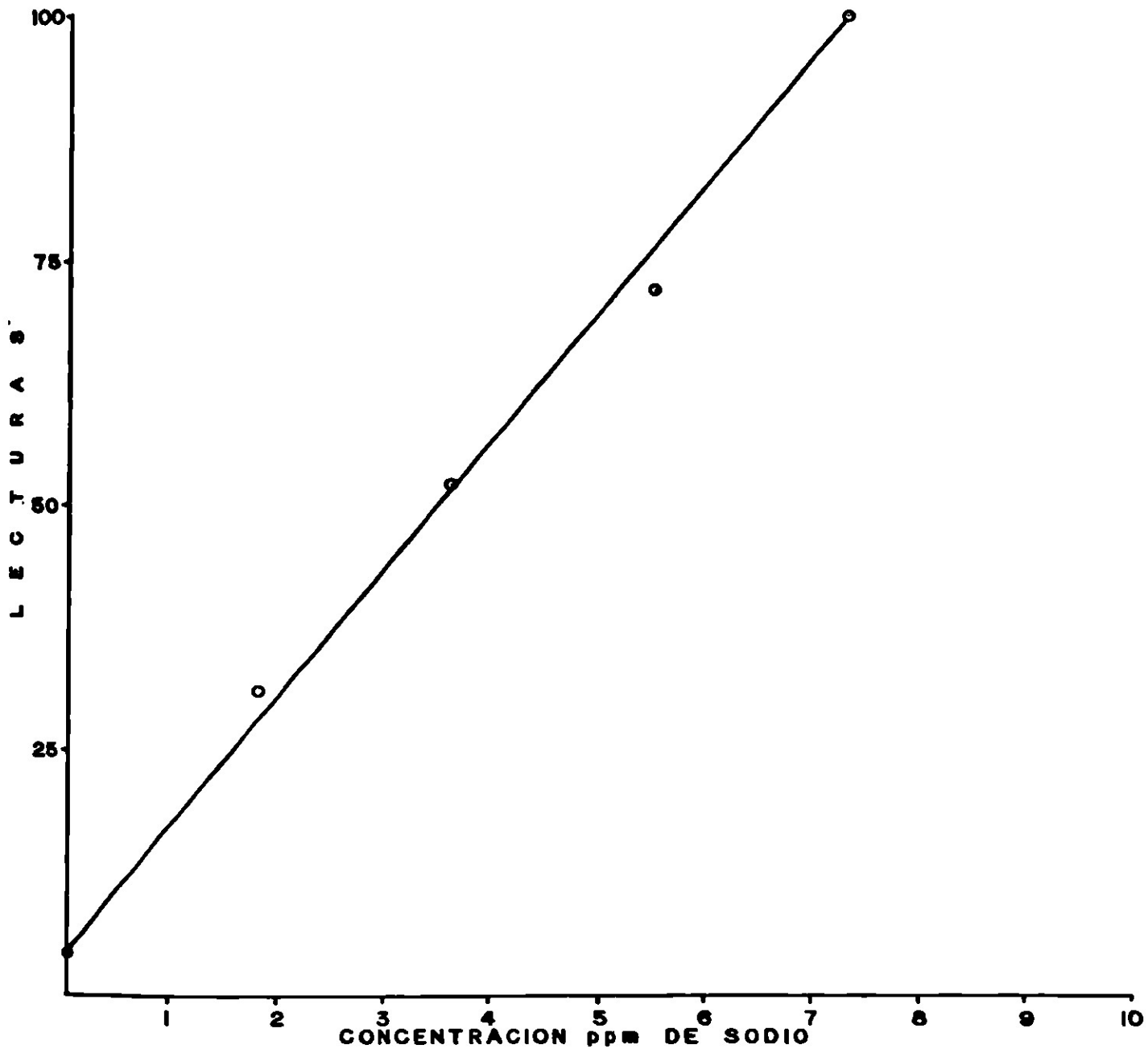
- 1.- MIDA CON PIPETA UNA ALÍCUOTA (2 MLs) DE MUESTRA QUE SE VA A ANALIZAR Y COLÓQUELA EN UN MATRAZ VOLUMÉTRICO DE 50 MLs. LA ALÍCUOTA DEBE CONTENER MENOS DE 0.2 ME DE SODIO.
- 2.- ADICIONE CON PIPETA 25 MLs DE SOLUCIÓN DE ACETATO DE AMONIO Y DILUYA A 50 MLs CON AGUA DESTILADA.
- 3.- MEZCLE Y DETERMINE LA CONCENTRACIÓN DE NA Y K EN EL ESPECTROFLAMÓMETRO, EMPLEANDO LA GRÁFICA ADECUADA.

PREPARACION DE LA GRAFICA PARA SODIO Y POTASIO

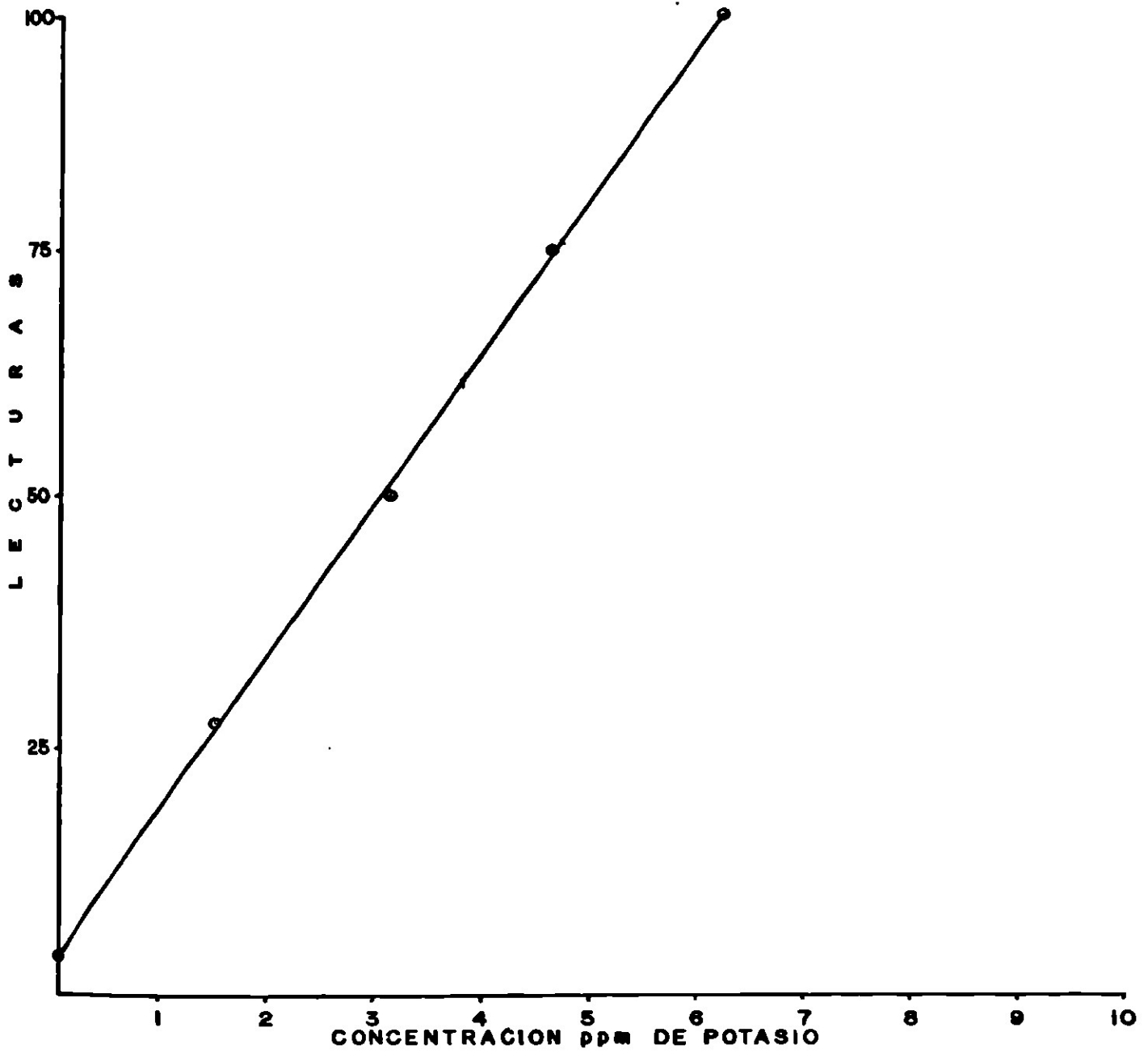
MLS NaCl 0.04 N	MLS KCl 0.02 N	AFORAR A	CONC Na ME/LT	CONC K ME/LT	CONC Na PPM	CONC. K PPM
0.0	0.0	100	0.0	0.0	0.0	0.0
0.2	0.2	100	0.08	0.04	1.83	1.56
0.4	0.4	100	0.16	0.08	3.67	3.12
0.6	0.6	100	0.24	0.12	5.51	4.69
0.8	0.8	100	0.32	0.16	7.35	6.25

UNA VEZ AÑADIDAS LAS ALÍCUOTAS DE SOLUCIONES TIPO DE SODIO Y POTASIO JUNTAS, EN CADA MATRAZ DE 100 ML SE AGREGAN 50 MLs DE SOLUCIÓN DE ACETATO DE AMONIO APROX. 2 N A CADA UNA Y

GRAFICA No. 5
EXTRACCION DE SODIO EN RELACION SUELO AGUA 1: 2.5



GRAFICA No. 6
EXTACCION DE POTASIO EN RELACION SUELO AGUA 1: 2.5



SE AFORA A 100 MLS. CON AGUA DESTILADA.

CALCULOS

$$NA \text{ ó } K \text{ (MEQ/LT)} = \frac{\text{(MEQ/LT DE LA GRÁFICA)} (50 \text{ ML})}{\text{ML DE ALÍCUOTA}}$$

CONVERSIÓN DE MEQ/LT A PPM = MEQ DE CADA IÓN X PESO EQUIVALENTE.

EJEMPLO

$$\text{MUESTRA 20/75} = 0.034 \text{ MEQ/LT}$$

$$NA \text{ (MEQ/LT)} = \frac{(0.034) (50)}{2} = 0.85 \text{ MEQ/LT}$$

$$(0.85 \text{ MEQ/LT}) (22.98 \text{ EQUIV. } Na^+) = 19.53 \text{ PPM}$$

$$\text{MUESTRA 20/75} = 0.0115 \text{ MEQ/LT}$$

$$K \text{ (MEQ/LT)} = \frac{(0.0115) (50)}{2} = 0.2875 \text{ MEQ/LT}$$

$$(0.2875 \text{ MEQ/LT}) (39.1 \text{ EQUIV. } K^+) = 11.24 \text{ PPM}$$

F).- DETERMINACIONES COMPLEMENTARIAS.

CON OBJETO DE ESTABLECER LAS CONDICIONES ACTUALES Y PROPIEDADES FÍSICAS Y QUÍMICAS QUE PUDIERAN INFLUIR EN EL SODIO Y POTASIO DEL SUELO QUE AFECTA AL DESARROLLO DE LAS PLANTAS, SE PRESENTA UNA RELACIÓN DE DATOS DE CAMPO Y ANÁLISIS DE SUELOS CONSIDERADOS COMO COMPLEMENTARIOS, Y QUE SIRVEN PARA DEFINIR SI LAS DIFERENCIAS EN LOS MÉTODOS SE DEBEN A LA TÉCNICA ANALÍTICA Ó A LAS CONDICIONES DIVERSIFICADAS QUE PUDIERA PRESENTAR EL SUELO.

CONDUCTIVIDAD ELÉCTRICA

LA CONDUCTIVIDAD ELÉCTRICA REPORTADA EN MILIMHOS/CM A 25 °C ES UNA DETERMINACIÓN QUE SIRVE PARA DEFINIR SI EL SUELO PRESENTA CONDICIONES DE SALINIDAD O NO, Y AUNQUE ES POSIBLE CALCULAR EL % DE SALES A PARTIR DE LA CONDUCTIVIDAD POR MEDIO DE TABLAS, ACTUALMENTE YA NO ES DE UTILIDAD ESTE DATO Y LA SALINIDAD DEL SUELO SE CONOCE POR MEDIO DE LA TABLA Nº 5. (RICHARDS 1970).

ESTE ANÁLISIS SE REALIZÓ TRABAJANDO SOBRE LA PASTA DE SUELO SATURADO CON AGUA Y A PARTIR DE ESTA POR FILTRACIÓN CON VACIO SE OBTUVO EL EXTRACTO DE SUELO SATURADO EN EL CUÁL SE DETERMINÓ LA CONDUCTIVIDAD ELÉCTRICA EN UN PUENTE DE WHEATSTONE; SOLUBRIDGE, SOIL TESTER RD - 26 CON CELDA DE PIPETA REPORTANDO LAS LECTURAS COMO SE INDICÓ EN MMHOS/CM A 25 °C.

PH

SE SIGUIÓ EL MÉTODO ELECTROMÉTRICO UTILIZANDO UN POTENCIÓMETRO BECKMAN ZEROMATIC SS-3 CON ELECTRODOS INDICADOR Y DE REFERENCIA HABIENDO EFECTUADO LAS LECTURAS EN EL EXTRACTO DE SUELO SATURADO EL CUÁL SE PREPARÓ PESANDO UNA CANTIDAD DE SUELO QUE VARIA DE 80 - 150 GR. Y AGREGANDO UN VOLUMEN DE AGUA MEDIDO HASTA SATURACIÓN COMPLETA. ESTA PASTA DE SUELO -

T A B L A N º 5

ESCALA DE CONDUCTIVIDAD (MILIMOS POR CENTÍMETROS A 25 °C)

<p>EFFECTOS DES- PRECIABLES DE LA SALI- NIDAD</p>	<p>LOS RENDIMIEN- TOS DE CULTI- VOS MUY SENSI- BLES PUEDEN - SER RESTRINGI- DOS</p>	<p>RENDIMIEN- TOS DE MÚ- CHOS CUL- TIVOS SON RESTRINGI- DOS</p>	<p>SOLO CULTI- VOS TOLE-- RANTES RIN- DEN SATIS-- FACTORIA-- MENTE</p>	<p>MUY POCOS CUL- TIVOS TOLERAN- TES RINDEN SA- TISFACTORIA-- MENTE</p>
---	---	---	--	---

- 0 NO SALINOS
- 2 LIGERAMENTE SALINOS
- 4 MODERAMENTE SALINOS
- 8 FUERTEMENTE SALINOS
- 16 FUERTEMENTE SALINOS

SATURADO SE SOMETIÓ A FILTRACIÓN CON VACIO EN UN BUCHNER CONECTADO A UN KITASATO DENTRO DEL CUÁL PREVIAMENTE SE COLOCÓ UN TUBO DE ENSAYE PARA RECIBIR EL EXTRACTO DE SUELO SATURADO.

TAMBIÉN SE REPORTAN RESULTADOS PARA PH LEIDOS EN SUSPENSIÓN ACUOSA RELACIÓN SUELO-AGUA IGUAL A 1:2.5.

MATERIA ORGÁNICA.

SE SIGUIÓ EL MÉTODO INDIRECTO DE COMBUSTIÓN HÚMEDA - DE WALKLEY-BLACK MODIFICADO (JACKSON 1964) EN EL CUÁL SE CUANTEO EL CARBONO ORGÁNICO QUE ES UN CONSTITUYENTE CONSTANTE EN LA MATERIA ORGÁNICA, POR LO QUE ES POSIBLE CALCULAR EL PORCENTAJE DE ÉSTA A PARTIR DEL CARBONO ORGÁNICO.

LA OXIDACIÓN SE VERIFICÓ CON $K_2 Cr_2 O_7$ EN UN MEDIO FUERTEMENTE ÁCIDO POR ADICIÓN DE H_2SO_4 CONCENTRADO Y APROVECHANDO EL CALOR DE DILUCIÓN DEL ÁCIDO PARA COMPLETAR LA REACCIÓN. EL EXCESO DE DICROMATO QUE NO REACCIONÓ CON EL CARBONO SE TITULA CON $FeSO_4 \cdot 7H_2O$ 1N EMPLEANDO COMO INDICADOR UNA SOLUCIÓN DE SULFATO FERROSO DE ORTO-FENANTROLINA.

% DE SUELO SATURADO.

ESTE TÉRMINO SE REFIERE A LA CANTIDAD DE AGUA QUE SE ADICIONA AL SUELO PARA OCUPAR TODOS LOS ESPACIOS VACIOS QUE

NO ESTÁN OCUPADOS POR SÓLIDOS. REPRESENTA UNA CANTIDAD PRAC-
TICAMENTE CONSTANTE E INTERESA PORQUE EN FUNCIÓN DE ESTE VO-
LUMEN ESTÁ LA SOLUBILIZACIÓN DE LOS MATERIALES (RICHARDS --
1970).

IV.- RESULTADOS.

TABLA No. 1

RELACION DE DATOS Y ANALISIS DE LOS SUELOS ESTUDIADOS CORRESPONDIENTES A LOS MUNICIPIOS DE SOLEDAD DIEZ GUTIERREZ Y VILLA HIDALGO, S. L. P.

NUMERO DE MUESTRA	SITIO DE MUESTREO	HORIZONTE	PROFUNDIDAD EN cm.	LOCALIDAD	UTILIZACION ACTUAL	ALTITUD EN m.s.n.m.	C. E. mmhos/cm. a 25°C	PH		% M. O.	% SATURACION DE SUELO
								EXT. SUELO SATURADO	SUSP. ACUOSA 1: 2.5		
20/75	I	1	0-20	LA TINAJA'	PASTOREO	1900	0.24	7.5	7.0	2.2	56
21/75		2	20-40	LA TINAJA'	PASTOREO	1900	0.42	8.0	7.5	2.1	62
22/75		3	40-50	LA TINAJA'	PASTOREO	1900	0.52	8.3	7.6	1.9	65
23/75	II	1	0-10	LA TINAJA'	PASTOREO	1940	1.48	8.0	8.1	8.6	29.7
24/75		1	0-10	LA JOYA"	PASTOREO	1940	0.42	7.6	7.8	10.9	50.5
25/75	IV	1	0-10	LA JOYA"	PASTOREO	1930	0.37	8.1	8.4	1.9	31.4
26/75		1	0-5	LA JOYA"	PASTOREO	1920	0.39	8.2	8.5	0.95	26.7
27/75	VI	1	0-15	LA JOYA"	PASTOREO	1910	0.56	8.1	7.8	11.3	51
28/75		1	0-20	11 Km. N.E. DE LA JOYA	PASTOREO	1890	0.39	7.7	6.8	3.1	53
29/75	VIII	2	20-40	"	PASTOREO	1890	0.24	7.9	7.2	2.2	54
30/75		1	0-15	EST. VENTURA'	CULTIVO	1850	0.48	7.0	8.0	6.3	49
31/75		2	15-30	EST. VENTURA'	CULTIVO	1850	0.36	8.3	8.1	5.4	47
32/75	IX	3	30-45	EST. VENTURA'	CULTIVO	1850	0.52	8.2	8.1	4.3	48
33/75		1	0-20	EST. VENTURA'	CULTIVO	1825	0.60	7.9	8.0	3.8	42
34/75	IX	2	20-40	EST. VENTURA'	CULTIVO	1825	0.46	7.9	8.0	3.5	47
35/75		3	40-60	EST. VENTURA'	CULTIVO	1825	0.31	8.1	7.9	3.2	42
36/75	IX	4	60-70	EST. VENTURA'	CULTIVO	1825	0.27	8.1	7.8	2.8	40
37/75		5	70-90	EST. VENTURA'	CULTIVO	1825	0.26	8.0	7.7	2.0	37
38/75	IX	6	90-110	EST. VENTURA'	CULTIVO	1825	0.27	8.1	7.8	1.4	40

' MUNICIPIO DE SOLEDAD DIEZ GUTIERREZ, S. L. P.

" MUNICIPIO DE VILLA HIDALGO, S. L. P.

TABLA No. 2
RESULTADOS DE ANALISIS POR ABSORCION ATOMICA PARA LOS SUELOS ESTUDIADOS
EN LOS MUNICIPIOS DE SOLEDAD DIEZ GUTIERREZ Y VILLA HIDALGO, S. L. P.

NUMERO DE MUESTRA	SITIO DE MUESTREO	HORIZONTE	PROFUNDIDAD EN cm.	LOCALIDAD	CONCENTRACIONES OB-TENIDAS CON SOLUCION BUFFER* EN p.p.m.		CONCENTRACIONES OB-TENIDAS EN EL EXTRAC-TADO DE SUELO SATURADO ACUOSA 1:2.5 p.p.m.			
					SODIO	POTASIO	SODIO	POTASIO		
20/75	I	1	0-20	LA TINAJA'	241.63	452.40	16.11	17.60	17.58	8.38
21/75		2	20-40	LA TINAJA'	354.70	468.00	25.41	21.16	20.43	11.47
22/75		3	40-50	LA TINAJA'	299.06	421.20	23.70	23.47	21.80	7.47
23/75	II	1	0-10	LA TINAJA'	158.28	173.22	30.91	17.52	18.01	16.80
24/75	III	1	0-10	LA JOYA"	275.20	312.00	20.49	16.96	33.76	29.84
25/75	IV	1	0-10	LA JOYA"	100.17	31.20	21.08	14.31	29.40	28.57
26/75	V	1	0-5	LA JOYA"	351.30	1716.00	18.70	29.40	10.57	20.96
27/75	VI	1	0-15	LA JOYA"	190.40	156.00	18.70	8.04	18.20	6.51
28/75	VII	1	0-20	± 1 Km. N.E.	220.97	605.10	15.64	28.56	15.13	16.77
29/75		2	20-40	DE LA JOYA	274.20	546.00	26.07	19.20	21.61	8.38
30/75	VIII	1	0-15	EST. VENTURA	191.40	343.20	12.99	19.48	13.89	12.57
31/75		2	15-30	EST. VENTURA	184.32	202.80	16.59	15.09	13.37	8.75
32/75		3	30-45	EST. VENTURA	130.17	171.60	18.96	13.41	14.69	18.53
33/75	IX	1	0-20	EST. VENTURA	137.90	700.50	17.46	40.86	11.74	29.54
34/75		2	20-40	EST. VENTURA	117.35	664.20	14.93	40.24	25.48	36.34
35/75		3	40-60	EST. VENTURA	99.11	525.60	18.57	35.90	11.82	18.44
36/75		4	60-70	EST. VENTURA	93.51	530.40	17.30	33.59	10.52	16.77
37/75		5	70-90	EST. VENTURA	78.80	452.40	14.22	21.86	11.37	12.43
38/75		6	90-110	EST. VENTURA	103.32	508.40	13.94	23.47	10.40	10.06

* MUNICIPIO DE SOLEDAD DIEZ GUTIERREZ, S. L. P.

* MUNICIPIO DE VILLA HIDALGO, S. L. P.

* 1N A BASE DE $HC_2H_3O_2$ Y NH_4OH DE PH= 7.0

TABLA No. 3

RESULTADOS DE ANALISIS POR EMISION ESPECTROFLAMOMETRICA PARA LOS SUELOS ESTUDIADOS EN LOS MUNICIPIOS DE SOLEDAD DIEZ GUTIERREZ Y VILLA HIDALGO, S.L.P.

NUMERO DE MUESTRA	SITIO DE MUESTREO	HORIZONTE	PROFUNDIDAD EN cm.	LOCALIDAD	CONCENTRACIONES OBTENIDAS CON SOLUCION BUFFER* EN p.p.m.		CONCENTRACIONES OBTENIDAS EN EL EXTRACTO DE SUELO SATURADO		CONCENTRACIONES OBTENIDAS EN SUSPENSIÓN ACUOSA 1:2.5 p.p.m.	
					SODIO	POTASIO	SODIO	POTASIO	SODIO	POTASIO
20/75	I	1	0-20	LATINAJA'	236	456	16.08	16.61	19.53	11.24
21/75		2	20-40	LATINAJA'	348	466	27.57	26.39	19.53	14.66
22/75		3	40-50	LATINAJA'	292	432	27.57	20.52	22.98	4.88
23/75	II	1	0-10	LATINAJA'	152	190	33.32	22.48	17.23	21.01
24/75		1	0-10	LA JOYA"	272	302	22.98	20.52	34.47	35.19
25/75	IV	1	0-10	LA JOYA"	92	38	22.98	18.57	29.87	29.32
26/75		1	0-5	LA JOYA"	356	1560	16.08	24.43	13.78	22.48
27/75	VI	1	0-15	LA JOYA"	194	182	16.08	11.73	19.82	9.77
28/75		1	0-20	± 1 Km. N.E.	214	656	12.63	24.43	13.21	15.64
29/75	VII	2	20-40	DE LA JOYA	288	533	27.57	22.48	19.53	9.77
30/75		1	0-15	EST. VENTURA'	194	336	10.34	14.66	11.20	12.70
31/75		2	15-30	EST. VENTURA'	178	196	16.08	16.61	12.06	11.24
32/75	IX	3	30-45	EST. VENTURA'	122	190	17.23	9.77	14.93	22.48
33/75		1	0-20	EST. VENTURA'	134	752	19.53	38.12	13.78	32.25
34/75		2	20-40	EST. VENTURA'	119	720	11.49	36.16	29.87	40.07
35/75	3	40-60	EST. VENTURA'	94	602	16.08	33.23	9.19	19.06	
36/75		4	60-70	EST. VENTURA'	86	554	16.08	30.30	9.19	12.70
37/75	5	70-90	EST. VENTURA'	74	466	12.63	18.57	11.20	15.64	
38/75		6	90-110	EST. VENTURA'	94	580	17.23	22.48	9.19	9.77

*MUNICIPIO DE SOLEDAD DIEZ GUTIERREZ, S. L. P.

**MUNICIPIO DE VILLA HIDALGO, S. L. P.

°IN A BASE DE $HC_2H_3O_2$ Y NH_4OH DE PH=7.0

TABLA No. 4
VALORES MAXIMOS, MINIMOS Y PROMEDIOS PARA LOS SUELOS PARA LOS SUELOS ESTUDIADOS

ABSORCION ATOMICA											
SOLUCION BUFFER				EXTRACTO DE SUELO				RELACION SUELO AGUA 1:2.5			
NO. DE MUESTRA	PROFUNDIDAD	MAXIMO	MINIMO	NO. DE MUESTRA	PROFUNDIDAD	MAXIMO	MINIMO	NO. DE MUESTRA	PROFUNDIDAD	MAXIMO	MINIMO
SODIO	21/75	354.7	78.8	23/75	0-10	30.91	12.99	24/75	0-10	33.76	10.40
	37/75			30/75	0-15			38/75	90-110		
		PROMEDIO 189.56			PROMEDIO 19.04				PROMEDIO 17.35		
POTASIO	26/75	1716	31.2	33/75	0-20	40.86	8.04	34/75	20-40	36.34	6.51
	25/75			27/75	0-15			27/75	0-15		
		PROMEDIO* 472.64			PROMEDIO* 23.16				PROMEDIO* 16.76		
EMISION ESPECTROFLAMOMETRICA											
SODIO	26/75	356	74	23/75	0-10	33.32	10.34	24/75	0-10	34.37	9.19
	37/75			30/75	0-15			35/75	40-60		9.19
		PROMEDIO* 186.26			PROMEDIO* 18.92			36/75	60-70		9.19
POTASIO	26/75	1560	38.0	33/75	0-20	38.12	9.77	34/75	20-40	40.07	4.88
	25/75			32/75	30-45			22/75	40-50		
		PROMEDIO* 464.76			PROMEDIO* 22.52				PROMEDIO* 18.41		

* PROMEDIO CALCULADO PARA TODOS LOS SUELOS MUESTREADOS

V.- DISCUSION E INTERPRETACION DE RESULTADOS

CON OBJETO DE INTERPRETAR Y DISCUTIR LOS RESULTADOS DE ESTA INVESTIGACIÓN ANALÍTICA DE SUELOS SE PRESENTAN EN 3 TABLAS LOS REPORTES DE LOS ANÁLISIS EFECTUADOS.

LOS RESULTADOS DE LA TABLA Nº 1 SIRVEN PARA CARACTERIZAR LA NATURALEZA FÍSICA Y QUÍMICA DE LOS SUELOS QUE SE ESTUDIARON DESDE EL PUNTO DE VISTA AGROECONÓMICO Y DE POSIBLES VARIABILIDADES QUE PUDIERAN PRESENTAR LOS ANÁLISIS POR ABSORCIÓN Y EMISIÓN ESPECTROMÉTRICA.

EL NÚMERO DE SITIOS DE MUESTREO ESTÁ INDICADO EN LA SEGUNDA COLUMNA EN FUNCIÓN DE PERFILES DE SUELO Y ESTOS SE ENCUENTRAN LOCALIZADOS A NIVEL REGIONAL EN EL PLANO Nº 1; ASIMISMO SE OBSERVA EN LA TERCERA COLUMNA DE ESTA TABLA QUE PREDOMINAN LOS SUELOS DELGADOS Y SUPERFICIALES YA QUE DE LOS NUEVE PERFILES SEIS CORRESPONDEN A SUELOS SUPERFICIALES CUYO ESPESOR NO PASA DE 20 CM; POR OTRA PARTE SE INCLUYÓ EN EL MUESTREO A SUELOS PROFUNDOS CON ESPESORES HASTA 110 CM, ESTO SE HIZO CON OBJETO DE UBICAR LAS POSIBLES VARIACIONES QUE PUDIERA PRESENTAR LA CAPA DE SUELO DESDE UN ASPECTO SUPERFICIAL HASTA UNA PROFUNDIDAD AGRÍCOLAMENTE COMO MUY BUENA.

LA UTILIZACIÓN A QUE ESTÁN SOMETIDOS ESTOS TERRENOS INDICAN DOS USOS, EL DE PASTOREO QUE INFIERE MENOR PERTURBACIÓN DE LAS CONDICIONES NATURALES Y EL DE CULTIVO QUE PRESENTA MAYOR ALTERACIÓN EN EL ESTADO NATURAL DEL SUELO.

ESTE USO TAMBIÉN ORIENTA ACERCA DE LOS CONTENIDOS DE LOS ELEMENTOS EN EL SUELO DEBIDO A QUE EN LOS CULTIVADOS ES POSIBLE QUE HAYA MAYOR PÉRDIDA O REMOSIÓN DE LOS ELEMENTOS DEBIDO A QUE ESTOS SE VAN EN LAS COSECHAS.

LOS NIVELES ALTITUDINALES EN LA ZONA DE TRABAJO ESTÁN - COMPRENDIDOS ENTRE 1825 Y 1940 METROS SOBRE EL NIVEL DEL MAR.

LAS CARACTERÍSTICAS QUE MÁS CONTRIBUYEN AL VALOR AGRÍCOLA DE ESTOS SUELOS ESTÁN DEFINIDOS POR LA CONDUCTIVIDAD ELÉCTRICA LA CUÁL INDICA QUE SE TIENEN SUELOS PRACTICAMENTE SIN SALINIDAD. ASI MISMO LAS LECTURAS DE PH OBTENIDAS EN EXTRACTO DE SUELO SATURADO Y SUSPENSIÓN ACUOSA NO EVIDENCIAN SODIO HIDROLIZADO Y EN CONSECUENCIA EL RANGO DE ALCALINIDAD NO REPRESENTA NINGUNA LIMITACIÓN PARA EL DESARROLLO DE LOS CULTIVOS.

LAS CIFRAS PARA MATERIA ORGÁNICA, PARTICULARMENTE LOS - PORCENTAJES CORRESPONDIENTES A LOS SUELOS SUPERFICIALES INDICAN BUENA PROVISIÓN DE ESTE CONSTITUYENTE EN ESTOS SUELOS, A EXCEPCIÓN DE LA MUESTRA 26/75 QUE CONTIENE 0.95%, PERO ESTA CIFRA SE JUSTIFICA AL CONSIDERAR QUE ESTE SUELO ESTÁ CONSTITUIDO EN SU MAYOR PARTE POR UN AGLOMERADO DE CALIZA DE UN ESPESOR QUE APENAS LLEGA A 5 CM. OTRO DATO DE SIGNIFICACIÓN EN EL CONTENIDO DE ELEMENTOS SOLUBLES COMO EL SODIO Y POTASIO - ES LA CANTIDAD DE AGUA CON QUE PUEDE SATURARSE UN PESO DADO DE SUELO DEBIDO A QUE TANTO MAYOR SEA ESTE VOLUMEN DE AGUA, MAYOR SERÁ LA CONCENTRACIÓN DE LOS ELEMENTOS EN SOLUCIÓN.

UNA VEZ ESTABLECIDAS LAS CONDICIONES FÍSICAS Y QUÍMICAS SE PROCEDE A INTERPRETAR LOS RESULTADOS DE LA TABLA Nº 2 QUE INCLUYE LAS CIFRAS ANALÍTICAS PARA SODIO Y POTASIO OBTENIDOS POR ABSORCIÓN ATÓMICA.

LAS CONCENTRACIONES CUANTEADAS EN SOLUCIÓN BUFFER PARA SODIO Y POTASIO SON MAYORES QUE LAS CUANTEADAS EN MEDIO ACUOSO DEBIDO PRINCIPALMENTE QUE AL EMPLEAR SOLUCIÓN BUFFER SE EXTRAEN LOS CATIONES INTERCAMBIABLES; Y LOS CATIONES SOLUBLES EN AGUA Y PARTE DEL SODIO Y POTASIO ADSORBIDO EN COLOIDES INORGÁNICOS DE MODO QUE ESTAS CONDICIONES CORRESPONDEN A LAS FORMAS QUE LA PLANTA PUEDE ASIMILAR.

LOS NIVELES DE POTASIO COMPRENDIDOS ENTRE 31.2 Y 1716 PPM CORRESPONDEN A LOS EXTREMOS DEL RANGO EN VIRTUD DE QUE EL MÍNIMO ES EL ÚNICO RESULTADO QUE ES MENOR DE 100 Y EL MÁXIMO IGUALMENTE ES LA CIFRA MAYOR DE 1000, POR LO QUE SE JUSTIFICA ESTA VARIACIÓN AL OBSERVAR EL ESPESOR DEL SUELO QUE ES MÍNIMO Y NO SOBREPASA LOS 10 CM. EN TÉRMINOS GENERALES TODOS ESTOS SUELOS ESTÁN BIÉN ABASTECIDOS DE POTASIO PARA LOS REQUERIMIENTOS DE LA PLANTA YA QUE EL PROMEDIO CON 189.56 PPM SE CONSIDERA RICO, EN LO QUE RESPECTA AL SODIO COMO YA SE HABÍA ESBOZADO EN LOS VALORES DE PH MENORES DE 8.5 NO REPRESENTA NINGÚN PELIGRO DE TOXICIDAD YA QUE LA MAYOR PARTE DE ESTE CATION SE ENCUENTRA EN FORMA SOLUBLE Y NO ADSORBIDA EN GRAN PROPORCIÓN A LOS COLOIDES. ESTA ASEVERACIÓN SE BASA EN LAS DIFERENCIAS ENTRE LOS VALORES DE PH OBTENIDOS EN SUS-

PENSIÓN ACUOSA Y EXTRACTO DE SUELO SATURADO, LOS CUALES SON MÍNIMOS Y EN NINGÚN CASO LLEGAN A LA UNIDAD.

LA DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS POR ABSORCIÓN ATÓMICA PARA SODIO Y POTASIO CUANTEADOS EN EL EXTRACTO DE SUELO SATURADO NOS PERMITE AFIRMAR QUE TIENEN SEMEJANZA CON LAS CONCENTRACIONES OBTENIDAS EN SUSPENSIÓN ACUOSA RELACIÓN SUELO-AGUA 1:2.5 Y ESTA EVIDENCIA SE REMARCA AL COMPARAR LOS VALORES PROMEDIO PRESENTADOS EN LA TABLA Nº 4, EN DONDE LOS RESULTADOS PARA ESTOS CATIONES EN EL EXTRACTO DE SUELO SATURADO SON LIGERAMENTE MAYORES Y ESTA SITUACIÓN PUEDE ATRIBUIRSE A LA HOMOGENIZACIÓN Y AL TIEMPO DE LA INTERFASE SUELO SOLUCIÓN, QUE DA POR RESULTADO QUE LOS CATIONES SOLUBLES ENTREN EN SOLUCIÓN TANTO LA FORMA SOLUBLE COMO LA ADSORBIDA, EN CAMBIO CUANDO SE AÑADE UN EXCESO DE AGUA COMO ES EL CASO DE LA SUSPENSIÓN ACUOSA 1:2.5 SE REDUCE NOTORIAMENTE LOS EFECTOS DE TRANSFERENCIA A SOLUCIÓN DEL POTASIO ADSORBIDO EN VIRTUD DE QUE LA DISOCIACIÓN DEL AGUA EVITA QUE EL POTASIO ADSORBIDO PASE A SOLUCIÓN EN FORMA SIGNIFICATIVA.

UN HECHO DE SIGNIFICACIÓN QUEDA EVIDENCIADO EN LA FORMA SIGUIENTE, LAS CONCENTRACIONES MAYORES DE ESTOS CATIONES CORRESPONDEN A LOS EXTRAIDOS CON SOLUCIÓN BUFFER Y AUNQUE LAS CONCENTRACIONES EN MEDIO ACUOSO GUARDAN SEMEJANZA, SE NOTA QUE LOS MAYORES CONTENIDOS SE ENCUENTRAN EN EL EXTRACTO DE SUELO SATURADO.

CONTINUANDO CON LA DISCUSIÓN E INTERPRETACIÓN DE LOS DA-

TOS CONTENIDOS EN LA TABLA Nº 3 Y QUE CORRESPONDEN A LOS OB
TENIDOS POR EL MÉTODO DE EMISIÓN, SE OBSERVA EN TÉRMINOS GE
NERALES LA MISMA CONSTANCIA QUE SE IDENTIFICÓ EN LOS OBTE
NIDOS POR ABSORCIÓN LO CUÁL PERMITE AFIRMAR QUE LOS NIVELES -
DE SODIO Y POTASIO EN ESTOS SUELOS NO PRESENTAN EFECTOS DE
OCLUSIÓN Ó ANTAGONISMO POR OTROS IONES, ASÍ MISMO LAS PEQUE
ÑAS DIFERENCIAS LOCALIZADAS AL COMPARAR LOS RESULTADOS POR
LOS DOS MÉTODOS DE ANÁLISIS PUEDEN ATRIBUIRSE PRINCIPALMEN-
TE A FENÓMENOS DE VARIACIONES DE MUESTRA EN EL CAMPO, GRADO
DE HOMOGENIZACIÓN AL REDUCIRLA DE TAMAÑO Y DISTINTOS MANE--
JOS Y GRADOS DE PERTURBACIÓN AL QUE ESTÁN SOMETIDOS ESTOS -
SUELOS.

EN LO QUE RESPECTA AL SISTEMA ANALÍTICO QUE PUDIERA RE-
PRESENTAR MÁS VENTAJAS E INCONVENIENTES DE LOS DOS ESTUDIA-
DOS, CONVIENE ESTABLECER QUE EL SISTEMA POR FLAMOMETRÍA AÚN
CUANDO TIENE MÁS TIEMPO DE HABER SIDO APLICADO A SUELOS PO-
DRÍA PRESENTAR LIMITACIONES CUANDO SE TRABAJARA CON SUELOS
FUERTEMENTE SALINOS O BIÉN CON CANTIDADES ANORMALES DE ALGU
NOS ELEMENTOS MENORES O TIERRAS RARAS, PERO EN SUELOS CONSI
DERADOS COMO NORMALES ENTRE LOS QUE SE CUENTAN LOS ESTUDIA-
DOS PUEDE ESTABLECERSE QUE LOS DOS MÉTODOS ANALÍTICOS FUN--
CIONAN Y LAS INCONVENIENCIAS O CONVENIENCIAS DEBERÁN UBICAR
SE MÁS BIEN DESDE EL PUNTO DE VISTA DE NÚMERO DE MUESTRAS,
RECURSOS DISPONIBLES, TIEMPO DE PROCESADO Y GRADO DE EXACTI
TUD. ES POSIBLE QUE EL EQUIPO POR ABSORCIÓN ATÓMICA PUDIERA

TENER PREFERENCIA EN AQUELLOS CASOS CUANDO JUNTAMENTE AL SODIO Y POTASIO HUBIERA QUE ANALIZAR OTROS ELEMENTOS CON OBJETO DE QUE TODOS LOS ANÁLISIS FUERAN REALIZADOS CON EL MISMO APARATO.

VI.- CONCLUSIONES

DE LA DISCUSIÓN E INTERPRETACIÓN EXPUESTA SE HA LLEGADO A LAS SIGUIENTES CONCLUSIONES:

- A).- LOS MÉTODOS DE ABSORCIÓN Y EMISIÓN PARA ANALIZAR SODIO Y POTASIO EN SUELOS CALIZOS DAN RESULTADOS SIN DIFERENCIAS SIGNIFICATIVAS.
- B).- LAS MAYORES CONCENTRACIONES DE SODIO Y POTASIO CORRESPONDEN A LOS EXTRAIDOS CON SOLUCIÓN BUFFER 1N DE PH = 7.0 Y EN CONSECUENCIA CUANDO SE TRATE DE CONOCER LAS NECESIDADES DE POTASIO EN LAS PLANTAS SE RECOMIENDA PRACTICAR ESTA EXTRACCIÓN.
- C).- LAS CONCENTRACIONES CUANTEADAS EN MEDIO ACUOSO SON MUY INFERIORES A LAS OBTENIDAS CON SOLUCIÓN BUFFER.
- D).- LAS CONCENTRACIONES CUANTEADAS EN EXTRACTO DE SUELO SATURADO Y SUSPENSIÓN ACUOSA SON MUY SEMEJANTES PERO SE NOTA UN LIGERO PREDOMINIO EN EL EXTRACTO DE SUELO SATURADO LO CUÁL SE ATRIBUYE A LOS EQUILIBRIOS ALCANZADOS POR LAS CONCENTRACIONES CATIONICAS EN LA INTERFASE SUELO-SOLUCIÓN.
- E).- SE SUGIERE QUE LOS CATIONES SODIO Y POTASIO SEAN ANALIZADOS POR MÉTODO DE EMISIÓN, CUANDO JUNTO CON ESTOS CATIONES SE VAYAN A ANALIZAR OTROS ELEMENTOS POR ABSORCIÓN ATÓMICA.
- F).- ES CONVENIENTE SEGUIR EL MÉTODO DE EMISIÓN PARA ESTOS -

CATIONES (Na^+ Y K^+) CUANDO SE TENGAN SUELOS CALIZOS, NO SALINOS Y SIN PROBLEMAS DE SODICIDAD.

g).- SE CONCLUYE ASÍ MISMO QUE LOS SUELOS CALIZOS ESTUDIADOS SON RICOS EN POTASIO, BIÉN ABASTECIDOS DE MATERIA ORGÁNICA, NO SALINOS Y EN TÉRMINOS GENERALES DE BUENA CALIDAD AGRÍCOLA.

EN VIRTUD DE QUE EL ANÁLISIS POR ABSORCIÓN ATÓMICA TIENDE A GENERALIZARSE Y A DESPLAZAR ALGUNOS MÉTODOS CONSIDERADOS COMO TRADICIONALES CONVIENE EN FUNCIÓN DE LA RAPIDEZ OPTAR POR ESTE MÉTODO AÚN CUANDO EL COSTO SE INCREMENTE EN MAYOR O MENOR GRADO.

VII.- RESUMEN

SE PRESENTA UN ESTUDIO SOBRE LA COMPARACIÓN DE TÉCNICAS ANALÍTICAS POR ABSORCIÓN ATÓMICA Y EMISIÓN ESPECTROFLAMOMÉTRICA PARA SODIO Y POTASIO EN SUELOS CALIZOS. SE TRABAJÓ CON 19 MUESTRAS DE SUELO, QUE CONSTITUYEN EL MATERIAL POR INVESTIGAR Y CORRESPONDEN A 9 SITIOS DE MUESTREO, LOS CUÁLES ESTÁN DESTINADOS A PASTOREO Y CULTIVO.

LA ZONA ESTUDIADA CORRESPONDE A LAS LOCALIDADES DENOMINADAS LA TINAJA Y ESTACIÓN VENTURA QUE PERTENECEN AL MUNICIPIO DE SOLEDAD DIEZ GUTIÉRREZ, S.L.P. Y LA JOYA MUNICIPIO DE VILLA HIDALGO, S.L.P.

LAS COORDENADAS GEOGRÁFICAS CORRESPONDIENTES A LA TINAJA Y LA JOYA SON:

22° 25' LATITUD NORTE

100° 47' LONGITUD AL E DE G

Y PARA ESTACIÓN VENTURA:

22° 23' LATITUD NORTE

100° 46' LONGITUD AL E DE G

LOS NIVELES ALTITUDINALES VARÍAN DE 1825 A 1940 METROS SOBRE EL NIVEL DEL MAR.

CON OBJETO DE ESTABLECER E INTERPRETAR LAS CONDICIONES ACTUALES Y PROPIEDADES FÍSICAS Y QUÍMICAS QUE PUDIERAN INFLUIR EN LOS RESULTADOS DE LOS ANÁLISIS PRACTICADOS POR ABSORCIÓN ATÓMICA Y EMISIÓN ESPECTROFLAMOMÉTRICA. SE PRESENTAN

RESULTADOS PARA: PH OBTENIDO EN EXTRACTO DE SUELO SATURADO Y EN SUSPENSIÓN ACUOSA RELACIÓN SUELO AGUA 1:2.5; POR OTRA PARTE SE REPORTAN CONTENIDOS DE MATERIA ORGÁNICA EN %, CONDICIONES DE NO SALINIDAD EN MMHOS/CM A 25 °C PARA ESTOS SUELOS - EXPRESADA EN FUNCIÓN DE LA CONDUCTIVIDAD ELÉCTRICA DEL EXTRACTO DE SUELO SATURADO, Y SE REPORTAN CIFRAS PARA % DE SATURACIÓN DE SUELO.

ASÍ MISMO SE INCLUYEN RESULTADOS PARA SODIO Y POTASIO EMPLEANDO PARA LA EXTRACCIÓN 3 SOLUCIONES DIFERENTES: SOLUCIÓN BUFFER 1N DE PH = 7, SUSPENSIÓN ACUOSA RELACIÓN SUELO - AGUA 1:2.5; Y EXTRACTO DE SUELO SATURADO. QUEDANDO ESTABLECIDO QUE LAS CONCENTRACIONES CUANTEADAS EN SOLUCIÓN BUFFER SON MAYORES QUE LAS CUANTEADAS EN MEDIO ACUOSO DEBIDO QUE AL EMPLEAR SOLUCIÓN BUFFER SE EXTRAEN LOS CATIONES INTERCAMBIABLES, LOS CATIONES SOLUBLES EN AGUA Y PARTE DEL SODIO Y POTASIO ADSORBIDO EN COLOIDES INORGÁNICOS QUE CORRESPONDEN A LAS FORMAS EN QUE LA PLANTA PUEDE ASIMILAR LOS NUTRIENTES.

EN CAMBIO LOS VALORES CUANTEADOS EN MEDIO ACUOSO O SEA EN RELACIÓN SUELO-AGUA 1:2.5 Y EN EL EXTRACTO DE SUELO SATURADO, SON NOTORIAMENTE MÁS BAJOS EN COMPARACIÓN A LOS CUANTEADOS EN SOLUCIÓN BUFFER DEBIDO A QUE EN RELACIÓN SUELO-AGUA 1:2.5 SE AÑADE UN EXCESO DE AGUA Y SE REDUCEN LOS EFECTOS DE TRANSFERENCIA A SOLUCIÓN DEL POTASIO ADSORBIDO EN VIRTUD DE QUE LA DISOCIACIÓN DEL AGUA EVITA QUE EL POTASIO ADSORBIDO PASE A SOLUCIÓN.

LOS RESULTADOS OBTENIDOS PARA SODIO Y POTASIO EN EL EXTRACTO DE SUELO SATURADO SON MAYORES QUE LOS OBTENIDOS EN RELACION SUELO-AGUA 1:2.5 Y ESTO PUEDE ATRIBUIRSE A LA HOMOGENIZACIÓN Y AL TIEMPO DE LA INTERFASE SUELO SOLUCIÓN OCASIONANDO QUE LOS CATIONES ADSORBIDOS ENTREN EN SOLUCIÓN.

EL FUNCIONAMIENTO DE ESTAS 2 TÉCNICAS PARA LOS CATIONES ESTUDIADOS ES DE BUEN RENDIMIENTO A PESAR DE QUE EXISTE DIFERENCIA EN LOS RESULTADOS PARA LAS DIFERENTES SOLUCIONES EXTRACTIVAS. SE ESTABLECE QUE LOS RESULTADOS ENTRE LAS DOS TÉCNICAS SON ACEPTABLES YA QUE EXISTE CORRELACIÓN ENTRE ELLAS. CUANDO EL TRABAJO A REALIZAR SEA MAYOR DE 50 MUESTRAS SE RECOMIENDA USAR LA TÉCNICA DE ESPECTROFOTOMETRÍA POR ABSORCIÓN ATÓMICA, YA QUE PARA MENOS MUESTRAS NO CONVIENE ESTA TÉCNICA DEBIDO AL ALTO COSTO.

CON OBJETO DE ESTABLECER LAS CONDICIONES ACTUALES Y PROPIEDADES FÍSICAS Y QUÍMICAS QUE PUDIERAN INFLUIR EN EL SODIO Y POTASIO DEL SUELO QUE AFECTA AL DESARROLLO DE LAS PLANTAS SE PRACTICARON LAS SIGUIENTES DETERMINACIONES COMPLEMENTARIAS: CONDUCTIVIDAD ELÉCTRICA REPORTADA EN MILIMHOS/CM, PH EN EXTRACTO DE SUELO SATURADO Y EN SUSPENSIÓN ACUOSA RELACION SUELO-AGUA 1:2.5, MATERIA ORGÁNICA Y POR ÚLTIMO % DE SUELO SATURADO. ESTAS DETERMINACIONES SE PRACTICARON PARA DEFINIR SI LAS DIFERENCIAS EN LOS MÉTODOS SE DEBEN A LA TÉCNICA ANALÍTICA Ó A LAS CONDICIONES DIFERENTES QUE PUDIERA PRESENTAR EL SUELO.

VIII.- BIBLIOGRAFIA.

- BALDERAS, P.J.M. ESTUDIO GEOLÓGICO Y GEOQUÍMICO DEL ÁREA -
ZARCA MAPIMÍ EN EL ESTADO DE DURANGO. TESIS DE INGENIERO
GEÓLOGO. SAN LUIS POTOSÍ, ESCUELA DE INGENIERÍA, 1973.
79 P.
- GRANDE LOPEZ, RAUL. MÉTODOS PARA ANÁLISIS FÍSICOS Y QUÍMI--
COS EN SUELOS AGRÍCOLAS. SAN LUIS POTOSÍ. UNIVERSIDAD -
AUTÓNOMA DE SAN LUIS POTOSÍ, INSTITUTO DE INVESTIGACIÓN -
DE ZONAS DESÉRTICAS, 1974 74 P.
- JACKSON, M.L. ANÁLISIS QUÍMICO DE SUELOS. TRAD. DEL INGLÉS
JOSÉ BELTRÁN M. 2^A ED. BARCELONA, OMEGA, 1970. 662 P.
- KHAN, H.L. PRINCIPLES AND PRACTICE OF ATOMIC ABSORPTION.
AMERICAN CHEMICAL SOCIETY, 183 - 197 PP.
- LARA, O.P. ESPECTOFOTOMETRÍA DE ABSORCIÓN ATÓMICA. TESIS -
DE INGENIERO QUÍMICO. SAN LUIS POTOSÍ, ESCUELA DE CIEN---
CIAS QUÍMICAS, 1974. 78 P.
- NAVARRO, A.C. MÉTODOS DE ANÁLISIS DE SUELOS AGRÍCOLAS Y -
AGUAS PARA RIEGO. SOBRETIRO DE LA REVISTA INGENIERÍA HI-
DRÁULICA EN MÉXICO, MÉXICO, 1957. 50 P.
- PERKIN ELMER CORP. INSTRUCCIONES PARA EL MANEJO DEL ESPEC--
TROFOTÓMETRO DE ABSORCIÓN ATÓMICA MODELO 306. NORWALK, -
CONN. U.S.A., PERKIN ELMER CORP. 1971. 74 P.
- PERKIN ELMER. MÉTODOS ANALÍTICOS POR ESPECTROFOTOMETRÍA DE
ABSORCIÓN ATÓMICA; TRAD. DEL INGLÉS. MOCTEZUMA CORDOVA -

- ORTIZ. AGUASCALIENTES, AGS., CÍA. VINÍCOLA DE AGUASCA---
LIENTES, S.A. 1972. 38 P.
- RICHARDS, L.A. DIAGNÓSTICO Y REHABILITACIÓN DE SUELOS SALI-
NOS Y SÓDICOS. TRAD. DEL INGLÉS NICOLÁS SÁNCHEZ D. ET. -
AL. 5A. ED. MÉXICO, CENTRO REGIONAL DE AYUDA TÉCNICA,
1970. 172 P. MANUAL DE AGRICULTURA Nº 60.
- SKOOG, D.A. Y WEST, D.M. ANÁLISIS INSTRUMENTAL. TRAD. VI--
CENTE AGUT A. MÉXICO, INTERAMERICANA, 1975. 718 P.
- WILLARD, H.H.; MERRITT, L.L. JR. Y DEAN, J.A. MÉTODOS INS--
TRUMENTALES DE ANÁLISIS. TRAD. PABLO GURZA B. 4A. ED.
MÉXICO, CONTINENTAL 1972. 964 P.

**Este Libro se Imprimió en Septiembre de 1977 en los
Talleres de Impresos Offsali-G, S. A., con Oficina en
Av. de los Poetas No. 340 (Frente a la Ciudad Univer-
sitaria), Tel. 3-04-22 San Luis Potosí, S. L. P.**

