Tesis
M. C.
G. 20
S 27

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONONA DE MEXICO

FACULTAD DE QUIMICA

Estudio del Contenido de Iones Inorgánicos y sus Interacciones en Suelos y Plantas de los Distritos de Riego 03 y 88.

T E S I S

QUE PARA OBTENER EL GRADO DE

M A E S T R O E N C I E N C I A S

(QUIMICA INORGANICA)

PRESENTA

MARGARITA EUGENIA GUTIERREZ RUIZ

México, D.F. 1982

M-56668

Universidad Nacional Autónoma de México
UNAM
Biblioteca Central
Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

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.

Jurado asignado según el tema:

Presidente:	Dr. Armando Manjarrez Moreno.
Vocal:	Dr. Gabriel Siade Barquet
Secretario:	Dr. Ignacio Méndez.
Suplente:	Dra. Norah Barba Berhens.
Suplente:	M. en C. Rubén Guajardo.

Sitio donde se desarrolló el tema:

Departamento de Química Inorgánica,
División de Estudios de Posgrado,
Facultad de Química y Departamento
de Edafología, Instituto de Geología,
UNAM.

SUSTENTANTE

Margarita Eugenia Gutiérrez Ruiz

ASESOR INTERNO
DEL TEMA:

Dra. Lena Ruiz de Ramírez

ASESOR EXTERNO
DEL TEMA:

Dr. Michael Armitage.

Este trabajo fué auspiciado
por el Consejo Británico y
fué dirigido por la Dra. Lena
Ruiz y el Dr. Michael Armitage.

A José Ignacio, Iñaki,

Gabi, Maite y Teresa.

"... no vemos palabras en la naturaleza, unicamente letras, pero cuando las arreglamos para poderlas pronunciar, descubrimos que las que habíamos considerado nuevas palabras, sólo son las letras iniciales de otras."

Lichtenberg.

PROLOGO

Al seleccionar la línea de investigación en la cual iba a desarrollar mi proyecto de tesis, me entusiasmaron dos ideas: una, la de escoger un tema relacionado a la bioinorgánica, y la otra, la de lograr que el proyecto tuviera una pronta aplicación para el País, digo "pronta" pues finalmente todo conocimiento es aplicable.

Por estas razones me involucré con el problema de cómo y por qué un determinado elemento inorgánico afecta a ciertos organismos y como su dispersión en el ambiente los puede dañar. La inmediata aplicación de un proyecto relacionado con este campo de investigación, queda en evidencia, por su relación directa con la productividad agrícola y ganadera y además con el control de la contaminación ambiental, todos renglones prioritarios en el desarrollo de México.

Seleccioné la parte que investiga las cantidades presentes de los elementos inorgánicos en los organismos y en su entorno natural, y que además estudia los factores que afectan su disponibilidad inmediata, relegando para el futuro, el estudio de los procesos de absorción, transposición, retención y utilización.

El camino ha sido difícil, pero aún a costa de tardar un poco mas de tiempo, del originalmente planeado, he logrado alcanzar las metas propuestas y lo más importante,he tenido la oportunidad de aplicar los principios de la Química Inorgánica a campos de estudio tan interesantes, como son: la Edafología, Agricultura, Estadística y Química Analítica.

México, D.F. Septiembre de 1982.

A G R A D E C I M I E N T O S

Debido al carácter interdisciplinario de este estudio, se requirió de una fuerte infraestructura y de diversas asesorías, lo que sólo se pudo obtener, gracias al apoyo de diversos organismos y personas.

Su ayuda resultó esencial,no solo porque permitió obtener resultados, sino porque funcionó como un estímulo constante para continuar trabajando. Es por eso que siento la necesidad de expresarles todo mi agradecimiento y afecto:

- Al Dr. Francisco Javier Garfias y a todo el Consejo Técnico de la ENEP ZARAGOZA, por haberme concedido la comisión que me permitió iniciar esta investigación.

- Al Dr. Jose Luis Galván y al Dr. Marcelo Pérez, por haberme involucrado en este proyecto.

- A los M. en C. Nicolás Aguilera, Rubén Guajardo, Mariano Villegas y al resto de las personas que laboran en el departamento de Edafología del Instituto de Geología, por haberme permitido utilizar sus instalaciones y haberme ofrecido, cada vez que se requirió, su asesoría.

- Al Consejo Británico, quien apoyó económicamente al proyecto y me ofreció la oportunidad de viajar a Inglaterra y trabajar en laboratorios especializados.

- A la M. en C. Leticia Rosales Hoz, del Departamento de Química Marina del Instituto de Ciencias del Mar, pues me brindó la oportunidad de montar un Horno de Grafito en el aparato de Absorción Atómica y realizar los análisis de cadmio y plomo.

- Al personal del Departamento de Servicio de la Compañia Varian de México, por haberme permitido trabajar en su laboratorio y haberme brindado toda la asesoría necesaria para aprender a manejar un Horno de Gráfito.

- Al Departamento de Estadística del IIMAS, en donde bajo la supervisión del Dr. Ignacio Méndez, la Ac. Patricia Romero obtuvo todos los datos estadísticos necesarios para este estudio.

- Al Ing. Edgar Ubelodhe, Director Técnico de CONCAMIN, por haberme proporcionado la información que requerí sobre la Industria Mexicana.

- Al estudiante de la Facultad de Química, Luis Ibañez, quien guiado por su interés en la investigación, ofreció su ayuda en toda la etapa experimental.

- A Guadalupe Martinez, quien con infinita paciencia mecanografió las tablas estadísticas.

Quiero además, hacer mención de los siguientes compañeros de trabajo, quienes en diversos momentos me brindaron su ayuda y experiencia: Lourdes Flores, Ian Goldman, Rafael Moreno, Teodoro Méndez, Hugo Heredia y Ubaldina Alvarez.

Finalmente a mis asesores y amigos Lena Ruiz Y Mike Armitage, por su confianza y apoyo durante todo este tiempo: ¡ MUCHAS GRACIAS¡

I N D I C E

INTRODUCCION..... 1

ANTECEDENTES..... 6

Generalidades 7
Hipótesis 11
Justificación 12
Objetivos..... 22

ETAPA EXPERIMENTAL..... 23
Universo de Estudio..... 24
Planeación..... 30
Descripción de los Sitios de Muestreo..... 39
Descripción del Tipo y Número de Muestras..... 43
Descripción de los Análisis Efectuados..... 46

RESULTADOS ANALITICOS..... 49
Suelos:
Resultados Generales de los Suelos Superficiales Cultivados..... 50
Resultados Generales de los Suelos Superficiales no Cultivados..... 52
Resultados Generales de los Suelos Profundos..... 54
Resultados de los Análisis por Rayos X.. 56
Plantas:
Resultados Generales..... 61
Resultados de los Análisis por Rayos X.. 67
Resultados de las Análisis de Boro..... 72
Resultados de los Análisis efectuados por Absorción Atómica en un Horno de Grafito..... 73

Aguas:

Resultados Generales de los Lodos (fase sólida)..... 74

Resultados Generales de los Lodos (fase líquida)..... 75

Resultados de los Análisis Efectuados por Absorción Atómica en un Horno de Grafito... 73

TRATAMIENTO ESTADISTICO..... 76

Datos Suelos:

Estadística Descriptiva*..... 79

Intervalos de Clase.....107

Análisis de Varianza.....112

Prueba de "t".....139

Diferencias entre Suelos cultivados y no Cultivados.....141

Factores de Correlación de Pearson.....142

Datos Plantas:

Estadística Descriptiva*.....145

Intervalos de Clase.....174

Factores de Correlación.....176

Análisis de Varianza.....181

Regresiones Lineales.....182

RESULTADOS Y CONCLUSIONES.....196

BIBLIOGRAFIA.....210

LISTA DE ABREVIATURAS.....216

LISTA DE MAPAS TABLAS Y FIGURAS.....218

APENDICES:

A) Funciones y Toxicidad de los Elementos Químicos en Sistemas Biológicos..... 219

B) Valores Reportados de los Contenidos de Elementos Químicos en Suelos, Plantas y Aguas..227

C) Métodos y Técnicas Utilizadas..... 237

(*) Medias, medianas, desviación estándar, moda, máximos y mínimos.

CAPITULO I

I N T R O D U C C I O N

INTRODUCCION

Tradicionalmente se había considerado que los compuestos que conforman a los organismos, estaban constituídos únicamente de carbono, hidrógeno y oxígeno y algunos otros elementos como nitrógeno, silicio, fósforo, azufre, etc. Sin embargo, en los últimos años se ha demostrado la presencia en los seres vivos de pequeñas cantidades de otros elementos, especialmente metales, a los cuales solo se les conocía por su participación en procesos inertes (ref. apéndice A).

A estos elementos inorgánicos, se les ha clasificado con base a la acción que ejercen dentro de los seres vivos, como: esenciales, benéficos y tóxicos.

Se les llama esenciales a los elementos cuya ausencia evita completar un ciclo viviente y desarrolla patologías, comunmente llamadas síntomas de deficiencia, que desaparecen por la acción específica de estos elementos y no por influencias ajenas. Estos elementos participan en aspectos básicos de la vida, entre otros: en la habilidad para capturar energía solar, en el de emplear la catálisis para controlar la liberación de energía, y en procesos de transferencia química y de energía, que comprenden el transporte de oxígeno a los sitios de oxidación y las reacciones redox.(30)

Sin embargo, el poder comprobar que un elemento es esencial para la vida, aplicando el criterio antes descrito, es sumamente difícil. Las dificultades pueden aclararse con un ejemplo: la cantidad de cromo necesaria para los animales es de 0.1 microgramos diarios por cada 100 gramos de peso, y para probar que este metal es esencial, se debe causar en forma artificial su deficiencia, produciendo una dieta absolutamente libre de cromo y observar los síntomas, lo cuál es en extremo complicado.

Ultimamente se han llevado a cabo experimentos muy cuidadosos en donde se mantienen estas difíciles condiciones, pero aún con todos esos esfuerzos, el estatus de muchos elementos está en duda, pues los animales y las plantas tienden a acumular reservas de estos iones, de forma que, aun cuando se les evite totalmente su suministro, pueden no presentar síntomas de deficiencia. (63)

Los elementos benéficos, es un grupo ampliamente distribuido en el material viviente y que ayuda al crecimiento y a la reproducción, pero que su ausencia no produce ningún efecto negativo. Muchos investigadores los consideran esenciales, pero dado que los requerimientos son tan bajos, pueden ser satisfechos con cantidades ínfimas.

En contraste, hay un tercer grupo de elementos que no tienen ningún efecto benéfico sobre los organismos y que en cambio su presencia rompe con los procesos normales del metabolismo y son los que comúnmente se les llaman "tóxicos".* Los mecanismos de toxicidad son muy complicados, pero en forma general la toxicidad resulta de uno de los siguientes mecanismos: bloqueo del grupo funcional esencial en la biomolécula, desplazamiento del ión metálico esencial de la biomolécula y modificación de la conformación activa de la biomolécula. Los tres mecanismos están basados en la habilidad que tiene el ión tóxico, para unirse a la biomolécula, por lo tanto, para su descripción pueden aplicarse los principios generales de la Química Inorgánica.(60)

A los tres grupos de lementos ya descritos, se les llama en general "elementos vestigiales"**, porque las concentraciones detectadas en los organismos son muy bajas. En particular, a los elementos esenciales se les nombra nutrimentos y de acuerdo a las cantidades que de estos requieren los organismos, para mantener un balance metabólico adecuado, se les clasifica como macro o micronutrimentos.

(*) Hay que hacer notar que los elementos esenciales y benéficos pueden llegar a ser tóxicos, cuando las cantidades disponibles son excesivas.

(**) También se les conoce como elementos traza, menores y en algunas ocasiones se les nombra iones vestigiales.

La disponibilidad de estos elementos vestigiales, no está necesariamente relacionada con su abundancia natural sobre la corteza terrestre, depende de otros muchos factores y se sabe que aun cambios menores en el ambiente pueden causar alteraciones drásticas en los patrones normales de absorción.

Y es en este siglo, cuando el sistema económico unido a la explosión demográfica, han impuesto la producción incesante de alimentos y satisfactores, que se ha producido la dispersión artificial de estos elementos vestigiales como consecuencia del desarrollo ultra-acelerado de la industria y la aplicación indiscriminada de técnicas agrícolas, especialmento el uso de fertilizantes y pesticidas.

Estos elementos dispersados, se depositan en la atmósfera, en las aguas y en los suelos, alterando las condiciones y contenidos normales del ambiente natural. De todos los sistemas contaminados es el de los suelos donde las consecuencias a largo plazo son mas graves.* En la mayoría de los suelos el contenido total de elementos vestigiales, está normalmente definido dentro de los límites dictados por consideraciones de orden geológico, y su contenido refleja la composición original de las rocas de las cuales deriva el material parental del suelo, pero al alterarlo, el depósito se hace en forma permanente y según parece irreversible.(65)

Entre los principales medios de dispersión de estos elementos vestigiales, uno de los mas frecuentes, lo constituye el uso de aguas residuales(negras) en la agricultura, ya que aparte de contener una gran cantidad de materia orgánica, la cual es una fuente abundante de nutrimentos, transportan parásitos, bacterias, virus y productos de desechos, que contienen compuestos y elementos químicos.

(*) Esta conclusión no es válida para el Fe y el Al, ya que aunque son los dos metales mas usados en la industria, también son los mas abundantes sobre la corteza terrestre, por lo que las consecuencias de su dispersión no son serias.

Los parásitos, bacterias y virus, pueden bajo condiciones favorables, sobrevivir por periodos mas o menos largos y establecer ciclos de vida en que estén incluídos los suelos, las plantas y en forma extrema los animales y humanos, produciendo que en esas zonas, ciertas enfermedades se vuelvan endémicas.

Los elementos y compuestos químicos que portan las aguas residuales, son principalmente productos de desecho de la industria y del tráfico vehicular. Dependiendo de la concentración, algunos de esos elementos resultan benéfico, por ser esenciales para los cultivos, como el manganeso, cobalto, hierro, etc. pero la mayoría son sustancias tóxicas, como es el caso del plomo, níquel, cadmio, ácidos, detergentes, álcalis, etc.

Si la contaminación de las aguas alcanza niveles peligrosos se pueden producir desequilibrios en la absorción de elementos vestigiales en las plantas, causando problemas de toxicidades y deficiencias*, que en condiciones críticas pueden alterar la cadena alimentaria y afectar la salud de los animales y consecuentemente la del hombre.**

(*) La situación contradictoria de que el riego con aguas residuales, ricas en nutrimentos, produzca deficiencias, se explica, por el efecto conjunto de todos los componentes químicos de las aguas, los cuáles pueden interaccionar entre ellos y con otros elementos, o pueden alterar las condiciones del suelo que son determinantes para la absorción normal de las plantas, como son el pH, textura, etc.

(**) Para mayor información sobre las funciones y toxicidad de los elementos inorgánicos, referirse al apéndice A.

CAPITULO II

A N T E C E D E N T E S

Generalidades ..... pag. 7

Hipótesis ..... pag. 11

Justificación ..... pag. 12

Objetivos ..... pag. 22

Generalidades.-

En América Latina, los desórdenes nutricionales constituyen una gran fracción de los factores que influencian la producción ganadera y agrícola. Un estudio hecho en Brasil, reveló que la mitad del ganado observado padecía de falta de apetito, pérdida de peso y otros síntomas que desaparecieron al controlarse el contenido de elementos vestigiales de su alimentación (49).

La agricultura moderna depende principalmente de la aplicación de cuatro tecnologías: mecanización, irrigación, fertilización y control de plagas (82). En México no hay un adecuado control de esas técnicas y en muchos sitios de la República ni siquiera se ha logrado su implantación.*

Los fertilizantes y pesticidas se aplican en forma empírica, sin estudios preliminares, lo que ocasiona múltiples problemas, como la eutroficación de las aguas o la contaminación de productos agrícolas con residuos de pesticidas y además, como esos fertilizantes, en la mayoría de los casos sólo contienen macronutrimentos (N,P y K), la necesidad de micronutrimentos solo es cubierta por la propia riqueza del suelo, por los residuos vegetales provenientes de los sobrantes de las cosechas o por fertilizantes naturales (abono animal).

La excepción la constituyen las zonas donde se utilizan aguas residuales para el riego, ya que éstas contienen gran cantidad de macro y micronutrimentos.

(*) En la agricultura de los países del primer mundo, se utiliza un promedio de 80 Kg. de fertilizante/hectárea. En 1975, en México se utilizaron 20 Kg/hectárea. (82)

Las aguas residuales provenientes del Valle de México, se aplican en dos zonas: el distrito de riego 88 y el 03 (ver mapa 2)

Hasta hace unos años, su uso en estos distritos, se había considerado de gran valor, pues aun cuando originalmente los suelos de la región eran muy pobres, el rendimiento por hectárea, era el mayor de la República (82), pero en los últimos años, el índice de productividad ha comenzado a disminuir, y este cambio se ha atribuído al hecho de que las aguas residuales reciben cada vez mas deshechos industriales. (Tabla I)

Para investigar los efectos del riego con aguas residuales en estas zonas y su relación con la baja de productividad, se efectuaron algunos estudios, en donde se han determinado las cantidades de elementos vestigiales presentes en los suelos, plantas y aguas de riego. Además se analizaron muestras de leche y aguas que proceden de los establos que consumen los forrajes producidos en estos distritos de riego.

Entre otras conclusiones, se obtuvieron las siguientes:

- " Se tenía en 1963, en el Gran Canal, una calidad de agua muy semejante a la calidad promedio para efluentes domésticos y municipales, es decir, altos valores de nutrimentos y detergentes y bajas concentraciones de metales pesados, ahora se tiene exactamente lo contrario." (68)

- " La calidad del agua de la fuente de abastecimiento para irrigación, de los distritos de riego 03 y 88 se ha ido deteriorando paulatinamente en el transcurso de los últimos diez años, debido a las crecientes aportaciones de efluentes industriales, como lo demuestra el desmedido aumento en la concentración de sólidos y metales pesados." (68)

T A B L A 1

ALTERACION DE LA CALIDAD DEL AGUA DEL GRAN CANAL EN LA

ETAPA 1964-1976

(fuente: Cuadro III-22, " Reuso del agua en la agricultura, la industria..." 3a etapa Dirección General de usos del agua y prevención de la contaminación. SARH.)

Parámetro (mg/l)	1964 (1)		1975 (2)		1976 (3)		Promedio agua residual doméstica en México 1975 (4)
	Km 6+250	Km 27+250	Km 6+250	Km 27+250	Km 6+250	Km 27+250	
pH	7.44	8.04	7.0	7.51	6.5	6.5	7.2
DBO	--	254	236	213	223	275	274
DQO	313	306	486	508	670	562	655
C.E.	1015	1623	1011	1672	1175	1858	---
$N-NH_3$	32	25	11.58	13.61	19.8	19.99	24
PO_4	71	35	8.12	7.48	7.02	8.03	21
SAAM	21	17	9.74	9.26	8.35	7.05	14
Cl	112	256	133	273	80.7	234	---
Cr	0.007	0.004	0.272	0.254	0.250	0.265	---
Cu	0.013	0.010	--	--	--	--	---

NOTAS:
(1) Promedio de los meses de junio a diciembre.
(2) Promedio de los meses de octubre de 1975 a febrero de 1976.
(3) Promedio de un muestreo intensivo , 6 y 7 de abril de 1976.
(4) Sistemas Económicos de Tratamiento, 2a etapa, 1975. Reuso del agua... SARH.

- "Las concentraciones de Fe, Cu, Zn y Co en forrajes son sumamente elevados en relación con las reportadas en la bibliografía ". (68)

- "Los forrajes en general presentan elevados contenidos de metales pesados, por lo que se recomienda confirmar posteriormente los resultados obtenidos". (68)

- " Fueron observados en leches, contenidos de plomo que superan el doble del límite permisible para el agua potable, notándose igualmente elevados contenidos de este elemento en forrajes". (68)

- "En el caso del Mo, se detectó un posible mecanismo de transmisión en el ciclo agua-suelo-forraje-leche". (68)

- "Los contenidos de Cd en todas las leches caracterizadas, superan considerablemente el límite permisible". (68)

- "Altos contenidos de Cd y Mo, en todos los tipos de agua de riego". (68)

- "Altos contenidos de plomo en los suelos que pueden producir toxicidad a las plantas y animales". (68)

-" Este es (se refiere al plomo), uno de los contaminantes que tanto en aguas negras como en suelos se encontró en cantidades sumamente elevadas". (47)

- "En tejidos vegetales se detectaron niveles sumamente altos de plomo". (47)

- " El análisis al azar de algunos sedimentos de las muestras de aguas negras, reportó altos contenidos totales de cobre, hierro, manganeso, plomo y zinc". (47)

- "Los valores de boro están medianamente altos, pudiendo prosperar en estos suelos solamente aquellos cultivos semitolerantes y tolerantes al boro." (47)

- "El mercurio es uno de los contaminantes que tanto en aguas negras como en suelos se encontró en cantidades sumamente elevadas." (47)

- "...la concentración de metales pesados en el suelo de este distrito. En general las concentraciones están arriba de lo normal y corresponden a un tiempo de depositación de 10 años con las consideraciones..." (50)

- "La alfalfa irrigada con aguas residuales tiene mas altas concentraciones de cadmio, cromo, selenio y zinc, que los cultivos regados con aguas mezcladas y dulces. La introducción de metales pesados en la cadena trófica, la cual incluye al hombre, puede tener serias consecuencias." (50)

Hipótesis.-

Con base en los antecedentes ya señalados que indican crecientes aumentos de las aportaciones de efluentes industriales a las aguas residuales y en la contaminación atmósferica, se podría presuponer la existencia de zonas con problemas de toxicidad, y vincularlas con la disminución de la productividad. Sin embargo al considerar las condiciones de los suelos de estos distritos de riego, los cuales presentan pH mayores de siete y altos contenidos de sodio y calcio, resulta dificil explicar la presencia de altas concentraciones de elementos vestigiales en formas químicamente disponibles para los cultivos*, por el contrario, se puede prever que se determinarán

(*) Excepto para el molibdeno, ya que este elemento aumenta su solubilidad a pH altos.

problemas de deficiencias de micronutrimentos* y resulta necesario corroborar los resultados publicados, pues aun considerando la actual degradación del ambiente en el Valle de México,"una incorrecta aplicación de las técnicas analíticas o una interpretación superficial de los resultados pueden inducir a conclusiones falsas o simplemente exageradas." (68)

Pero en cambio, aun con las condiciones alcalinas de los suelos, se puede plantear el aumento del contenido total de elementos vestigiales en los suelos, la depositación aérea sobre las hojas de los cultivos y su absorción foliar, especialmente de cadmio y plomo y en condiciones especiales, como: exceso de riego, cambios de temperatura, quelación de los elementos vestigiales, falta de aereación, interacciones entre elementos, etc.; aumentos en la solubilidad de estos iones en los suelos y consecuentemente, casos de toxicidad que confirmaran los ya publicados.

Justificación.-

Como una de las principlaes dificultades para lograr la autosuficiencia alimentaria lo constituye la falta de agua, el reuso de aguas residuales representa una solución viable para aumentar la proporción de tierras laborables de riego, pero como ya que "la agricultura es quizás la actividad que en mayor medida sufrirá los efectos del deterioro ambiental y del crecimiento de la población" (66), se debe asegurar un estricto control que asegure el resguardo de la salud de los consumidores de los alimentos de origen vegetal y animal, que proceden de estas regiones.

Respecto a la importancia que en forma particular pueda tener este control en los distritos de riego 03 y 88, se puede decir:

(*) En estas zonas se observaron síntomas foliares, que generalmente se presentan en cultivos con problemas de deficiencias de micronutrimentos.

I) Los distritos de riego 03 y 88 tienen gran importancia económica, pues en ellos se producen muchos cultivos, entre ellos una gran cantidad de forrajes (50), los cuales se consumen en el Complejo Industrial de Tizayuca, " fundado con el objeto de descentralizar las explotaciones lecheras del Distrito Federal"(82).

II) El deterioro ambiental en el Valle de México ha aumentado rápidamente, afectando la calidad de las aguas residuales y del aire de estas zonas agrícolas. Los principales factores que han coadyuvado a acelerar este proceso son los siguientes:

a) Aumento de la población. " Desde la década de 1940, la urbanización del País ha tenido un impulso desmedido; asimismo se ha elevado la tasa de crecimiento de población, pasando del 2.7% anual en la mencionada década al 3.1 % anual en la siguiente, y al 3.4% en la de 1960" (82), la tasa actual es de 2.5 %*. " En 1940 el 64% de la población nacional era rural, el resto era urbana. En 1970, la población urbana alcanza un 58.6%" (82), y en ese mismo año, el área metropolitana, que está formada por el Distrito Federal y 8 municipios del estado de México, abarca 2 296.4Km^2 y alcanza los 8 millones de habitantes. Actualmente , según datos de la SPP*,es de 15 668 800, y se prevé que en el año 2000, la población estará entre los 20 y los 30 millones. (82) (43)

b) Aumento del tráfico vehícular. Se considera que la contaminación de la ciudad de México se debe principalmente al tráfico, el cual de igual forma que la población se ha incrementado velozmente (ver fig.1 y 2)

(*) Datos obtenidos en la Secretaría de Programación y Presupuesto, y calculados por el Consejo Nacional de Población, con base en cifras del último censo.

FIGURA 1

CRECIMIENTO DE LA POBLACION VEHICULAR(1970-1986)

AREA METROPOLITANA DE LA CD. DE MEXICO

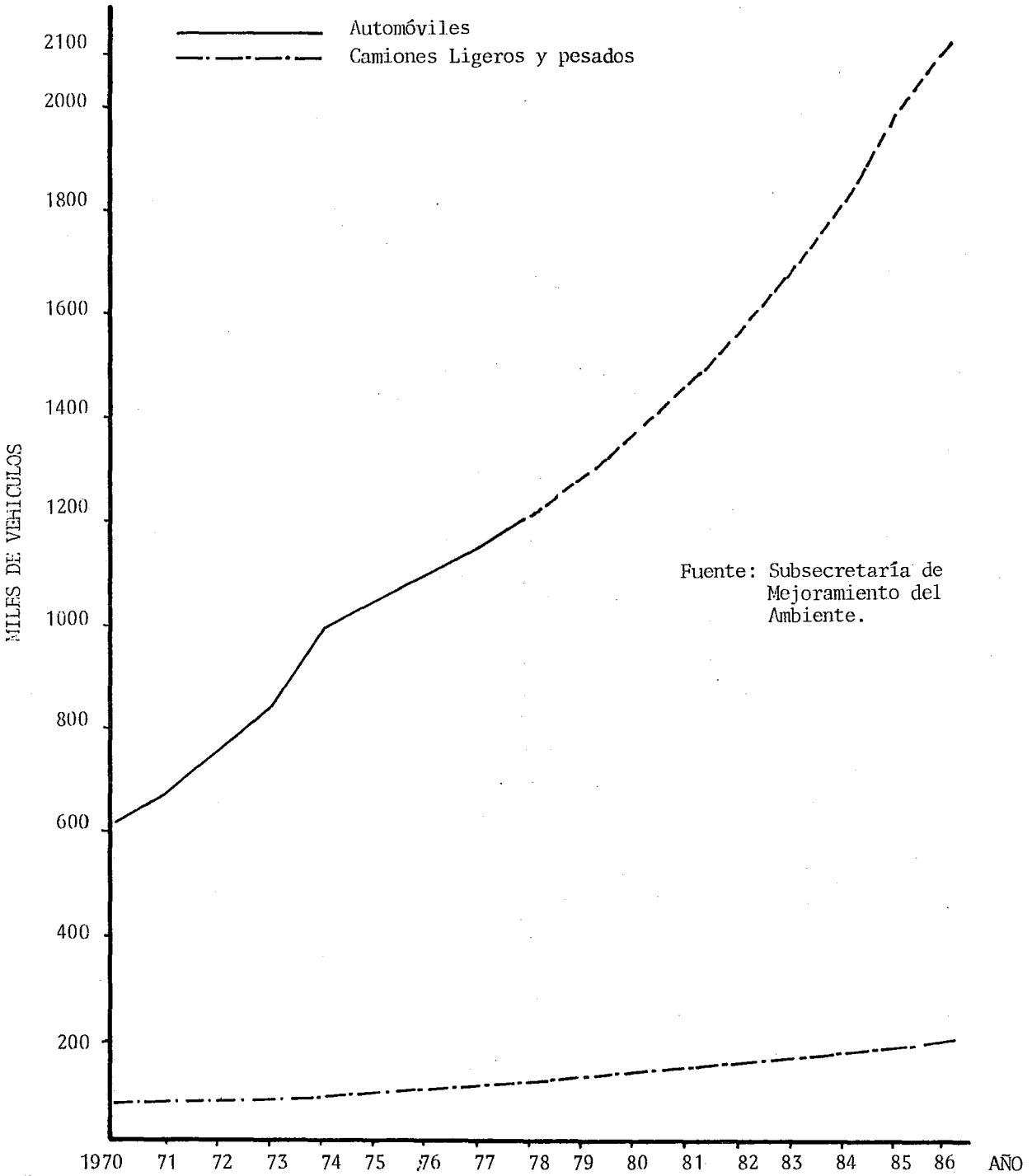
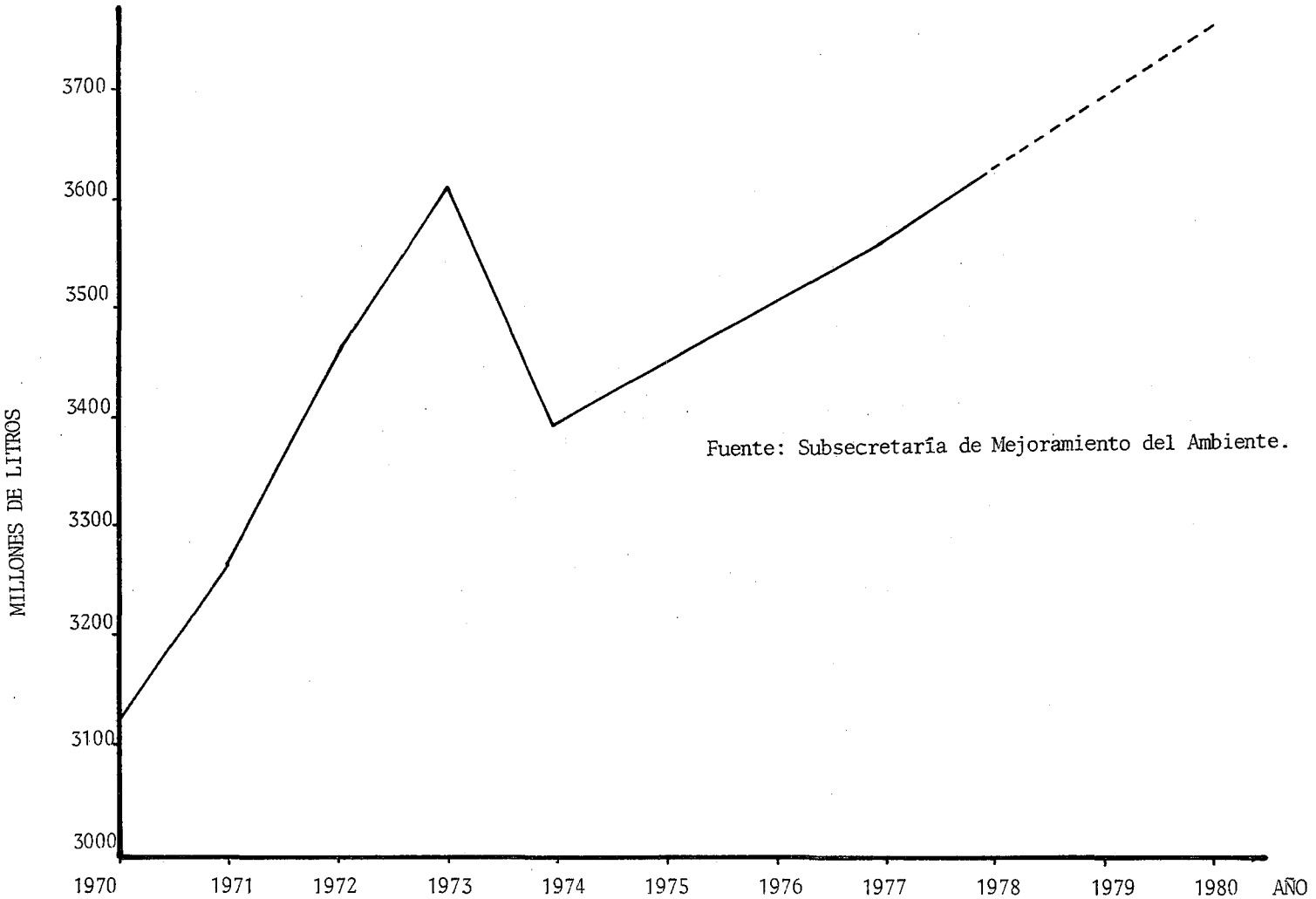


FIGURA 2

CONSUMO DE GASOLINA EN EL AREA METROPOLITANA DE LA CIUDAD DE MEXICO



Fuente: Subsecretaría de Mejoramiento del Ambiente.

La relación entre el tráfico vehicular y el aumento de la contaminación por plomo, ha sido ampliamente estudiada. Graham and Kalman(65), encontraron niveles 200 veces mas altos en pasto forrajero procedente de un área urbana que el de una área rural. Ward et al.(65) calcularon en 700 toneladas de plomo la cantidad expelida en 1970 por los vehículas de Nueva Zelanda.

c) Crecimiento de la zona industrial del Valle de México. "En 1930 México tenía una economía comparable a la de la India... el 70% de su población económicamente activa estaba dedicada a la agricultura, en tanto que actualmente solo representa el 39.5%;... la mayor parte de sus importaciones consistían en bienes de consumo y de hecho solo exportaba materias primas. Cuarenta años depués, el 85% de sus importaciones están compuestas por bienes de producción y el 50% de sus ventas al exterior, por artículos industriales. Esta transformación ha significado una tasa de crecimiento del Producto Nacional Bruto superior al 6% en el período 1930-1970".(40)(*)

"No obstante el notable dinamismo industrial y su importante contribución a la economía del país, su desenvolvimiento se ha realizado con la presencia de desequilibrios estructurales, caracterizados por el desigual crecimiento de las industrias y la concentración de la actividad industrial en un reducido número de zonas".(40)

Una de estas zonas, está situada en el norte del Distrito Federal, donde se ha concentrado la mayor parte de la industria del Valle, la cual utiliza en sus procesos diferentes elementos químicos y causa su dispersión. (fig. 3 y tablas 2 y 3)

(*) Después de 1970, las condiciones económicas del país, se han modificado por causa del petroleo. Para datos de crecimiento de la industria manefacturera, posteriores a 1970, referirse a la tabla 4.

T A B L A 2

LOCALIZACION INDUSTRIAL

Area metropolitana de la Ciudad de México

(referirse fig. 3)

PRINCIPALES INDUSTRIAS*	No. de plantas	elementos vestigiales que participan en sus procesos **
(a) Refinerias de petróleo	1	Pb
(b) Plantas termoeléctricas	4	Cd,Cu,Ni y Pb
(c) Plantas de cemento	2	Ba
(d) Fundiciones	8	Cr,Fe,Ag,Mn,Mo,Cd,Cu,Co,Ba Ni y Se.
(e) Industrias del jabón y detergentes.		
(f) Industrias químicas	2	As,Cd
(g) Industrias de fertilizantes	1	F
(h) Plantas de ácido sulfúrico	4	Se,Te,Va
(i) Industrias de celulosa y papel	1	Cr y Hg
(j) Producción de asfalto	2	
(k) Minerales no metálicos	1	
(l) Metalurgia no ferrosa	5	
(m) Industria del vidrio	4	As,B,Ba,Cr,Co, Cu,Fe,Mn,Pb y Se.
(n) Industria hulera	6	Ba,Zn y Se
(o) Fabricación de pesticidas	2	As,Cd,Cu,Hg,Pb y Zn
(p) Rastro	1	
(q) Producción fibra de vidrio	1	
(r) Tabiqueras	24	

FUENTE: Subsecretaría del Mejoramiento del Ambiente. Memorándum Técnico SMA/DGS At/04-78 y Pinta Maurice, Spectrometrie d'Absorption Atomique. pag. 456

NOTAS: (*) El orden seguido no indica su importancia como contaminante
(**) Donde no esta indicado ningún elemento, significa que no encontró información en la bibliografía señalada.

FIGURA 3

LOCALIZACION INDUSTRIAL "AREA METROPOLITANA DE LA CIUDAD DE MEXICO"

(Referirse a la Tabla 2)

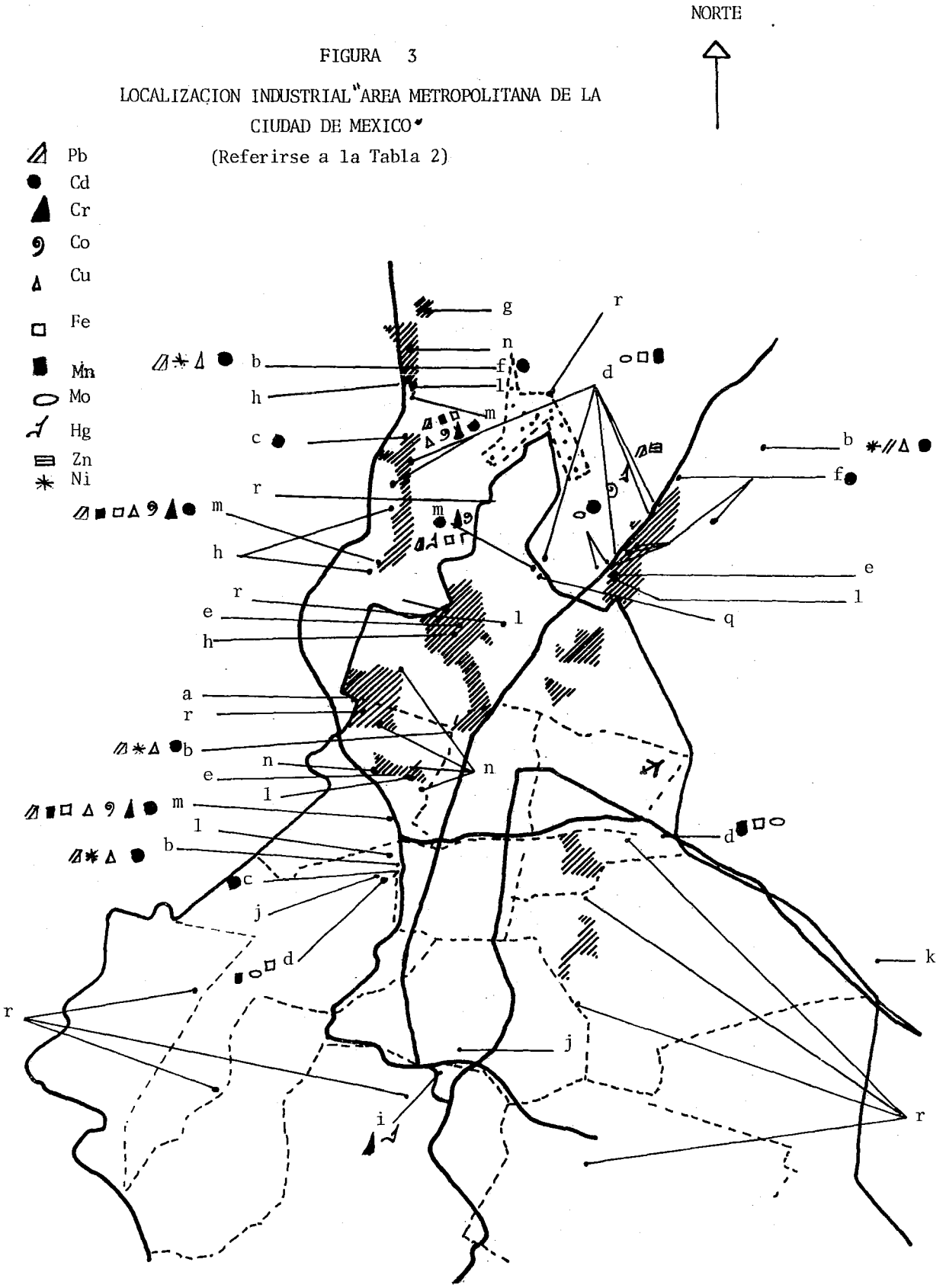


TABLA 3

INDUSTRIAS QUE UTILIZAN EN SU PRODUCCION ELEMENTOS VESTIGIALES.	ELEMENTOS														
	PLATA	ARSENICO	BARIO	CADMIO	COBRE	CROMO	COBALTO	HIERRO	MANGANESO	MERCURIO	MOLIBDENO	NIQUEL	PLOMO	ZINC	SELENIO
Joyería y bisuteria	X														
Extracción de minerales								X							
Fabricación de tinta	X						X	X		X		X			
Industria del caucho			X											X	X
" de la cerámica			X	X		X		X	X			X			
" química		X		X											
" de cementos especiales.			X												
" eléctrica				X	X								X	X	
" electrónica															X
" de la galvanoplastia.	X			X	X	X	X			X		X		X	
" de perfumes y cosméticos			X							X				X	
" de la pintura			X			X		X	X				X	X	X
" de pesticidas		X		X	X					X			X	X	
" farmacéutica	X									X				X	
" fotográfica y litográfica.				X	X	X							X		
" de los pigmentos										X					
" de la porcelana							X								
" de la pirotecnia			X			X			X	X					X
" de la seda														X	
" de los tintes		X	X			X		X	X				X	X	
" de los textiles					X										
" del vidrio		X	X		X	X	X	X	X				X		X
Metalurgia:															
-aceros						X		X			X				
-aceros duros		X													
-aleaciones	X		X	X	X		X		X			X			X
-tratamientos térmicos de metales			X						X						
Minas				X				X						X	
Papel						X				X					
Industria nuclear			X				X								
Tenerías		X			X	X				X					
Refinerías.													X		

FUENTE: Pinta Maurice, Spectrometrie d'Absorption Atomique. Aplication a l'Analyse Chimique. Masson et Cie, Editeurs.Paris (1971)

Los siguientes datos dan una idea de la gran concentración industrial en la cuenca del Valle de México. Se observará que casi la mitad del capital neto destinado en 1970 a las actividades industriales del país, se invirtió en el Valle de México, es decir, en el 0.49 % de la superficie del territorio mexicano.

Hay que considerar que la Cuenca incluye otros estados además del Distrito Federal y estado de México y que no solamente existe concentración industrial sino comercial, educativa, fiscal y de servicios. (4)

ESTABLECIMIENTOS INDUSTRIALES Y CAPITAL NETO INVERTIDO EN EL PAIS Y EN LA CUENCA DEL VALLE DE MEXICO (1970)

ENTIDAD	ESTABLECIMIENTOS INDUSTRIALES		CAPITAL NETO INVERTIDO	
	Número	%	Millares de pesos	%
REPUBLICA MEXICANA	119 963	100.00	156 415 962	100.00
CUENCA DEL VALLE DE MEXICO.	36 157	30.14	70 772 094	45.25
Distrito Federal	29 472	24.57	43 794 297	28.00
México	5 481	4.57	25 341 257	16.20
Hidalgo	841	0.70	1 627 947	1.04
Tlaxcala	345	0.29	8 424	0.01
Puebla	18	0.01	169	0.00

FUENTE: IX Censo Industrial. Dirección General de Estadística SIC (1973)

TABLA 4

VALOR DEL PRODUCTO INTERNO BRUTO REAL[1] DEL SECTOR MANUFACTURERO

(millones de pesos de 1960)

CLASE DE ACTIVIDAD	1970	1976	1978	1979	tasa media anual de crecimiento 76/70	79/70	79/80
TOTAL	67 680	93 244	105 250	114 288	5.5	6.0	8.6
Productos alimenticios bebidas y tabaco.	19 644	24 229	26 846	28 430	3.6	4.2	5.9
Fabricación de textiles, prendas de vestir y productos de cuero.	11 397	15 436	17 058	18 043	5.2	5.2	5.8
Productos de madera, fabricación de muebles, papel, imprenta y editorial.	5 110	6 848	7 714	8 182	5.0	5.4	6.1
Fabricación de productos químicos, productos de caucho y material de plástico.	9 128	14 216	14 477	15 337	7.7	5.9	5.9
Fabricación de productos minerales no metálicos.	2 964	4 980	5 737	6 310	9.0	8.7	10.0
Industrias metálicas básicas.	4 636	6 625	8 698	9 178	6.1	7.9	5.5
Fabricación y preparación de productos metálicos.	14 801	20 909	24 720	28 808	5.9	7.7	16.5

FUENTE: Elaborado por el CEESP, con datos del Banco de México, S.A.

Notas: (1) Eliminando el efecto de los precios.

Objetivos.

I) Determinar los contenidos de elementos vestigiales en suelos y cultivos de los distritos de riego 03 y 88.

II) Determinar en esos suelos y cultivos, los factores principales que condicionan la disponibilidad y absorción de los elementos vestigiales.

III) Evaluar los efectos que, sobre los suelos y cultivos de la región, ha tenido el riego con aguas residuales.

IV) Evaluar el contenido mineral y otros factores de suelos y cultivos, respecto a los niveles considerados adecuados para la productividad agrícola y para el consumo animal y humano.

V) Comparar los resultados obtenidos en este estudio con los ya publicados y analizar las similitudes y diferencias encontradas.

VI) Corroborar los datos publicados sobre el contenido de elementos vestigiales en augas y sedimentos de los canales de riego.

CAPITULO III

ETAPA EXPERIMENTAL

Universo de Estudio

Descripción del Distrito de Riego 88..... pag. 24
Descripción del Distrito de Riego 03..... pag. 24
Descripción de la Zona Testigo..... pag. 26
Descripción del Sistema de Drenaje..... pag. 26

Planeación

Definición de procedimientos..... pag. 30
Selección de los elementos vestigiales para su determinación analítica..... pag. 32
Determinación de los factores principales que condicionan la disponibilidad y absorción de los elementos vestigiales..... pag. 35

Descripción de los Sitios de Muestreo..... pag. 39

Descripción del Tipo y Número de Muestras..... pag. 43

Descripción de los Análisis Efectuados..... pag. 46

Universo de Estudio.

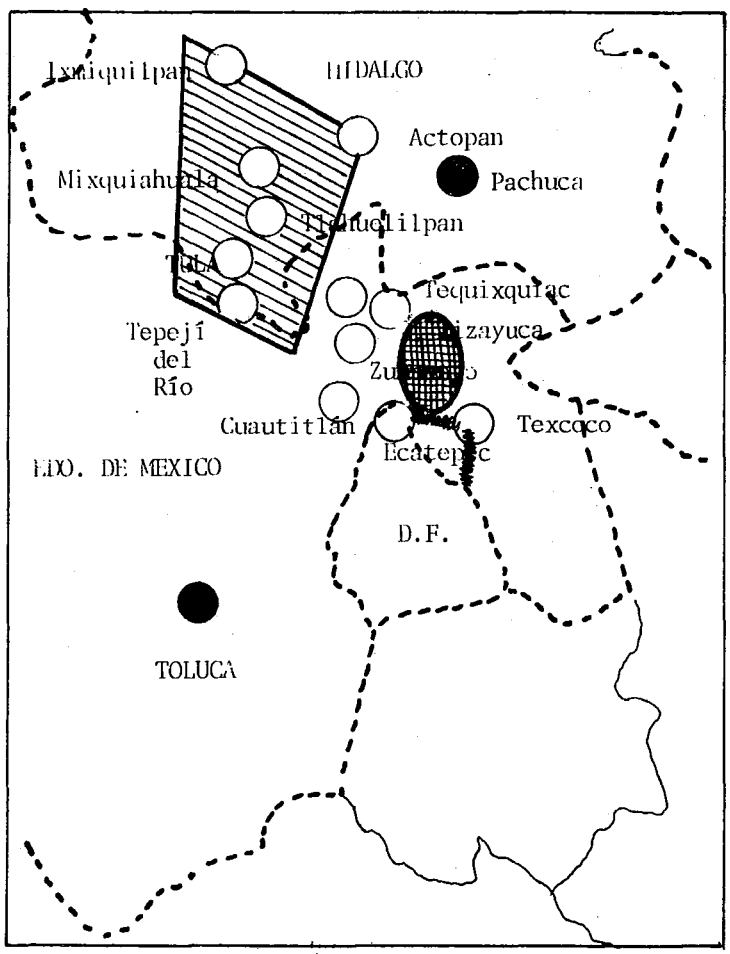
DISTRITO DE RIEGO 88.- Está ubicado al norte del Distrito Federal, sobre el margen oriental del Gran Canal de Desagüe, a la altura del Km. 27.25, donde se encuentra la obra de captación de agua residual que proporciona un gasto máximo de 4 metros/segundo. La distribución del agua se lleva a cabo mediante un sistema de canales secundarios, en los cuales también se recolectan las aguas residuales domésticas, que proceden de casas habitación construídas dentro del distrito de riego. (mapas 1 y 2)

Su extensión es de 8 620 hectáreas, de las cuales 628 corresponden a zonas urbanas, y el resto a zonas de explotación agrícola, con 5 500 hectáreas de riego, donde se cultiva maíz, alfalfa, remolacha forrajera, cebada, etc. Algunas parcelas presentan problemas de salinidad, característica debida básicamente a dos factores: la profundidad de las aguas freáticas, que en promedio se encuentran a profundidades de 8 metros, pero que en las zonas bajas se localizan a 0.3 metros, y al origen del suelo, ya que es fondo lacustre y presenta altos contenidos de sodio, calcio y magnesio.

El uso de semillas mejoradas, fertilizantes, insecticidas, etc. es muy reducido y las respuestas a la aplicación de fertilizantes es variable. La temperatura media anual es de 15.1°C, con máximos de 32.5°C y mínimos de -8°C. La precipitación media anual es de 437.8 mm. (68) y (47).

DISTRITO DE RIEGO 03.- Se localiza en el estado de Hidalgo y ocupa una extensión aproximada de 52 900 hectáreas, en las cuales se produce alfalfa, jitomate, calabacita, maíz, frijol, cebolla, ajo, chile, avena, trigo, cebada, etc. (mapas 1 y 2)

MAPA 1



DESCRIPCION DE LAS ZONAS DE ESTUDIO.

DISTRITO DE RIEGO 03
Extensión aprox. de 52 900 Has. (529 Km^2).

Tipo de agua: residual combinada (negra), de retorno agrícola, de primera calidad, mixta (76% residual y 24% dulce).
Cultivos: alfalfa, maíz jitomate, trigo, frijol, calabacita, etc.

DISTRITO DE RIEGO 88

Extensión aprox. de 8 600 hectáreas
Tipo de agua: Residual combinada, residual doméstica.
Cultivos: alfalfa, maíz remolacha.

ZONA TESTIGO

Tipo de agua: Dulce, de pozo.
Cultivos: alfalfa.

La principal fuente de abastecimiento de agua para el riego, la constituyen las aguas residuales procedentes de la Ciudad de México y del Area Metropolitana. Estas aguas son derivadas a los diversos canales para su aprovechamiento directo o se combinan con aguas dulces procedentes de la presa Requena. En una pequeña zona del distrito se utiliza agua dulce de primera y de retorno agrícola. (mapa 2)

El clima es templado lluvioso, con lluvias frecuentes en verano, la precipitación media anual es de 547 mm y la temperatura media anual es de 17°C, con un máximo de 39°C y un mínimo de -6°C. (47)

ZONA TESTIGO.- Esta ubicada al oriente del Distrito Federal, en las zonas aledañas al lago de Texcoco. Las parcelas que se seleccionaron están situadas cerca o en las márgenes de la carretera que rodea al lago y que une a Los Reyes con Texcoco y continua hacia Ecatepec.

Es una región semiurbana, con graves problemas de asentamientos irregulares. Se utiliza agua dulce para el riego, el clima es templado con lluvias en verano, muy similar al distrito de riego 88. (mapas 1 y 2)

SISTEMA DE DRENAJE.- En el año de 1886, se iniciaron las obras de drenaje del Valle de México, con la finalidad de impedir inundaciones, recibir los caudales negros y pluviales generados en la ciudad y sacarlos del Valle.

" En 1900 fue cuando se terminó de construir el Gran Canal y el túnel de Tequisquiac,... A este sistema se fueron añadiendo constantemente y al ritmo que las necesidades lo indicaban una serie de instalaciones, que hicieron que sirviera de manera muy precaria en el transcurso de muchos años, con la amenaza constante de las inundaciones. Entre 1940 y 1946 se construyó el canal de Tequisquiac,... hasta ese momento todas las obras construídas se proyectaron para trabajar por gravedad y asi funcionaron originalmente. El hundimiento provocó columpios y contrapendientes en el Gran Canal y en los colectores que en él desaguaban. Esto produjo serias inundaciones que obligaron a introducir estaciones de bombeo, a elevar los bordos del Gran Canal, a construir tanques de torrente, a realizar rectificaciones de los colectores y atarjeas y a construir numerosos conductos interceptores y de alivio." (82)

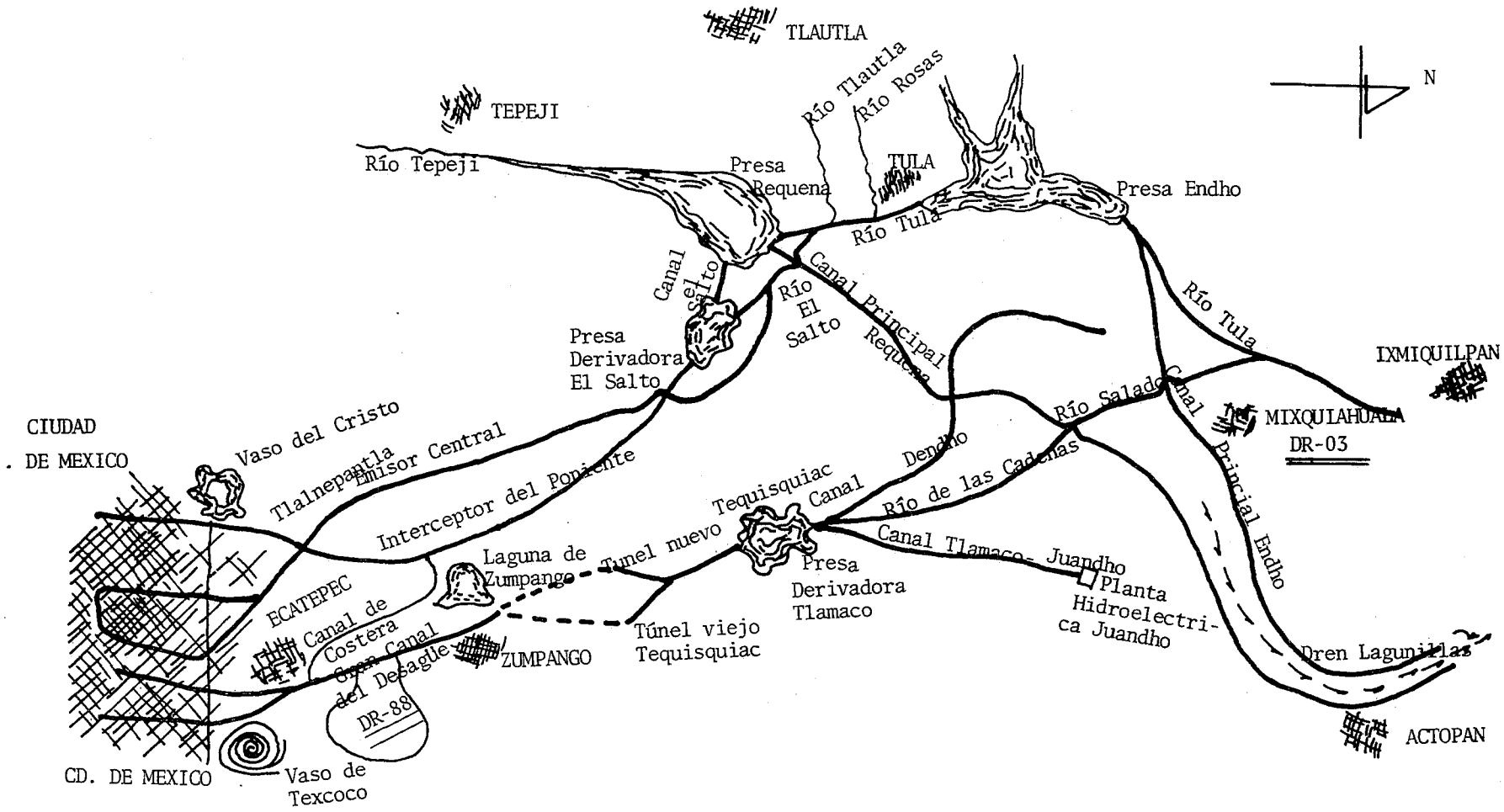
A pesar de las nuevas obras, el problema continuó agudizándose debido a que la velocidad con que se incrementaron los caudales negros y pluviales, superó ampliamente la capacidad del sistema. Los factores principales que causaron este desequilibrio, fueron el incremento demógrafico, la densidad de población, la impermeabilidad de la superficie de rodamiento , las descargas industriales y el incremento en la construcción.

En los últimos años, el sistema se ha completado con nuevas obras, por lo que a la fecha es mucho más grande y consta además del Gran Canal, con el Interceptor Poniente y el Emisor Central.

El Gran Canal mide 47.5 Km. de longitud, se inicia en el oriente de la Ciudad de México, sigue hacía la serranía de Guadalupe y en el Km. 20 cambia su dirección hacia el noroeste, con rumbo al distrito de riego 88, donde se encuentra ubicada en el K. 27.25 la estación de bombeo que proveé de aguas residuales a esta zona. Atraviesa parte de este distrito y se

FIGURA 4

CROQUIS DEL SISTEMA HIDROLOGICO



conecta posteriormente con la Laguna de Zumpango, y a través de los túneles de Tequisquiac con el río Salado, que es el afluente mas importante del río Tula. La distribución en el distrito de riego 03 se lleva a cabo por las presas Salitrón, Salitrillo y Tlamaco. (Fig. 4 y mapa 2)

El Interceptor Poniente fué puesto en operación en 1960, recibe las aportaciones del poniente de la Ciudad, donde se inicia en sección cerrada. Descarga al río Hondo y posteriormente se incorpora al Vaso de Cristo, almacenamiento de agua que está conectado también con el río de los Remedios. El interceptor parte del Vaso de Cristo en sección cerrada, hacía la Laguna de Zumpango y a través del Tajo de Nochistongo hacía el río del Salto, afluente del río Tula, con lo cuál, su caudal queda integrado al sistema hidrológico del distrito de riego 03. (Fig. 4 y mapa 2)

El Emisor Central es la obra mas reciente del sistema de drenaje del Valle de México, está formado por el Interceptor Central y por el Interceptor del Oriente. El primer interceptor atraviesa la ciudad de sur a norte, por la parte media. El Interceptor del Oriente, inicia su recorrido en el oriente de la ciudad, viaja parte de su trayectoria paralelamente al Gran Canal, pero mucho antes que éste, cambia su dirección hacia el noroeste para dirigirse a Amealco, cerca de la Nueva Ecatepec. En este sitio se unen ambos interceptores (Central y Oriente) para formar el Emisor Central, el cuál se dirige hacia el distrito de riego 03, en dirección a Tula Hidalgo. Pero antes de llegar a esta ciudad, desemboca en el río del Salto, con lo que su caudal de aguas residuales(negras), pasa a formar parte del sistema hidrológico de este distrito.

Planeación.

Definición de procedimientos.-

- Seleccionar los elementos vestigiales pertinentes y que además sean posibles de determinar en forma confiable, con la infraestructura disponible.

- Determinar los factores principales que condicionan la disponibilidad y absorción de elementos vestigiales, y seleccionar de entre todos, a los que se pueden controlar con la infraestructura disponible.

- Seleccionar sitios de muestreo en tres zonas, que pertenezcan al universo de estudio, pero en las cuales se utilicen diferentes tipos de agua de riego. Una, en la que se riegue con agua residual, otra con agua mezclada y finalmente una región testigo, en donde el agua de riego sea dulce.

- Recolectar en cada sitio muestras de suelo superficial cultivado, suelo superficial no-cultivado y suelo profundo, con el objeto de analizar sus diferencias, pues si se considera, que a excepción del riego, las técnicas agrícolas empleadas en las tres zonas seleccionadas son similares, es factible presuponer que las diferencias entre suelos cultivados y no-cultivados, que se presente en los lugares regados con agua residual y mezclada y no en la zona testigo, se deben al tipo de agua de riego y no a diferencias propias de cada región.

La diferencias entre los suelos superficiales y suelos profundos, sirven como indicador para localizar zonas donde se hayan presentado absorciones excesivas de elementos vestigiales, ya que las plantas tienden a removerlos de las capas profundas y depositarlos en las superficiales.

- Muestrear plantas que cumplan con los siguientes requisitos: se localicen en la mayoría de las parcelas seleccionadas, sirvan de alimento al ganado, o funcionen como guía para detectar problemas de deficiencias o toxicidades.

- Recolectar las muestras vegetales en verano(época de lluvia) y en invierno(época de riego), con el objeto de analizar las diferencias en los contenidos de elementos en plantas de las tres zonas, regadas con diferentes tipos de agua, en las dos regímenes de riego.

- Efectuar los análisis en muestras de plantas lavadas y no lavadas, para cuantificar las cantidades de elementos vestigiales, realmente absorbidas por las plantas y las cantidades totales que ingiere el ganado, quién las consume sin lavar.(*)

- Analizar muestras de aguas de riego, para confirmar que los niveles de concentración de elementos vestigiales de las aguas residuales utilizadas en el riego de las zonas de estudio, concuerdan con los datos ya publicados en estudios efectuados con anterioridad.

(*) Pero sin embargo, hay que considerar que el efecto sobre los organismos animales es diferente cuando los elementos ingeridos provienen de minerales o cuando se encuentran formando parte de las biomoléculas de las plantas.(3)

Planeación

Selección de los elementos vestigiales para su determinación analítica.-

Para seleccionar de entre los elementos vestigiales, los más adecuados, se consideraron a los principales que contaminan la atmósfera y las aguas residuales y a los que son importantes para el metabolismo vegetal, animal y humano.

A cada elemento se le asignó una puntuación fundamentada en los datos publicados en la literatura, respecto a los siguientes aspectos: toxicidad, función biológica, participación como contaminante atmosférico, como contaminante industrial y como contaminante agrícola:

Elemento	toxicidad	función biológica	Contaminante			TOTAL
			atmosférico	industrial	agrícola	puntos
Al	**	+		X		4
As	***		X	XX	X	7
B	**	++		X	X	6
Be	***		X			4
Br	*			X		2
Cd	***		X	XX		6
Cl	*	++		X	X	5
Co	***	++		X		6
F	*	++		X	X	5
Fe	*	+++		X	X	6
Hg	***			XX	X	6
I	*	++		X		4
Mn	**	+++		X		6
Mo	**	+++	X	X		7
Na	*	++			X	4
Ni	***	++	X	XX		8

Continúa ⟶

Elemento	toxicidad	función biológica	Contaminante atmosférico	industrial	agrícola	TOTAL puntos
Pb	***		XX	XX		7
Se	**	++		X		5
Va	**	+	X	X		5
Cu	***	+++	X	X	X	9
Cr	**	++		XX		6
Zn	**	+++	X	X		7

CLAVES

toxicidad:

*** muy tóxico

** moderadamente tóxico

* ligeramente tóxico

función biológica:

+++ esencial para todo organismo

++ esencial solo para algunos organismos

+ solo participa en alguna función específica,o su estatus está en duda.

Contaminación atmosférica:

XX humos industriales y/o tráfico vehicular

X humos industriales

Contaminación industrial

XX participa en procesos industriales y su dispersión se considera peligrosa.

X participa en procesos industriales.

Contaminación agrícola:

X Se encuentra como contaminante de las aguas de riego o es componente de los fertilizantes, pesticidas, etc.

FUENTES: (6,30,60,63,64,65,70) referirse al apéndice A y a las tablas 2 y 3.

Se seleccionaron a los elementos que reunían seis o mas puntos: arsénico, boro, cromo, cadmio, cobalto, cobre, hierro, mercurio, molibdeno, plomo y zinc.

Se eliminaron al mercurio y al arsénico, pues con la infraestructura disponible no era posible efectuar un muestreo confiable. Estos elementos, forman compuestos volátiles y si no se toman las debidas precauciones, se pueden alterar fácilmente sus contenidos.

Adicionalmente, para controlar la calidad del lavado de las muestras vegetales, se decidió determinar en algunas muestras vegetales, el contenido de titanio. Este es un elemento muy abundante en los suelos, pero que por estar en formas químicas insolubles, no es absorbido por las plantas. Por lo tanto su presencia, es señal de una posible contaminación con partículas de suelo.

Planeación

Determinación de los factores principales que condicionan la disponibilidad y absorción de los elementos vestigiales.-

Los procesos que se efectúan en los suelos y que condicionan la disponibilidad y absorción de los elementos vestigiales son muy complejos, sin embargo, con base en la literatura,* se realizó una selección de los factores mas importantes que intervienen en el equilibrio agua-suelo-planta. Se describen sus efectos y relaciones y se proponen ,en los casos en que es factible, observaciones y determinaciones analíticas, para su control.

Los dos primeros factores son los mas importantes:

FACTOR	EFECTO	CONTROL
acidez del suelo	el pH afecta: -La solubilidad de OH^-, $O^=$, $CO_3^=$,complejos, silicatos y fosfatos. -El equilibrio de cationes intercambiables: $M^+X^- + H^+ \longleftrightarrow M^+ + HX$ -Las cargas terminales de los aluminosilicatos. $\equiv Al\text{-}OH^{-1/2} + H^+ \longleftrightarrow$ $\equiv Al\text{-}OH_2^{+1/2}$ -El sistema redox: $NH_4^+ + 2O_2 \longleftrightarrow$ $2H^+ + NO_3^- + H_2O$	medir el pH de los suelos.

(*) Citas 5, 8, 25, 33, 55, 57, 68 y 70.

FACTOR	EFECTO	CONTROL
potencial redox del suelo	-Este factor está relacionado directamente con el contenido de O_2(aire) del suelo. En el estado reducido, las siguientes reacciones pueden ocurrir: -Denitrificación(paso del NO_3^- a NO_2^- o a N_2) -Reducción del MnO_2 a Mn^{++} -Reducción de Cu(II) a Cu(I), de Fe(III) a Fe(II) y de otros iones metálicos. -Reducción de $SO_4^=$ a H_2S -Producción de CH_4 a partir de CO_2 -Producción de H_2	El potencial del suelo varía contínuamente, dependiendo del riego, aereación, etc. por lo que no se propone control.
Concentración total de elementos vestigiales en suelos.(riqueza mineral)	-La riqueza mineral de los suelos conforma una reserva potencial, ya que en condiciones favorables, estos minerales se solubilizan, liberando iones que pueden ser absorbidos por las plantas.	Análisis del contenido total de elementos vestigiales en suelos cultivados, no-cultivados y profundos.
Concentración disponibles de elementos vestigiales en suelos.	-Los elementos disponibles son los que están solubles o que fácilmente se solubilizan, y por lo tanto pueden ser absorbidos por las plantas.	Análisis del contenido extractable de elementos vestigiales en suelos cultivados, no-cultivados y profundos.
Composición de los suelos.	Los cationes de los elementos vestigiales se unen a las arcillas en forma lábil y por la facilidad con que pasan a la solución del suelo, pueden ser absorbidos por la planta. Así mismo la concentración de carbonatos, arena, etc. alteran otras condiciones determinantes para la solubilidad de los elementos vestigiales.	Determinación en los suelos de todos los parámetros necesarios para clasificarlos. (análisis de rutina)

FACTOR	EFECTO	CONTROL
Reacciones antagónicas entre elementos.	-Las reacciones antagónicas entre iones sean vestigiales o no, varían la concentración de estos en la solución del suelo, y en la superficie y zonas cercanas a las raices. Aunque los mecanismos no están claros, alteran los patrones de absorción, transposición y uso dentro de las plantas.	Determinación de los contenidos de fósforo, nitrógeno, potasio, magnesio, calcio y sodio, en plantas y suelos.
Fuerza iónica de la solución del suelo.	La fuerza iónica, mide el campo eléctrico y es proporcional a la concentración iónica de la solución, que afecta el equilibrio y la velocidad de las reacciones.	Medir la conductividad de los suelos.
Concentración de elementos vestigiales y otros compuestos químicos, en las aguas de riego.	Si las aguas de riego contienen gran cantidad de elementos vestigiales y otros compuestos,se altera la riqueza total y/o disponible de los suelos y otras condiciones, como el pH.	Determinar el pH, la conductividad y el contenido de elementos vestigiales en las aguas de riego.
Presencia de agentes quelatantes.	La formación de quelatos altera la solubilidad, el transporte de iones y el pH.Estos cambios a su vez afectan la disponibilidad de los elementos vestigiales.	Determinación de la materia orgánica, ya que los agentes quelatantes son componentes de esta fracción del suelo: ácidos fúlvicos, húmicos y moléculas orgánicas de menor peso molecular como los aminoácidos.

Clima y estación	El cambio de temperatura y luz afecta la actividad metabólica de la planta. Por ejemplo, si se altera el contenido de oxígeno y la evaporación, se facilita la absorción de agua por las raices y por consecuencia la entrada de iones vestigiales. Además, se producen cambios en el flujo de masa de la solución y en las reacciones redox.	Se tomaran muestras de las plantas, en dos épocas del año.
Situación geográfica y topográfica.	Estos factores están relacionados en forma múltiple con la disponibilidad de los elementos vestigiales. Por ejemplo, la inclinación del terreno varía el patrón de flujo y por lo tanto afecta el transporte de masa; la ubicación de la parcela, su cercanía a centros industriales, carreteras, etc. varían el nivel de contaminación.	No es posible controlar estos factores, únicamente se anotarán los datos pertinentes acerca de la inclinación del terreno, su cercanía a carreteras, a centros urbanos o industriales, etc.
Concentración de elementos vestigiales en la atmósfera.	Ya que las plantas absorben por medio de las hojas, elementos químicos, la presencia de estos en la atmósfera puede alterar los contenidos normales y causar toxicidades. Además su depositación sobre los suelos altera los contenidos totales y extractables.	No se propone control, únicamente una comparación entre los contenidos determinados en plantas y las concentraciones disponibles en suelos. En los casos en que las plantas tengan niveles excesivos y en cambio la concentración disponible en los suelos sea baja, se puede presuponer que la contaminación procede del aire.
Microorganismos	Los microorganismos alteran la concentración de iones de la solución, ya que absorben o desorben iones, varian el pH y otras condiciones de los suelos.	No se propone control.

Descripción de los sitios de muestreo

Se seleccionaron 26 sitios de muestreo: 6 están ubicados dentro de la zona testigo y se riegan con agua dulce, diez en el distrito de riego 88 y zonas aledañas, donde se utiliza agua residual y 10 en el distrito de riego 03, en una zona donde se usa agua mezclada. (mapa 2)

SITIO	TIPO DE AGUA	MUESTRAS RECOLECTADAS*	UBICACION*	DESCRIPCION
1	dulce	Al y Pa	Z.T.	Zona semi-urbana, situada a 2.6 Km al este de San Vicente Chicoloapan, Edo. de México
2	dulce	Al,Pa y agua.	Z.T.	Entrada de San Vicente Chicolapan
3	dulce	Al	Z.T.	Al lado de la carretera que une a los Reyes con Texcoco,a un Kilómetro de S. Vicente Chicoloapan en dirección hacia Texcoco.
4	dulce	Al	Z.T.	Situado a 10 K. de Texcoco, en el margen derecho de la carretera que rodea al lago y une a Texcoco con Tepexpan.
5	dulce	Al y Pa	Z.T.	Ex-hacienda La Grande sobre la carretera que une a Texcoco con Tepexpan.

(*) ref. a tabla de abreviaturas.

Continúa——————→

SITIO	TIPO DE AGUA	MUESTRAS RECOLECTADAS*	UBICACION*	DESCRIPCION
6	residual	Al,Pa y Ma	D.R.88	A 0.5 Km de Venta de Carpio, en una zona limitada por la carretera a Teotihuacan y la carretera que une a Tepexpan con Ecatepec.
7	residual	Al y Pa	zona aledaña al D.R.88	Situado en el pueblo de S. Cristóbal, colinda con la Av.Nacional y está muy cerca de Guadalupe Victoria.
8	residual	Al y Pa	"	Junto al rancho Almaraz en Cuautitlán.
9	dulce	Al	"	Al oeste de Cuautitlán, a 200 m. del canal de desague, enfrente de una iglesia
10	residual	Al,Pa,Pi y agua	D.R.88	Por la carretera 85 antes de llegar a Sta. María Ozumbilla de sur a norte, hay una desviación hacía el oeste, para la Hda. Ojo de Agua. El sitio esta localizado a 20 m. al sur del camino a la Hda.,a un Km. del entronque, junto a un canal sec. de riego, de donde proviene la muestra de agua.
11	residual	Al y Pa	D.R.88	A 1.5 Km. del entronque de la carretera 85 con el camino a la Hda. Ojo de Agua, en dirección este a oeste.

(*) ref. a tabla de abreviaturas.

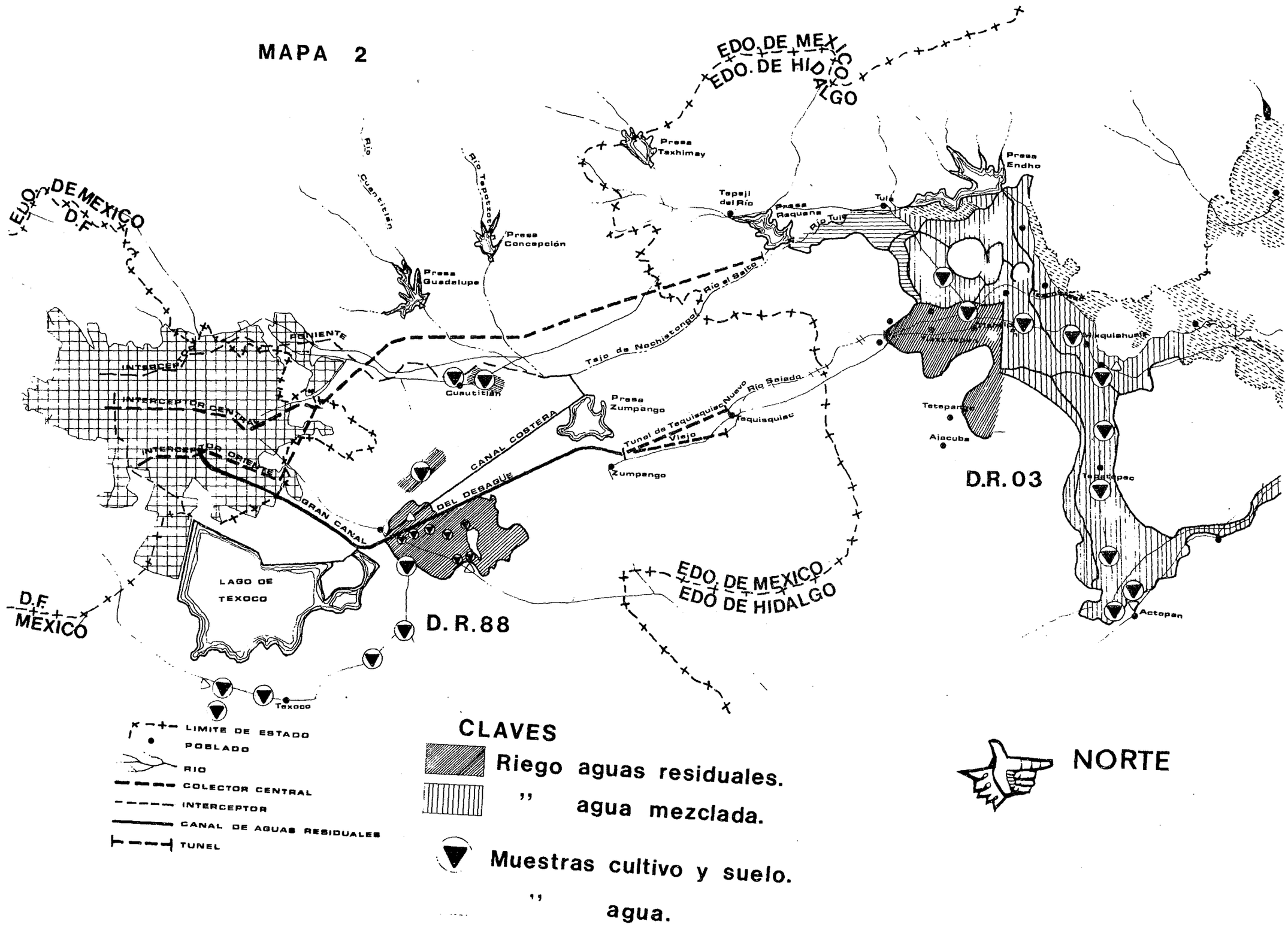
Continúa ⟶

SITIO	TIPO DE AGUA	MUESTRAS RECOLECTADAS*	UBICACION*	DESCRIPCION
12	residual	Av,Pa y Ma	D.R.88	Situado dentro del desarrollo urbano de la Hda. Ojo de Agua, en la calle de Violetas, manzana171
13	--	--	--	Este lugar se eliminó pues dejó de sembrarse.
14	residual	Al,Pa y Be	D.R.88	A 5 Km. al norte de la estación de bombeo sobre la carretera de terracería.
15	residual	Be y Ma	D.R.88	A 1.6 K. al norte de la estación de bombeo
16	residual	Pa,Eu,Pi y agua	D.R.88	Estación de bombeo del Gran Canal.
17	residual	Al,Pa y Be	D.R.88	A 2 Km. al sur de la estación de bombeo
18	mezclada	Al,Pa y agua	D.R.03	Saliendo de Actopan por la carretera 26 hacía Mixquihuala, a 1 Km del entronque con la carretera 85
19	mezclada	Al y Pa	D.R.03	Enfrente del sitio 18
20	mezclada	Al y Pa	D.R.03	A 5 Km. de Actopan hacía el oeste,en la margen derecha de la carretera 26
21	mezclada	Al,Pa,Fr y Pi	D.R.03	A 10 Km de Actopan, hacia el oeste(Mixquihuala).
22	mezclada	Pa y Fr	D.R.03	Entre Bocamiño y Tepatepec, sobre la margen derecha de la carretera, en dirección a Tula.

(*) ref. a tabla de abreviaturas.

Continúa——→

MAPA 2


EDO. DE MEXICO
EDO. DE HIDALGO
EDO. DE MEXICO
D.F
Presa Taxhimay
Presa Endho
Tepeji del Río
Presa Requena
Tula
Río Tula
Río Cuautitlán
Río Tepotzotlán
Presa Concepción
Presa Guadalupe
Río el Salto
Tajo de Nochistongo
PONIENTE
INTERCEPTOR
INTERCEPTOR CENTRAL
INTERCEPTOR ORIENTE
Cuautitlán
Presa Zumpango
CANAL COSTERA
DEL DESAGUE
GRAN CANAL
Tunel de Tequisquiac Nuevo
Río Salada
Tequisquiac
Tunel de Tequisquiac Viejo
Zumpango
Tetepango
Ajacuba
D.R. 03
Tezontepec
Actopan
LAGO DE TEXOCO
D.F
MEXICO
D.R.88
EDO. DE MEXICO
EDO DE HIDALGO
Texcoco
LIMITE DE ESTADO
POBLADO
RIO
COLECTOR CENTRAL
INTERCEPTOR
CANAL DE AGUAS RESIDUALES
TUNEL
CLAVES
Riego aguas residuales.
" agua mezclada.
Muestras cultivo y suelo.
" agua.
NORTE

SITIO	TIPO DE AGUA	MUESTRAS RECOLECTADAS*	UBICACION*	DESCRIPCION
23	mezclada	Al,Fr,Tr y agua	D.R.03	En el pueblo de Progreso, enfrente de la plaza de toros,junto a un canal de riego.
24	mezclada	Al	D.R.03	Esta situado a 0.8 Km. de Mixquihuala, en dirección a Tlahuelilpan
25	mezclada	Al,Pa y Fr	D.R.03	En el pueblo de Tinaco junto al canal secundario de riego.
26	mezclada	Al,Pa y Fr	D.R.03	Está localizado a 1.5 Km. de Tlahuelilpan
27	mezclada	Al y Fr.	D.R.03	Está localizado a 5 Km de Tlahuelilpan en dirección a Tula. Un Km. antes de atravesar las vías de ferrocarril

(*) referirse a la tabla de abreviaturas.

Descripción del tipo y número de muestras.

MUESTRAS VEGETALES.- Se recolectaron muestras de alfalfa, pasto y en algunos casos otros cultivos que presentaban claros síntomas foliares, atribuibles a problemas de deficiencias o toxicidades.

Las muestras se recolectaron en verano(época de lluvia) y en invierno(época de riego) y cada muestra se dividió en dos porciones. Una se lavó antes de secarla y la otra no.

ALFALFAS: 22 lugares muestreados X 2 épocas de muestreo X 2 tratamientos (lavado y sin lavar) = 88 muestras

PASTOS: 18 lugares muestreados X 2 épocas de muestreo X 2 tratamientos (lavado y sin lavar) + 2 muestras del sitio 16 donde no fue posible recolectar pasto en invierno = 74 muestras

OTRAS: 34 muestras de diferentes plantas con síntomas foliares, recolectadas en 13 lugares. = 34 muestras

TOTAL DE MUESTRAS VEGETALES = 196 muestras

Su distribución por regiones es la siguiente:

Alfalfas:

Z.T. = 6 lugares X 2 épocas X 2 tratamientos = 24 muestras
D.R.88 = 7 lugares X 2 épocas X 2 tratamientos = 28 muestras
D.R.03 = 9 lugares X 2 épocas X 2 tratamientos = 36 muestras
88 muestras

Pastos:

Z.T. = 3 lugares X 2 épocas X 2 tratamientos = 12 muestras
D.R.88 = 8 lugares X 2 épocas X 2 tratamientos +
1 lugar X 1 época X 2 tratamientos = 34 muestras
D.R.03 = 7 lugares X 2 épocas X 2 tratamientos = 28 muestras
74 muestras

Otras plantas:

Z. T. = 0 muestras
D.R.88 = 18 muestras
D.R.03 = 16 muestras
34 muestras

MUESTRAS DE SUELO.- Se recolectaron en cada sitio seleccionado, tres tipos de suelo: superficial cultivado (0-30cm.) superficial no cultivado (0-30cm.) y suelo profundo (50 cm.)

SUELO SUPERFICIAL CULTIVADO	= 26 muestras
SUELO SUPERFICIAL NO CULTIVADO	= 26 muestras
SUELO PROFUNDO	= 26 muestras
TOTAL	= 78 muestras

Su distribución por regiones es el siguiente:

Z.T.	= 6 lugares X 3 tipos de suelo	= 18 muestras
D.R.88	= 10 lugares X 3 tipos de suelo	= 30 muestras
D.R.03	= 10 lugares X 3 tipos de suelo	= 30 muestras
TOTAL		= 78 muestras

MUESTRAS DE AGUA.- Como únicamente se quería confirmar la concordancia entre los datos ya publicados, solo se recolectaron cinco muestras, cuatro de las cuales tenían sedimentos.

LODOS = 4 muestras
AGUAS = 5 muestras

Su distribución por regiones es el siguiente:

Z.T. = 1 muestra de agua de pozo.
D.R.88 = 2 muestras de agua residual con sedimento
D.R.03 = 2 muestras de agua mezclada con sedimento

Descripción de los análisis efectuados.

SUELOS (78 muestras):

ANALISIS	SUELO superficial (26 muestras)	SUELO profundo (26 muestras)	SUELO no-cultivado (26 muestras)
% de humedad	en 26 muestras	en 26 muestras	en 26 muestras
densidad	"	"	"
pH	"	"	"
conductividad	"	"	"
% de carbonatos	"	"	"
cationes solubles	"	"	"
Na intercambiable	"	"	"
K intercambiable	"	"	"
Mg intercambiable	"	"	"
Ca intercambiable	"	"	"
cationes intercambiables	"	"	"
% de nitrógeno	"	"	"
% de carbono	"	"	"
P disponible	"	"	"
P total	"	"	"
K total	"	"	"
Mg total	"	"	"
textura	"	"	"
Cu total	"	"	"
Mn total	"	"	"
Zn total	"	"	"
Fe total	"	"	"
Cd total	"	"	"
Pb total	"	"	"
Ni total	"	"	"
Fe extractable	"	"	"
Cu extractable	"	"	"
Mn extractable	"	"	"
Zn extractable	"	"	"
Pb extractable	"	"	"
B extracable	en 6 muestras	en 6 muestras	en 6 muestras
Co total (rayos X)	en 22muestras	en 4 muestras	en 4 muestras
Pb total "	"	"	"
Ni total "	"	"	"
Cr total "	"	"	"
Cd total "	"	"	"
Mo total "	"	"	"

NOTA: para información sobre las técnicas analíticas utilizadas, refererirse al apéndice C.

PLANTAS (196 muestras)*

ANALISIS EFECTUADOS	ALFALFA (88 muestras)				PASTO (74 muestras)				OTRAS* (34 muestras)			
	VERANO (44 muestras)		INVIERNO (44 muestras)		VERANO (38 muestras)		INVIERNO (36 muestras)		VERANO (22 muestras)		INVIERNO (12 muestras)	
	L (22)	SL (22)	L (22)	SL (22)	L (19)	SL (19)	L (18)	SL (18)	L (18)	SL (4)	L (8)	SL (4)
determinación de:												
Fe	22	22	22	22	19	19	18	18	18	4	8	4
Zn	22	22	22	22	19	19	18	18	18	4	8	4
Mn	22	22	22	22	19	19	18	18	18	4	8	4
Cu	22	22	22	22	19	19	18	18	18	4	8	4
Na	22	22	22	22	19	19	18	18	18	4	8	4
P	22	22	22	22	19	19	18	18	18	4	8	4
Mg	22	22	22	22	19	19	18	18	18	4	8	4
Ca	22	22	22	22	19	19	18	18	18	4	8	4
K	22	22	22	22	19	19	18	18	18	4	8	4
N	22	22	22	22	19	19	18	18	18	4	8	4
Pb (rayos X)	1	1	2	2		2	2	3			1	
Co	1	1	2	2		2	2	3			1	
Ni	1	1	2	2		2	2	3			1	
Cr	1	1	2	2		2	2	3			1	
Cd	1	1	2	2		2	2	3			1	
Mo	1	1	2	2		2	2	3			1	
Pb (hornográfito)		1	1	3		1	1	2	1	1	1	
Cd "		1	1	3		1	1	2	1	1	1	
Boro.									1	1	2	2

OTRAS MUESTRAS = frijol, maíz, betabel forrajero, eucalipto, pirul y avena.
(*) referirse a la tabla de abreviaturas.

Nota: para información sobre las técnicas analíticas utilizadas referirse al apéndice C.

AGUAS (5 muestras):

A N A L I S I S E F E C T U A D O S	
FASE SOLIDA (4 muestras)	FASE LIQUIDA (5 muestras)
Fe extractable	pH
Zn extractable	conductividad
Mn extractable	sodio
Cu extractable	potasio
Pb extractable	fósforo
Fe total(rayos X)	magnesio
Zn total "	calcio
Cu total "	hierro
Mo total "	Zinc
Co total "	manganeso
Cr total "	cobre
Ni total "	niquel
Pb total	plomo
	cadmio

NOTA: para información sobre las técnicas analíticas utilizadas referirse al apéndice C.

CAPITULO IV

RESULTADOS ANALITICOS

Suelos

Resultados generales de los suelos superficiales cultivados..... pag. 50
Resultados generales de los suelos superficiales no cultivados..... pag. 52
Resultados generales de los suelos profundos..... pag. 54
Resultados de los análisis efectuados por Rayos-X:
Cobalto ..... pag. 56
Cromo ..... pag. 57
Molibdeno ..... pag. 58
Plomo ..... pag. 59
Cadmio y Niquel ..... pag. 60

Plantas.

Resultados generales..... pag. 61
Resultados de los análisis efectuados por Rayos-X:
Cobalto ..... pag. 67
Cromo ..... pag. 68
Molibdeno ..... pag. 69
Plomo ..... pag. 70
Cadmio y Niquel ..... pag. 71
Resultados de los análisis de Boro ..... pag. 72
Resultados de los análisis efectuados por Absorción Atómica en un Horno de Grafito..... pag. 73

Aguas

Resultados generales de los lodos(fase sólida) .... pag. 74
Resultados generales de las aguas(fase líquida).... pag. 75
Resultados de los análisis efectuados por Absorción Atómica en un Horno de Grafito ..... pag. 73

TABLA 5

RESULTADOS SUELOS SUPERFICIALES CULTIVADOS

Número de Muestra	% de Humedad (o.d.s.)	Densidad g/ml (a.d.s.)	Boro Extractable	pH (1:5 H_2O)	Cond. mmhos. (1:5 H_2O 25°C)	$CO_3^{=}$ Libres	% $CaCO_3$ a.d.s	Cationes Solubles meq/100g (a.d.s.)		Cationes Intercambiables meq/100g (a.d.s.) (1)				C.I.C. meq/100g a.d.s.	EXTRACTO DE SATURACION (3)											(5) %N Total o.d.s.	(6) %C orgánico o.d.s.	(7) Digestión con ácido perclórico p.p.m.			P Disponible (Olsen)
								Na^+	K^+	Na^+	K^+	Mg^{++}	Ca^{++} (2)		% Sat. (g H_2O/100 g de suelo)	pH	C E ms/cm	Cationes solubles meq/litro Na^+	K^+	$\frac{1}{2}Mg^{++}$	$\frac{1}{2}Ca^{++}$	Cationes solubles meq/100g (4) Na^+	K^+	$\frac{1}{2}Mg^{++}$	$\frac{1}{2}Ca^{++}$			P	K	Mg	
1/Ss	3.1	1.18	1.5	6.9	0.13					0.3	1.9	7.5	11.4	19.7												0.16	1.22	440	2400	4400	32
2/Ss	3.3	1.08		7.5	0.18					0.7	1.3	9.6	17.0	23.8												0.18	1.50	550	2325	4500	30
3/Ss	2.2	1.09		6.9	0.19					0.5	1.6	6.6	12.6	17.9												0.19	1.91	560	2250	4800	17
4/Ss	3.4	1.13		7.6	4.45			5.4	0.0	2.8	0.8	6.5	21.7	18.8												0.11	0.85	400	2025	6500	6
5/Ss	2.2	1.09		8.0	0.18	✓	1.0			0.4	2.2	7.7	24.0	15.4												0.17	1.26	910	2550	5900	78
6/Ss	5.8	0.95		9.0	0.65	✓	15.0	1.1	0.0	9.5	3.3	19.7	>50.0	35.3	67.7	8.5	3.15	29	2.5	2.1	2.6	1.96	.169	.142	.176	0.30	2.43	750	6413	57500	39
7/Ss	3.8	1.12		7.5	0.50			0.4	0.0	0.8	4.2	7.3	24.6	25.8												0.20	1.52	600	4125	7300	48
8/Ss	4.2	1.12		6.9	0.19					0.2	2.1	7.0	17.5	24.8												0.20	1.69	470	2363	3900	60
9/Ss	5.6	1.14		6.9	0.21					1.4	0.8	6.8	21.4	23.5												0.24	1.89	840	2400	4500	66
10/SS	4.5	1.00		8.3	0.51	✓	8.5	0.8	0.0	2.7	3.1	12.7	>50.0	26.5	50.9	8.2	2.78	18.3	1.2	4.6	8.2	.93	.06	.23	.417	0.15	1.21	690	4950	11100	39
11/Ss	2.3	1.24		8.3	0.18	✓	5.0			1.5	0.8	4.4	16.8	17.2												0.09	0.76	280	2663	5300	13
12/Ss	6.1	0.84	25.9	9.0	0.58	✓	21.0	1.1	0.0	10.5	5.2	20.4	>50.0	29.9	79.1	8.6	2.16	21.2	1.5	0.6	1.3	1.6	.11	.047	.10	0.33	3.16	800	3375	54000	21
14/Ss	8.3	0.79	18.7	8.2	1.00	✓	20.5	2.8	0.0	6.2	3.8	20.1	>50.0	32.5	85	7.8	5.5	43.5	2.5	9.0	11.5	3.69	.21	.76	.97	0.50	3.84	980	3263	66300	57
15/Ss	5.7	0.93		10.0	2.40	✓	22.5	5.0	0.2	27.9	13.9	9.4	>50.0	31.4	68.5	9.7	11.3	12.7	13.5	0.1	0.3	8.69	.92	.006	.02	0.23	2.06	820	6975	99900	43
16/Ss	3.1	0.86		8.3	1.10	✓	8.5	1.9	0.1	5.9	9.6	7.6	>50.0	24.4	65.6	7.9	6.15	51.5	9.0	6.4	12.5	3.37	.59	.41	.82	0.23	2.42	650	7125	18800	80
17/Ss	5.7	1.05	25.3	9.5	1.20	✓	7.5	1.8	0.0	21.9	14.2	9.3	>50.0	39.7	65.2	8.9	5.4	5.7	4.4	0.4	1.1	3.7	.28	.02	.07	0.12	1.02	440	10200	35600	16
18/Ss	4.3	1.02		8.0	0.42	✓	2.0			2.3	4.4	9.9	46.4	29.4												0.25	2.24	830	6375	7900	56
19/Ss	5.2	0.95		8.2	0.58	✓	3.5	1.1	0.0	4.1	4.7	13.4	>50.0	33.1	58.3	8.0	3.30	27.5	1.9	5.1	6.7	1.6	.11	.29	.39	0.18	1.93	1060	6150	11300	57
20/Ss	6.7	0.92	11.0	8.0	0.45	✓	3.0			1.7	3.5	10.0	>50.0	31.8	61.8	7.8	2.57	20.2	1.3	2.9	4.5	1.24	.08	.18	.28	0.36	3.29	1170	5025	7900	85
21/Ss	6.9	1.08		8.1	0.36	✓	2.0			3.4	3.2	10.9	>50.0	33.1	64.8	7.6	1.46	11.0	0.7	1.7	3.2	.71	.04	.11	.20	0.29	2.57	1490	6450	8900	57
22/Ss	6.1	1.07		8.4	0.83	✓	2.0	1.3	0.0	5.4	5.2	11.3	48.6	30.2												0.14	1.07	720	7725	7500	65
23/Ss	4.2	1.08		7.3	0.63	✓	2.0	1.1	0.0	2.8	2.3	8.7	>50.0	28.8	61.9	7.5	3.45	20.3	1.3	6.1	13.5	1.2	.08	.38	.83	0.24	3.03	800	4425	7100	61
24/Ss	4.4	1.11		8.3	0.38	✓	5.0			3.4	3.7	9.7	>50.0	30.6	59.2	7.7	1.77	13.5	1.2	1.6	2.7	.80	.07	.09	.16	0.27	2.43	900	5513	5100	54
25/Ss	5.1	1.00		8.2	0.69	✓	2.5	1.6	0.0	4.6	4.2	10.5	>50.0	33.1	55.5	7.6	4.80	39.0	2.5	5.9	8.0	2.1	.139	.33	.44	0.27	2.24	840	5550	6900	79
26/Ss	4.7	0.95		8.1	0.33	✓	6.0			2.8	8.5	7.6	>50.0	24.8	62	7.6	1.56	11.7	1.4	1.8	3.1	.72	.08	.11	.19	0.30	2.39	1930	3238	6700	101
27/Ss	4.5	1.01	6.6	7.9	0.32	✓	3.5			2.9	2.3	9.3	>50.0	30.6	68.3	7.6	1.52	10.8	0.8	1.9	3.6	.73	.05	.13	.24	0.34	3.11	960	4050	5800	84

Notas:

(1) Los cationes intercambiables se lixiviaron con acetato de amonio, a un pH 7.

(2) Para los suelos que contienen carbonato de calcio libre, yeso o cal, los datos de Ca intercambiable incluyen Ca no intercambiable. Si se supone que todas las posiciones de intercambio están ocupadas y:

$$\frac{\text{Total de bases intercambiables}}{\text{Capacidad de intercambio catiónico}} = 1$$

Se puede considerar que:
$Ca_i \cong C.I.C. - (Na_i + K_i + Mg_i)$

(3) Para convertir meq/litro a ppm en solución hay que multiplicar por el respectivo equivalente químico.

(4) Para convertir meq/litro a meq/100g : meq/l(% sat) / 1000 = meq/100 g.

(5) No incluye NO_3^- o NO_2^-

(6) Materia orgánica = 1.72 x % $C_{orgánico}$

(7) % = ppm/10000

TABLA 5'

SUELOS SUPERFICIALES CULTIVADOS

(continuación)

No. Muestra	Arena gruesa		Arena fina			Limo	Arcilla	(7) Contenidos en Digestión de Acido Perclórico ppm							Contenidos en extracto EDTA ppm					Textura de suelos (9)				(10) Ubicación y tipo de agua	(11) Proximidad carretera	(12) Proximidad zona ind.
	2000 µm/ 500 µm.	500 µm/ 250 µm.	250 µm/ 100 µm.	100 µm/ 50 µm.	50 µm/ 20 µm.	20 µm/ 2 µm	< 2 µm	Cu	Mn	Zn	Fe x 10^3	Cd (8)	Pb	Ni	Pb	Cu	Mn	Zn	Fe	% Arcilla	% Limo	% Arena	Textura			
1/Ss	2	4	16	17	15	21	25	15	550	55	30	<7	<75	40	3.5	2.5	125	3	75	25	21	54	3	D/Z.T.	1	1
2/Ss	6	7	11	9	11	29	27	15	550	70	33	<7	75	40	6.5	3.5	125	6	90	27	29	44	8	D/Z.T.	0	1
3/Ss	8	8	19	14	16	19	16	10	300	45	18	<7	<75	30	6.0	2	85	4.5	85	16	19	65	4	D/Z.T.	0	1
4/Ss	15	9	15	9	11	22	19	10	350	40	18	<7	75	40	4.0	1.5	73	2.5	40	19	22	59	4	D/Z.T.	0	1
5/Ss	9	16	24	12	10	14	15	15	500	50	19	<7	75	40	5.0	2.5	123	4.5	75	15	14	71	4	D/Z.T.	0	1
6/Ss	1	0	4	9	16	38	32	15	300	50	16	<7	<75	40	4.5	0.5	19	2.5	4	32	38	30	5	R/88	0	0
7/Ss	6	8	17	12	16	21	20	25	500	100	23	<7	75	40	17	8	90	28	43	20	21	59	3-4	R/88	0	0
8/Ss	3	5	12	8	11	24	37	15	550	60	25	<7	2600	30	7.5	3	163	4	150	37	24	39	5	R/88	0	0
9/Ss	2	4	8	8	10	25	43	25	600	80	30	<7	<75	40	18	4.5	163	6.5	165	43	25	32	1	D/Z.T.	0	0
10/Ss	3	10	23	17	10	22	15	25	300	80	25	<7	75	50	6	4.5	21	9	8.5	15	22	63	4	R/88	2	0
11/Ss	2	13	30	16	11	11	17	10	250	40	17	<7	75	30	5	3	55	3.5	37	17	11	72	4	R/88	1	0
12/Ss	0	1	1	6	13	42	37	5	100	20	7	<7	75	20	4	.5	8	1.5	4	37	42	21	5	R/88	1	0
14/Ss	0	1	1	6	16	44	32	20	150	60	8	<7	75	30	7.5	2.5	16	6.8	8.5	32	44	24	5	R/88	2	0
15/Ss	1	0	2	7	16	39	35	10	200	30	8	<7	<75	20	2.5	.5	12	1.5	4	35	39	26	5	R/88	2	0
16/Ss	2	4	14	17	19	28	16	15	250	70	17	<7	75	30	6.5	2	34	7.2	14	16	28	56	4	R/88	2	0
17/Ss	0	0	4	6	9	39	42	15	300	50	24	<7	75	30	2.5	.5	32	1.5	6.5	42	39	19	1	R/88	2	0
18/Ss	9	7	11	9	12	22	30	20	500	85	26	<7	75	40	14	4	50	8.3	10	30	22	48	3-5	M/03	0	2
19/Ss	3	1	8	14	16	30	28	25	600	95	31	<7	75	40	27	4	68	8.8	11	28	30	42	8-5	M/03	0	2
20/Ss	3	4	12	9	12	27	33	95	450	345	36	8	300	60	51	28.5	30	40	43	33	27	40	5	M/03	0	2
21/Ss	3	2	9	7	6	34	39	75	600	265	29	8	300	60	42	23	58	40	28	39	34	27	5	M/03	0	2
22/Ss	1	2	13	11	10	37	26	25	600	100	27	<7	75	50	12	6	68	11.5	14	26	37	37	8	M/03	0	2
23/Ss	1	5	21	12	8	21	32	55	400	205	25	<7	100	50	34	18	55	35	35	32	21	47	3-5	M/03	0	2
24/Ss	3	7	23	11	7	19	30	25	350	90	17	<7	75	40	16	7	30	28	12	30	19	51	3	M/03	0	2
25/Ss	1	3	18	14	9	28	27	45	550	165	26	<7	75	50	20	13	55	35	23	27	28	45	8	M/03	0	2
26/Ss	4	5	23	14	9	22	23	75	400	230	21	9	75	50	25	20.5	23	40	33	23	22	55	3	M/03	0	2
27/Ss	3	5	17	12	6	26	31	65	400	210	24	8	75	50	30	29	39	40	38	31	26	43	5	M/03	0	2

Notas:

(7) % = ppm/10000

(8) Lecturas menores de 7 ppm, quedan debajo del límite de detección del método (0.1 ppm, factor = 70)

(9) Método internacional de clasificación de fracciones Imp. Bureau, Soil, Sci. Teach. Comm. 26 (1933)

1) Arcilla
2) Arcillo-arenoso
3) Migajón-arcillo-arenoso
4) Migajón-arenoso
5) Migajón-arcilloso
6) Migajón-arcillo-limoso
7) Migajón-limoso
8) Franco
9) Limo
10) Arena-migajosa
11) Arena

10) D = agua de riego dulce
R = agua de riego residual
M = agua de riego mezclada
Z.T. = zona testigo
88 = distrito de riego 88
03 = distrito de riego 03

11) 0 = cerca carretera principal
1 = cerca carretera secundaria
2 = lejos de carretera

12) 0 = muy cercano
1 = distancia media
2 = lejos

TABLA 6

SUELOS SUP. NO CULTIVADOS

Número de Muestra	Ubicación	% de Humedad (o.d.s.)	Densidad g/ml (a.d.s.)	Boro Extractable	pH (1:5 H_2O)	Cond. mmhos. (1:5 H_2O) 25°C)	$CO_3^{=}$ Libres	% $CaCO_3$ a.d.s.	Cationes Solubles meq/100g (a.d.s.)		Cationes Intercambiables meq/100g (a.d.s.) (1)				C.I.C. meq/100g a.d.s.	(5) %N Total	(6) %C Orgánico	(7) Digestión con ácido perclórico p.p.m.			P Disponible (Olsen)
									Na^+	K^+	Na^+	K^+	Mg^{++}	Ca^{++} (2)		o.d.s.	o.d.s.				
1/S*	Zona testigo	2.2	1.18	4.4	7.2	3.20			0.9	0.5	0.2	3.6	6.4	29.2	14.8	0.18	1.34	700	2813	4400	164
2/S*	Zona testigo	2.0	1.08		7.9	0.34					0.3	3.7	3.7	24.5	15.5	0.19	1.93	970	3375	3700	59
3/S*	Zona testigo	2.9	1.03		7.7	1.40			0.8	0.4	0.5	7.4	5.9	19.6	22.3	0.20	1.69	900	4725	4100	89
4/S*	Zona testigo	2.6	1.00		7.7	1.90	✓	0.5	3.5	0.0	3.2	3.0	7.7	24.1	22.5	0.18	1.43	730	2813	6600	74
5/S*	Zona testigo	0.4	1.42		7.5	0.54			0.2	0.1	0.1	1.5	1.8	16.1	5.2	0.13	1.39	340	1013	3600	60
6/S*	D.R./88	5.3	1.17		8.8	0.28	✓	2.0			3.6	2.2	14.4	27.9	25.6	0.02	0.11	230	3450	7100	2
7/S*	D.R./88	3.1	1.07		7.5	1.10			1.1	0.1	1.1	4.8	7.6	34.7	23.7	0.32	2.75	720	3225	7400	142
8/S*	D.R./88	3.6	1.04		7.5	0.47					0.5	5.3	6.1	21.7	25.2	0.32	2.93	780	3750	4100	115
9/S*	Zona testigo	2.0	0.93		7.5	0.42					0.3	4.0	5.4	24.1	15.3	0.24	2.39	580	2663	15400	65
10/S*	D.R./88	4.0	1.23		8.3	0.16	✓	5.5			0.6	1.6	10.9	47.8	19.5	0.06	0.54	530	3713	9600	5
11/S*	D.R./88	1.8	1.32		7.4	2.50			2.4	0.0	1.0	1.2	3.7	14.8	13.7	0.10	1.00	250	2625	4900	9
12/S*	D.R./88	7.0	0.81	18.7	9.0	0.69	✓	19.0	1.8	0.0	9.8	5.5	18.1	>50.0	31.2	0.34	3.03	810	4163	73800	22
14/S*	D.R./88	6.5	0.87	17.8	8.3	1.88	✓	22.0	3.4	0.0	9.9	4.5	24.1	>50.0	27.9	0.28	2.62	560	2550	75000	18
15/S*	D.R./88	4.5	1.01		9.8	0.93	✓	21.5	1.0	0.0	17.3	10.3	8.1	>50.0	26.9	0.08	0.88	620	6600	58800	8
16/S*	D.R./88	2.7	0.94		8.9	0.35	✓	7.0			4.7	7.5	5.9	>50.0	22.3	0.14	1.33	380	5803	15800	7
17/S*	D.R./88	3.7	0.92	8.1	9.0	0.45	✓	4.0			6.9	9.5	8.2	>50.0	27.9	0.14	1.20	360	5925	14300	5
18/S*	D.R./03	2.4	1.20		7.5	2.20			0.6	0.0	1.1	2.1	4.7	48.1	15.1	0.10	1.20	1010	3675	6100	37
19/S*	D.R./03	3.1	1.13		7.2	2.70	✓	3.0	1.9	0.1	0.9	3.8	7.2	48.6	21.6	0.14	1.25	930	5175	3300	36
20/S*	D.R./03	2.0	1.24	2.9	7.3	2.00			0.5	0.0	1.1	1.8	4.1	34.5	13.9	0.09	0.38	1180	3825	6400	33
21/S*	D.R./03	5.2	1.12		8.3	0.43	✓	3.5			2.7	3.8	9.7	48.3	30.9	0.17	1.72	1020	6450	7500	35
22/S*	D.R./03	7.8	1.01		8.0	4.30	✓	1.5	10.1	0.1	9.8	5.7	11.9	41.4	30.5	0.13	0.96	670	8288	7900	38
23/S*	D.R./03	7.6	1.06		8.3	0.17	✓	13.0			1.1	4.0	7.0	>50.0	35.0	0.03	0.18	810	7425	9500	7
24/S*	D.R./03	4.7	1.07		7.5	1.88	✓	3.5	2.3	0.4	1.2	7.8	9.2	>50.0	34.6	0.45	4.17	1190	6000	5400	59
25/S*	D.R./03	3.5	1.24		7.9	2.35	✓	7.5	3.5	0.4	2.5	5.5	6.6	>50.0	20.9	0.09	1.02	730	4650	7400	43
26/S*	D.R./03	2.3	1.13		7.9	0.48	✓	10.5			0.7	4.5	4.9	>50.0	16.9	0.19	1.99	770	3338	5900	74
27/S*	D.R./03	3.8	1.15	1.6	7.5	1.62	✓	4.0	0.9	0.1	0.5	3.3	3.0	>50.0	25.5	0.18	1.65	450	3900	3700	23

Notas:

(1), (2), (5), (6), (7), referirse a notas "Resultados Suelos Superficiales Cultivados".

TABLA 6'

SUELOS SUP. NO CULTIVADOS

(continuación)

No. Muestra	Arena gruesa		Arena fina			Limo	Arcilla	(7) Contenidos en Digestión de Acido Perclórico ppm							Contenidos en extracto EDTA ppm					Textura de suelos (9)			
	2000 µm/ 500 µm.	500 µm/ 250 µm.	250 µm/ 100 µm.	100 µm/ 50 µm.	50 µm/ 20 µm.	20 µm/ 2 µm.	< 2 µm	Cu	Mn	Zn	Fe x 10^3	Cd (8)	Pb	Ni	Pb	Cu	Mn	Zn	Fe	% Arcilla	% Limo	% Arena	Textura
1/S*	17	14	23	14	11	10	11	10	200	40	17	<7	75	30	6.5	2	68	5	210	11	10	79	4
2/S*	18	14	19	14	10	14	11	15	450	95	23	<7	75	40	10	3.5	65	28	85	11	14	75	4
3/S*	9	7	14	15	16	21	18	15	400	50	21	<7	<75	40	7.5	2.5	88	6.2	105	18	21	61	4
4/S*	11	8	15	11	9	22	24	20	350	60	19	<7	75	40	10	5	100	9	110	24	22	54	3
5/S*	19	22	31	12	8	5	3	15	200	180	12	<7	75	40	36	1.5	43	9	53.5	3	5	92	11
6/S*	15	19	25	13	7	17	4	15	400	240	30	<7	75	60	4	1	30	1.5	10	4	17	79	10
7/S*	10	8	17	15	16	18	16	15	350	60	20	<7	75	40	20	3	60	15	50	16	18	66	4
8/S*	8	6	12	10	9	24	31	15	400	75	23	<7	75	40	41	5	118	11.5	290	31	24	45	5
9/S*	18	14	21	11	12	12	12	15	450	55	26	<7	≈75	40	14	2	45	7.2	40	12	12	76	4
10/S*	5	12	34	20	9	13	7	15	350	50	20	<7	75	40	4	1	16	2	5	7	13	80	10
11/S*	3	19	32	15	9	11	11	10	250	30	16	<7	<75	30	6.5	2	48	4.5	18	11	11	78	4
12/S*	0	1	1	6	12	44	36	10	150	35	10	<7	75	30	4.5	0.5	8.5	1.5	4	36	44	20	5-6
14/S*	2	1	3	5	10	41	38	10	200	25	9	<7	75	40	4.5	0.5	11	1	3.5	38	41	21	5
15/S*	3	8	18	12	8	26	25	10	200	28	10	<7	<75	30	3	0.5	11	1	5	25	26	49	8
16/S*	3	5	16	17	21	25	13	10	250	55	15	<7	<75	30	4.5	1.5	26	3.5	7	13	25	62	4
17/S*	4	4	10	12	15	34	21	10	350	40	16	<7	<75	40	3.5	0.5	45	1.5	8	21	34	45	8
18/S*	24	20	25	7	5	10	9	40	300	150	23	<7	75	50	27	15	34	35	200	9	10	81	10
19/S*	13	11	20	14	9	17	16	20	500	75	26	<7	150	40	40	2.5	59	5	11.5	16	17	67	4
20/S*	29	22	25	6	3	8	7	35	250	200	23	8	75	40	28	11	50	33	27.5	7	8	85	10
21/S*	4	6	18	11	6	25	30	25	500	90	27	8	<75	40	13	4	53	7	13	30	25	45	5
22/S*	1	2	11	8	11	39	28	20	650	85	28	<7	<75	40	9	3.5	88	7	14.5	28	39	33	5-8
23/S*	10	8	14	11	8	28	21	15	500	75	26	<7	75	40	2.5	1	9	1	3	21	28	51	8
24/S*	3	8	25	12	7	19	26	15	350	85	19	<7	<75	30	13	2.5	68	24	13	26	19	55	3
25/S*	11	12	30	20	8	10	9	20	550	80	25	<7	<75	30	8.5	2.5	27	7.0	5	9	10	81	10
26/S*	8	11	29	15	10	13	14	20	350	155	19	<7	200	40	27	3	26	9.6	6	14	13	73	4
27/S*	4	6	23	15	8	22	22	10	400	55	23	<7	75	30	4.5	1.5	52	2	8.5	22	22	56	3

Notas:

(7), (8), (9) referirse a notas "Resultados Suelos Superficiales Cultivados".

TABLA 7

RESULTADOS SUELOS PROFUNDOS

Número de Muestra	Ubicación	% de Humedad (o.d.s.)	Densidad g/ml (a.d.s.)	Boro Extractable	pH (1:5 H_2O)	Cond. mmhos. (1:5 H_2O) 25°C)	$CO_3^=$ Libres	% $CaCO_3$ a.d.s	Cationes Solubles meq/100g (a.d.s.)		Cationes Intercambiables (1) meq/100g (a.d.s.)				C.I.C. meq/100g a.d.s.	(5) %N total o.d.s.	(6) %C orgánico o.d.s.	(7) Digestión con ácido perclórico p.p.m.			P Disponible (Olsen)
									Na^+	K^+	Na^+	K^+	Mg^{++}	Ca^{++} (2)				P	K	Mg	
1/Sp	Zona Testigo	2.6	1.14	1.4	7.1	0.15					0.3	1.8	7.0	10.5	18.9	0.14	0.93	390	2438	4400	24
2/Sp	Zona Testigo	4.9	1.09		7.3	0.13					0.9	1.0	9.6	15.5	26.3	0.10	0.69	280	2250	4300	4
3/Sp	Zona Testigo	1.9	1.13		7.7	0.18					0.7	1.5	6.3	14.7	19.2	0.09	0.82	370	2063	4300	9
4/Sp	Zona Testigo	1.8	1.10		8.3	0.38	✓	3.0			3.5	1.1	8.8	>50.0	17.4	0.07	0.52	470	1838	9900	2
5/Sp	Zona Testigo	2.8	0.95		8.2	0.25	✓	3.5			0.8	4.3	11.4	47.4	21.0	0.13	1.33	1880	3713	10400	92
6/Sp	D.R./88	4.2	0.98		8.2	0.42	✓	6.5			2.8	5.0	14.5	>50.0	25.3	0.17	1.50	1220	4463	28100	51
7/Sp	D.R./88	3.8	1.15		8.2	0.32	✓	0.0			2.6	1.5	7.2	20.0	21.8	0.09	0.77	470	3525	6800	29
8/Sp	D.R./88	4.8	1.27		7.0	0.11					0.3	0.9	7.1	16.8	24.2	0.11	0.91	290	1650	4000	16
9/Sp	Zona Testigo	4.1	1.19		7.1	0.11					1.0	0.5	5.5	19.5	24.4	0.11	0.86	590	1950	4000	22
10/Sp	D.R./88	3.5	1.17		8.2	0.35	✓	4.0			3.6	2.3	11.2	>50.0	22.3	0.04	0.36	460	5288	10500	46
11/Sp	D.R./88	2.4	1.22		8.3	0.24	✓	0.5			1.8	0.8	4.8	21.7	18.1	0.09	0.76	310	2850	5400	13
12/Sp	D.R./88	6.2	0.87	22.0	9.0	0.61	✓	22.0	1.2	0.0	10.8	4.9	20.6	>50.0	29.8	0.30	2.83	710	3525	81000	17
14/Sp	D.R./88	11.1	0.90	13.4	8.6	0.45	✓	25.0			5.9	2.8	25.2	>50.0	28.0	0.22	2.04	700	2175	116900	21
15/Sp	D.R./88	8.2	1.03		10.3	3.51	✓	23.0	8.5	0.3	33.8	13.3	7.7	>50.0	31.4	0.17	1.48	720	6675	93900	44
16/Sp	D.R./88	4.6	1.02		8.9	0.60	✓	20.5	1.0	0.0	5.9	6.0	12.7	>50.0	22.4	0.12	1.20	480	3150	23900	38
17/Sp	D.R./88	8.4	1.00	34.3	9.5	2.75	✓	5.5	5.4	0.1	25.7	11.1	9.2	>50.0	34.4	0.10	0.87	420	8925	30400	6
18/Sp	D.R./03	4.5	1.20		8.5	0.34	✓	1.0			3.0	2.5	8.3	30.1	25.3	0.09	0.72	560	6225	7400	7
19/Sp	D.R./03	4.6	1.21		8.5	0.34	✓	1.0			3.0	2.8	7.6	25.2	25.3	0.06	0.48	710	4500	8400	23
20/Sp	D.R./03	5.2	1.07	7.0	8.5	0.43	✓	19.5			3.9	3.0	8.5	>50.0	24.4	0.20	1.89	1690	4463	8300	91
21/Sp	D.R./03	4.9	1.11		8.3	0.34	✓	26.5			2.5	2.5	8.3	>50.0	24.6	0.17	1.45	4430	4500	7400	17
22/Sp	D.R./03	8.6	1.05		8.9	0.43	✓	1.0			7.2	5.5	9.3	27.1	31.1	0.06	0.37	480	9675	8700	18
23/Sp	D.R./03	7.1	1.12		8.7	0.41	✓	1.5			6.0	2.1	7.5	35.0	32.0	0.13	1.17	270	3638	4600	16
24/Sp	D.R./03	4.3	1.15		8.5	0.40	✓	5.5			3.9	2.6	8.3	>50.0	26.7	0.16	1.46	330	3375	4100	40
25/Sp	D.R./03	5.1	1.07		8.3	0.38	✓	2.5			3.2	3.1	8.2	48.7	31.1	0.12	1.11	630	4838	5900	49
26/Sp	D.R./03	6.4	1.05		8.4	0.33	✓	7.5			3.3	4.0	10.3	>50.0	33.3	0.05	0.39	640	4725	7600	46
27/Sp	D.R./03	4.6	1.20	3.7	7.9	0.36	✓	1.5			2.5	2.3	7.1	37.8	30.6	0.15	1.50	480	4575	4800	51

Notas:

(1), (2), (5), (6), (7) referirse a notas "Resultados Suelos Superficiales Cultivados".

TABLA 8

SUELOS PROFUNDOS

(continuación)

No. Muestra	Arena gruesa		Arena fina			Limo	Arcilla	(7) Contenidos en Digestión de Acido Perclórico ppm							Contenidos en extracto EDTA ppm					Textura de suelos (9)			
	2000 µm/ 500 µm.	500 µm/ 250 µm.	250 µm/ 100 µm.	100 µm/ 50 µm.	50 µm/ 20 µm.	20 µm/ 2 µm.	< 2 µm	Cu	Mn	Zn	Fe x 10^3	(8) Cd	Pb	Ni	Pb	Cu	Mn	Zn	Fe	% Arcilla	% Limo	% Arena	Textura
1/Sp	3	7	19	14	14	20	23	15	500	50	28	<7	<75	50	3.5	2	113	2.5	75	23	20	57	3
2/Sp	1	0	2	5	9	38	45	20	600	70	45	<7	<75	60	4	3	123	2	85	45	38	57	1
3/Sp	11	9	20	12	12	19	17	10	300	35	17	<7	<75	30	3.5	2	50	2.5	36	17	19	14	4
4/Sp	16	13	20	11	9	15	16	10	200	30	13	<7	<75	30	10	0.5	16	0.5	0.5	16	15	69	4
5/Sp	6	9	16	11	10	26	22	10	400	55	19	<7	<75	40	3	1.5	38	3.5	17	22	26	52	8
6/Sp	7	7	12	9	10	30	25	10	700	50	17	<7	<75	40	3	1	25	2	8	25	30	45	8
7/Sp	19	11	13	7	10	20	20	20	500	70	23	<7	<75	40	8.5	5	103	9.5	37	20	20	60	3-4
8/Sp	4	6	12	8	8	23	39	15	550	50	26	<7	<75	40	6.5	2.5	163	1.5	100	39	23	38	5
9/Sp	1	4	14	10	11	25	35	15	700	85	26	<7	<75	40	8.5	3.5	213	4.5	165	35	25	40	5
10/Sp	3	9	22	18	12	23	13	15	350	45	21	<7	<75	40	2.5	1	15	1	4	13	23	64	4
11/Sp	2	13	30	15	10	13	17	10	300	40	17	<7	<75	40	6	3.5	60	4	20	17	13	70	4
12/Sp	0	1	1	5	11	45	37	10	150	30	8	<7	75	30	4.5	0.5	8	1	3	37	45	18	6
14/Sp	0	1	1	2	8	44	44	10	150	30	5	<7	<75	30	4	0.5	9	1.5	2.5	44	44	12	1
15/Sp	1	0	2	9	14	39	35	10	200	30	7	<7	<75	30	3.5	0.5	10	1	3	35	39	26	5
16/Sp	1	5	27	13	10	24	20	10	150	40	9	<7	75	40	8	1.5	13	4	7	20	24	56	3-4
17/Sp	1	0	7	7	8	31	46	10	250	40	23	<7	75	40	4.5	0.5	24	1	8	46	31	23	1
18/Sp	13	9	13	9	10	21	25	15	350	65	27	<7	<75	40	7.5	2	68	2	18	25	21	54	3
19/Sp	21	5	11	10	10	22	21	15	650	70	30	<7	<75	40	6.5	2	83	4	29	21	22	57	3
20/Sp	23	9	13	8	10	18	19	55	400	200	20	8	200	50	19	12.5	18	35	13	19	18	63	4
21/Sp	24	7	12	7	6	20	24	40	600	140	20	8	200	50	13	7	15	20	6.5	24	20	56	4
22/Sp	0	2	8	13	15	38	24	25	600	85	30	<7	<75	40	13	5.5	18	12	6	24	38	38	8
23/Sp	1	5	17	9	6	20	42	15	400	65	24	<7	150	40	10	4.5	108	7	10	42	20	38	1
24/Sp	3	7	25	11	8	17	29	15	300	60	17	<7	75	40	7	2.5	30	7	7	29	17	54	3
25/Sp	1	4	19	12	8	29	27	20	450	80	25	<7	75	40	6	4	35	9	7	27	29	44	8
26/Sp	1	3	14	17	14	32	19	15	450	65	23	<7	<75	40	4	2	10	4.5	3.5	19	32	49	8
27/Sp	1	3	17	12	6	23	38	20	500	80	25	<7	<75	40	8	5	100	7	25	38	25	88	5

Notas:

(7), (8), (9) referirse a notas "Resultados Suelos Superficiales Cultivados".

T A B L A 9
ANALISIS RAYOS X*
SUELOS

Cobalto

niveles reportados = 1 → 40 ppm

blanco (Suelo con bajo contenido mineral) = 2032.3 cps.
100 + " " " " = 2781.3 cps.
250 + " " " " = 3101.9 cps.
500 + " " " " = 4332.7 cps.

No. Sitio	cps Ss	ppm	cps Sp	ppm	cps S*	ppm
1	2616.6	100				
4	2274.8	50				
6	1821	ND				
7	2276	50				
8	2410	100				
9	2549	100				
10	2131	ND				
12	1488	ND				
14	1565	ND				
15	1454	ND				
16	1938	ND				
17	2168	50				
18	2329	50				
19	2380	50				
20	2274	50	1894	ND	2139	
21	2399	50				
22	2381	50				
23	2291	50				
24	2164	50				
25	2317	50	2299	50	2278	50
26	1836	ND	2241	50	2053	ND
27	2222	50	2286	50	2167	50

(*) Análisis efectuados por la Dra. Jones en la Universidad de Reading, Inglaterra.

T A B L A 10
ANALISIS RAYOS X*
SUELOS

Cromo

valor medio en suelos: 200 ppm
blanco (suelo con muy bajo contenido mineral) = 477.3 cps
Suelo (" " " " ")+ 500 ppm = 1173.9 cps.
Suelo (" " " " ")+1000 ppm = 2045.3 cps.

No. Sitio	Cps Ss	ppm	cps Suelos Profundos	ppm	cps Suelos no cultivados	ppm
1	572.3	50				
4	656.8	100				
6	503.1	ND				
7	524.7	ND				
8	652.7	100				
9	864.7	150				
10	436.1	ND				
12	872.8	ND				
14	518.1	ND				
15	497.6	ND				
16	433.9	ND				
17	623.3	100				
18	619.1	100				
19	473.6	ND				
20	746.9	200	693.4	150	705.6	150
21	867.6	300				
22	615.3	100				
23	562.8	50				
24	555.8	50				
25	632.6	100	423.9	ND	526.4	ND
26	562.3	50	473.8	ND	381.4	ND
27	584.8	50	779.6	200	494.2	ND

(*) Análisis efectuados por la Dra. Jones en la Universidad de Reading, Inglaterra.

T A B L A 11
ANALISIS RAYOS X*
SUELOS

Molibdeno

Valores medidos en suelos: 0.2 → 5 ppm.

blanco (Suelo con bajo contenido mineral) = 1.0 Cp/Cb
Suelo (" " " ") + 25 ppm = 1.017 Cp/Cb
Suelo (" " " ") + 50 ppm = 1.045 Cp/Cb
Suelo (" " " ") + 100 ppm = 1.078 Cp/Cb

No. Serie	Cp/Cb Suelos Sup.	ppm	Cp/Cb Suelos Profundos	ppm	Cp/Cb Suelos no cultivados	ppm
1	< 1	ND				
4	< 1	ND				
6	< 1	ND				
7	< 1	ND				
8	< 1	ND				
9	< 1	ND				
10	< 1	ND				
12	< 1	ND				
14	< 1	ND				
15	< 1	ND				
16	< 1	ND				
17	< 1	ND				
18	< 1	ND				
19	< 1	ND				
20	< 1	ND	1.037	50	1.014	25
21	< 1	ND				
22	< 1	ND				
23	1.021	25				
24	< 1	ND				
25	< 1	ND	< 1	ND	< 1	ND
26	< 1	ND	< 1	ND	1.046	50
27	< 1	ND	< 1	ND	1.050	50

(*) Estos análisis fueron efectuados por la Dra. Jones en la Universidad de Reading, Inglaterra.

T A B L A 12
ANALISIS RAYOS X*

Plomo

niveles reportados: 2 → 200 ppm

	Cp/Cb
blanco (Suelo con muy bajo contenido mineral)	= 1.05
" " " " " + 500 ppm	= 1.08
" " " " " + 1000 ppm	= 1.15
" " " " " + 2000 ppm	= 1.2
" " " " " + 3000 ppm	= 1.3

No. Sitio	Cp/Cb Suelos S.	ppm	Cp/Cb Suelos P	ppm	Cp/Cb Suelos*	ppm
1	1.06	200				
4	1.06	200				
6	1.056	100				
7	1.059	150				
8	1.064	250				
9	1.047	ND				
10	1.058	150				
12	1.079	500*				
14	1.064	250				
15	1.033	ND				
16	1	ND				
17	1	ND				
18	1.058	100				
19	1.068	300				
20	1.163	1000*	1.088	≃ 500*	1.064	≃ 250
21	1.123	700*				
22	1.064	250				
23	1.107	500*				
24	1.059	150				
25	1.059	150	1.069	≃ 250	1.023	ND
26	1.052	ND	1.052	ND	1.049	ND
27	1.057	100	1.059	≃ 100	1.027	ND

(*) Análisis efectuados por la Dra. Jones en la Universidad de Reading, Inglaterra.

ANALISIS DE RAYOS X

SUELOS

Cadmio

Niveles reportados = 0.1 ---▸ 7 ppm

El límite de detección del método es de 250 ppm, no se detectó cadmio en ninguna muestra.

Níquel

Niveles reportados = 0.5 ---▸ 500 ppm

El límite de detección del método es de 500 ppm, no se de tectó níquel en ninguna muestra.

RESULTADOS ANALISIS PLANTAS

tabla 13

No. Laboratorio	Lugar (1)	Planta (2)	Tratamiento (3)	Epoca (4)	Mes (5)	Tipo de agua de riego (6)	Fe (ppm)	Zn (ppm)	Mn (ppm)	Cu (ppm)	% Na	% P	% Mg	% Ca	% K	(7) Cd (ppm)	% N	Observaciones
1	1	AL	SL	V	IX-80	Dulce	620	37	55	9	.04	.6	.4	1.2	4.2	< .8	4.0	Abono
2	1	AL	L	V	IX-80	Dulce	260	35	43	8	.04	.5	.3	1.1	3.5	< .8	4.0	Químico
3	1	AL	SL	I	XI-79	Dulce	450	27	51	8	.04	.4	.3	1.5	5.1	< .8	2.7	
4	1	AL	L	I	XI-79	Dulce	450	39	45	7	.04	.4	.3	1.4	6.0	< .8	2.7	
5	2	AL	SL	V	IX-80	Dulce	260	31	32	7	.03	.4	.3	1.1	3.6	< .8	2.7	Abono
6	2	AL	L	V	IX-80	Dulce	260	31	39	7	.05	.4	.3	1.5	3.6	< .8	2.7	Químico
7	2	AL	SL	I	XI-79	Dulce	300	31	40	8	.03	.5	.3	1.6	4.0	< .8	4.0	
8	2	AL	L	I	XI-79	Dulce	200	39	38	8	.03	.5	.3	1.6	4.0	< .8	4.0	
9	3	AL	SL	V	IX-80	Dulce	225	29	44	4	.1	.4	.4	2.5	2.5	< .8	4.0	Abono
10	3	AL	L	V	IX-80	Dulce	180	20	36	4	.1	.3	.3	2	2.5	< .8	2.7	Animal
11	3	AL	SL	I	II-80	Dulce	430	37	45	6	.07	.5	.4	1.5	3.5	< .8	4.0	
12	3	AL	L	I	II-80	Dulce	225	37	36	7	.07	.5	.4	1.3	3.5	< .8	4.0	
13	4	AL	SL	V	IX-80	Dulce	260	25	52	8	.08	.5	.4	1.6	3.5	< .8	4.0	Problema
14	4	AL	L	V	IX-80	Dulce	260	35	58	9	.08	.5	.4	1.7	3.5	< .8	4.0	Salinidad
15	4	AL	SL	I	XI-79	Dulce	560	27	69	9	.08	.2	.6	5.0	2.3	< .8	2.7	Abono
16	4	AL	L	I	XI-79	Dulce	410	25	54	6	.08	.2	.5	2.5	2.3	< .8	2.7	Animal
17	5	AL	SL	V	IX-80	Dulce	150	31	57	6	.09	.5	.6	1.4	4.0	< .8	4.0	Salinidad
18	5	AL	L	V	IX-80	Dulce	180	25	57	8	.09	.5	.6	1.5	4.0	< .8	4.0	Abono
19	5	AL	SL	I	III-80	Dulce	260	22	39	3	.15	.3	.6	1.2	3.4	< .8	4.0	Químico
20	5	AL	L	I	III-80	Dulce	150	22	43	3	.2	.3	.6	1.6	3.4	< .8	4.0	
21	6	AL	SL	V	IX-80	Residual	225	43	32	8	.4	.7	.5	1.5	4.0	< .8	4.0	Salinidad
22	6	AL	L	V	IX-80	Residual	120	40	32	5	.4	.6	.5	1.5	4.0	< .8	4.0	Abono
23	6	AL	SL	I	III-80	Residual	1000	35	40	5	.4	.5	.4	1.2	2.8	< .8	4.7	Animal
24	6	AL	L	I	III-80	Residual	450	27	36	3	.4	.4	.4	1.2	2.8	< .8	4.7	
25	7	AL	SL	V	IX-80	Residual	210	40	30	6	.2	.5	.3	1.2	3.7	< .8	4.7	Abono
26	7	AL	L	V	IX-80	Residual	170	40	32	29	.2	.5	.3	1.2	3.7	< .8	5.4	Animal
27	7	AL	SL	I	XI-80	Residual	480	56	54	11	.2	.6	.3	1.2	4.0	< .8	4.7	
28	7	AL	L	I	XI-80	Residual	480	60	54	13	.2	.6	.3	1.2	3.9	< .8	4.7	
29	8	AL	SL	V	IX-80	Residual	200	47	49	8	.04	.5	.4	1.6	4.0	< .8	4.7	
30	8	AL	L	V	IX-80	Residual	130	43	45	7	.04	.5	.3	1.4	3.6	< .8	4.7	
31	8	AL	SL	I	III-80	Residual	2000	36	83	8	.05	.3	.4	2	2.8	< .8	4.0	
32	8	AL	L	I	III-80	Residual	400	36	49	8	.05	.3	.4	2	2.8	< .8	4.0	
33	9	AL	SL	V	IX-80	Dulce	360	35	46	4	.05	.5	.4	2	3.8	< .8	4.7	Abono
34	9	AL	L	V	IX-80	Dulce	200	31	42	4	.04	.5	.3	2	3.0	< .8	4.7	Animal
35	9	AL	SL	I	III-80	Dulce	220	37	41	8	.2	.5	.4	2	2.0	< .8	4.7	
36	9	AL	L	I	III-80	Dulce	200	35	45	8	.2	.5	.4	2	2.0	< .8	4.7	

Notas: ref. pág. 216

RESULTADOS ANALISIS PLANTAS

tabla 14

No. Laboratorio	Lugar (1)	Planta (2)	Tratamiento (3)	Epoca (4)	Mes (5)	Tipo de agua de riego (6)	Fe (ppm)	Zn (ppm)	Mn (ppm)	Cu (ppm)	% Na	% P	% Mg	% Ca	% K	Cd (ppm) (7)	% N	Observaciones
37	10	AL	SL	V	IX-80	Residual	230	33	38	6	.3	.5	.3	1.2	3.8	<.8	4.7	
38	10	AL	L	V	IX-80	Residual	130	30	38	6	.3	.5	.3	1.2	3.8	<.8	4.7	
39	10	AL	SL	I	III-80	Residual	240	40	41	7	.3	.5	.3	1.2	3.2	<.8	4.7	
40	10	AL	L	I	III-80	Residual	210	39	39	7	.3	.5	.3	1.2	3.2	<.8	4.7	
41	11	AL	SL	V	IX-79	Residual	210	27	33	7	.2	.4	.3	2	3.2	<.8	4.0	Síntomas
42	11	AL	L	V	IX-79	Residual	210	27	34	7	.2	.4	.3	2	3.2	<.8	4.0	Deficiencia
43	11	AL	SL	I	II-80	Residual	300	44	49	10	.3	.6	.3	1.2	3.8	<.8	4.0	
44	11	AL	L	I	II-80	Residual	180	44	43	9	.3	.6	.3	1.2	3.8	<.8	5.0	
45	14	AL	SL	V	IX-79	Residual	375	37	19	5	.5	.4	1.0	4.0	3.0	<.8	4.6	Salinidad
46	14	AL	L	V	IX-79	Residual	170	37	19	5	.4	.4	1.0	3.5	3.0	<.8	4.2	
47	14	AL	SL	I	III-80	Residual	210	33	19	3	.4	.4	.5	1.7	4.0	<.8	4.6	
48	14	AL	L	I	III-80	Residual	200	33	19	3	.4	.4	.5	1.7	4.0	<.8	4.6	
49	17	AL	SL	V	IX-79 IX-80	Residual	170	31	30	5	.4	.6	.5	1.7	3.8	<.8	4.7	Salinidad
50	17	AL	L	V	IX-80	Residual	170	31	26	5	.3	.6	.4	1.3	3.8	<.8	4.7	
51	17	AL	SL	I	III-80	Residual	525	33	39	6	.9	.5	.5	1.8	3.4	<.8	4.7	
52	17	AL	L	I	III-80	Residual	170	30	24	6	.3	.5	.5	1.8	3.4	<.8	4.7	
53	18	AL	SL	V	IX-80	Mezclada	525	43	60	9	.5	.5	.4	1.5	3.3	<.8	4.6	
54	18	AL	L	V	IX-80	Mezclada	225	31	64	6	.8	.3	.4	2.0	1.9	<.8	4.6	
55	18	AL	SL	I	IV-80	Mezclada	500	40	52	6	.3	.5	.5	1.5	3.4	<.8	4.6	
56	18	AL	L	I	IV-80	Mezclada	450	50	61	15	.4	.5	.5	1.5	3.5	<.8	4.6	
57	19	AL	SL	V	IX-80	Mezclada	225	58	64	7	.2	.8	.4	1.4	4.0	<.8	5.4	Terraza
58	19	AL	L	V	Ix-80	Mezclada	160	43	64	6	.1	.7	.4	1.4	4.0	<.8	5.4	Artifical
59	19	AL	SL	I	IV-80	Mezclada	750	35	54	6	.3	.6	.4	1.4	4.3	<.8	4.7	
60	19	AL	L	I	IV-80	Mezclada	400	33	47	6	.4	.6	.4	1.4	4.3	<.8	4.7	
61	20	AL	SL	V	IX-80	Mezclada	1000	58	41	13	.5	.5	.4	1.6	3.8	<.8	5.3	Abono
62	20	AL	L	V	IX-80	Mezclada	260	42	28	9	.5	.5	.4	1.3	3.8	<.8	4.7	Animal.Plaga
63	20	AL	SL	I	IV-80	Mezclada	270	75	29	23	.2	.8	.4	1.4	4.0	<.8	4.7	
64	20	AL	L	I	IV-80	Mezclada	200	67	26	19	.2	.8	.4	1.2	3.9	<.8	4.7	
65	21	AL	SL	V	IX-80 VII-79	Mezclada	225	33	60	450	.2	.4	.4	1.7	3.2	<.8	4.6	
66	21	AL	L	V	VII-80 IX-80	Mezclada	180	33	54	6	.2	.4	.4	1.7	3.2	<.8	4.6	
67	21	AL	SL	I	IV-80	Mezclada	600	40	37	8	.3	.5	.3	1.9	2.7	<.8	4.6	
68	21	AL	L	I	IV-80	Mezclada	450	40	37	8	.4	.5	.3	1.9	2.7	<.8	4.6	
69	23	AL	SL	V	IX-80	Mezclada	260	31	66	9	.3	.4	.3	1.9	3.3	<.8	4.7	Clorosis
70	23	AL	L	V	IX-80	Mezclada	180	37	66	9	.3	.4	.3	1.9	3.3	<.8	4.7	y
71	23	AL	SL	I	XI-79	Mezclada	210	32	48	7	.4	.4	.4	1.9	3.3	<.8	4.7	Necrosis
72	23	AL	L	I	XI-79	Mezclada	330	32	48	7	.4	.4	.4	1.9	3.3	<.8	4.7	

Notas: ref. pág. 216

→

RESULTADOS ANALISIS PLANTAS

tabla 15

No. Laboratorio	Lugar (1)	Planta (2)	Tratamiento (3)	Epoca (4)	Mes (5)	Tipo de agua de riego (6)	Fe (ppm)	Zn (ppm)	Mn (ppm)	Cu (ppm)	% Na	% P	% Mg	% Ca	% K	Cd (ppm) (7)	% N	Observaciones
73	24	AL	SL	V	VII-79	Mezclada	400	56	48	11	.4	.5	.4	1.3	4.2	<.8	5.0	
74	24	AL	L	V	IX-80	Mezclada	200	44	48	9	.3	.5	.4	1.3	4.2	<.8	5.0	
75	24	AL	SL	I	IV-80	Mezclada	480	36	55	7	.35	.3	.45	2.1	3.0	<.8	4.7	
76	24	AL	L	I	IV-80	Mezclada	230	31	55	7	.3	.1	.4	2.1	3.0	<.8	4.7	
77	25	AL	SL	V	IX-80	Mezclada	790	48	51	10	.2	.3	.4	1.2	4.8	<.8	5.5	Necrosis
78	25	AL	L	V	IX-80	Mezclada	300	62	41	10	.2	.7	.4	1.7	4.5	<.8	5.5	y
79	25	AL	SL	I	XI-79 IV-80	Mezclada	430	40	41	8	.3	.7	.4	1.2	4.0	<.8	6.3	Clorosis
80	25	AL	L	I	XI-79 IV-80	Mezclada	380	43	41	15	.3	.6	.4	1.2	4.0	<.8	5.5	
81	26	AL	SL	V	IX-80	Mezclada	190	35	41	7	.3	.5	.4	1.5	3.8	<.8	4.5	
82	26	AL	L	V	IX-80	Mezclada	120	37	41	7	.2	.5	.4	1.5	3.8	<.8	4.5	
83	26	AL	SL	I	XI-79	Mezclada	380	46	49	12	.4	.6	.4	1.9	3.8	<.8	5.4	
84	26	AL	L	I	XI-79	Mezclada	200	40	30	9	.4	.6	.4	1.5	3.8	<.8	4.5	
85	27	AL	SL	V	IX-80	Mezclada	500	48	38	10	.3	.6	.4	1.2	3.7	<.8	4.5	
86	27	AL	L	V	IX-80	Mezclada	550	50	34	12	.2	.6	.4	1.2	3.7	<.8	4.8	
87	27	AL	SL	I	XI-79	Mezclada	180	37	45	6	.2	.6	.4	1.5	4.4	<.8	5.4	
88	27	AL	L	I	XI-79	Mezclada	160	39	48	6	.2	.6	.4	1.5	4.4	<.8	5.4	
89	1	Pa	SL	V	IX-80	Dulce	525	37	38	10	.04	.4	.4	.5	4.6	<.8	4.0	Abono
90	1	Pa	L	V	IX-80	Dulce	360	31	70	8	.04	.3	.3	.5	3.0	<.8	4.0	Químico
91	1	Pa	Sl	I	XI-79	Dulce	400	24	47	8	.04	.3	.4	.5	4.6	<.8	2.7	
92	1	Pa	L	I	XI-79	Dulce	400	24	53	5	.04	.3	.4	.5	4.6	<.8	2.7	
93	2	Pa	SL	V	IX-80	Dulce	350	44	53	8	.04	.4	.4	.6	4.0	<.8	3.3	Abono
94	2	Pa	L	V	IX-80	Dulce	320	49	54	8	.04	.4	.4	.5	4.0	<.8	3.3	Químico
95	2	Pa	SL	I	XI-80	Dulce	525	46	79	8	.04	.3	.5	.6	4.0	<.8	3.3	
96	2	Pa	L	I	XI-80	Dulce	375	46	68	8	.04	.3	.5	.6	3.8	<.8	3.3	
97	5	Pa	SL	V	IX-80	Dulce	450	27	60	7	.03	.4	.3	.6	3.7	<.8	2.7	Salinidad
98	5	Pa	L	V	IX-80	Dulce	120	23	47	6	.03	.4	.3	.6	3.7	<.8	2.7	Abono
99	5	Pa	SL	I	III-80	Dulce	350	31	129	6	.03	.3	.4	.6	3.1	<.8	2.7	Químico
100	5	Pa	L	I	III-80	Dulce	170	25	113	6	.03	.3	.4	.6	3.1	<.8	2.7	
101	6	Pa	SL	V	IX-80	Residual	1000	53	56	7	.05	.3	.4	.5	4.2	<.8	2.7	Salinidad
102	6	Pa	L	V	IX-80	Residual	260	55	51	7	.05	.3	.4	.5	4.2	<.8	2.7	Abono Químico
103	6	Pa	SL	I	III-80	Residual	2000	50	66	8	.16	.2	.3	.6	1.1	<.8	1.35	
104	6	Pa	L	I	III-80	Residual	700	47	44	5	.16	.2	.3	.6	1.1	<.8	1.35	
105	7	Pa	SL	V	IX-80	Residual	300	55	65	15	.04	.5	.4	.5	3.2	<.8	2.7	Abono
106	7	Pa	L	V	IX-80	Residual	250	62	44	12	.04	.5	.4	.45	3.2	<.8	2.7	Animal
107	7	Pa	SL	I	III-80	Residual	1200	135	100	26	.35	.4	.4	.7	3.2	<.8	2.7	
108	7	Pa	L	I	III-80	Residual	450	89	90	14	.2	.4	.4	.7	3.2	<.8	2.7	

Notas: ref. pág. 216

→

RESULTADOS ANALISIS PLANTAS

tabla 16

No. Laboratorio	Lugar (1)	Planta (2)	Tratamiento (3)	Epoca (4)	Mes (5)	Tipo de agua de riego (6)	Fe (ppm)	Zn (ppm)	Mn (ppm)	Cu (ppm)	% Na	% P	% Mg	% Ca	% K	Cd (ppm) (7)	% N	Observaciones
109	8	Pa	SL	V	IX-80	Residual	560	54	62	9	.03	.4	.2	.4	3.0	<.8	2.0	
110	8	Pa	L	V	IX-80	Residual	600	52	64	10	.02	.4	.2	.4	3.0	<.8	2.0	
111	8	Pa	SL	I	III-80	Residual	4000	47	100	8	.2	.4	.2	.5	3.0	<.8	2.7	
112	8	Pa	L	I	III-80	Residual	400	42	62	16	.15	.5	.2	.5	3.0	<.8	2.7	
113	10	Pa	SL	V	IX-80	Residual	1500	92	100	15	.15	.4	.3	.5	2.0	<.8	2.0	
114	10	Pa	L	V	IX-80	Residual	750	86	84	13	.18	.4	.3	.5	2.0	<.8	2.0	
115	10	Pa	SL	I	XI-79	Residual	640	46	53	8	.03	.3	.2	.4	2.0	<.8	1.35	
116	10	Pa	L	I	XI-79	Residual	260	43	60	7	.03	.3	.2	.4	2.0	<.8	1.35	
117	11	Pa	SL	V	IX-80	Residual	500	83	130	10	.05	.5	.4	.5	3.1	<.8	2.7	Síntomas
118	11	Pa	L	V	IX-80	Residual	240	58	100	9	.05	.4	.4	.9	3.1	<.8	2.7	Deficiencia
119	11	Pa	SL	I	II-80	Residual	3000	126	69	20	.08	.3	.3	.8	2.0	<.8	1.7	
120	11	Pa	L	I	II-80	Residual	675	97	54	12	.08	.3	.3	.5	2.0	<.8	2.0	
121	12	Pa	SL	V	IX-80	Residual	250	35	24	4	.05	.3	.4	.6	3.5	<.8	2.7	Salinidad
122	12	Pa	L	V	IX-80	Residual	232	35	24	4	.05	.3	.4	.5	3.5	<.8	2.7	Síntomas
123	12	Pa	SL	I	II-80	Residual	1000	43	32	4	.1	.1	.4	.6	1.0	<.8	2.0	Deficiencia
124	12	Pa	L	I	II-80	Residual	500	49	32	5	.1	.1	.4	.6	1.0	<.8	2.0	
125	14	Pa	SL	V	IX-80	Residual	640	45	22	7	.07	.4	.4	.5	3.0	<.8	2.0	Salinidad
126	14	Pa	L	V	IX-80	Residual	300	45	13	7	.07	.4	.4	.5	3.0	<.8	2.0	
127	14	Pa	SL	I	III-80	Residual	825	54	38	9	.3	.4	.5	.6	3.3	<.8	2.7	
128	14	Pa	L	I	III-80	Residual	340	47	26	9	.1	.3	.4	.5	2.8	<.8	2.7	
129	16	Pa	SL	V	IX-79	Residual	360	66	26	7	.08	.3	.4	.5	2.3	<.8	1.35	
130	16	Pa	L	V	IX-79	Residual	375	68	20	7	.18	.3	.3	.3	2.0	<.8	1.35	
131	17	Pa	SL	V	IX-80	Residual	1000	45	46	7	.05	.3	.3	.4	2.5	<.8	1.3	
132	17	Pa	L	V	IX-80	Residual	340	45	46	26	.05	.3	.3	.4	2.5	<.8	1.3	
133	17	Pa	SL	I	III-80	Residual	2000	68	100	7	.2	.15	.4	.8	.9	<.8	1.3	
134	17	Pa	L	I	III-80	Residual	680	72	75	7	.1	.12	.3	.8	.6	<.8	1.3	
135	18	Pa	SL	V	IX-80	Mezclada	3000	72	100	11	.05	.2	.2	.5	1.1	<.8	1.2	
136	18	Pa	L	V	IX-80	Mezclada	500	68	70	6	.05	.2	.1	.3	1.1	<.8	1.2	
137	18	Pa	SL	I	IV-80	Mezclada	1300	46	100	7	.07	.2	.5	.6	1.6	<.8	1.2	
138	18	Pa	L	I	IV-80	Mezclada	430	32	70	6	.05	.2	.4	.5	1.6	<.8	1.2	
139	19	Pa	SL	V	IX-80	Mezclada	400	32	86	5	.05	.2	.2	.3	1.4	<.8	1.3	Terraza
140	19	Pa	L	V	IX-80	Mezclada	260	33	68	5	.05	.2	.1	.3	1.4	<.8	1.3	Artificial
141	19	Pa	SL	I	IV-80	Mezclada	3600	66	130	9	.3	.3	.4	1.3	2.0	<.8	2.4	
142	19	Pa	L	I	IV-80	Mezclada	1000	54	100	7	.25	.3	.3	1.0	2.0	<.8	2.4	

Notas: ref. pág. 216

RESULTADOS ANALISIS PLANTAS

tabla 17

No. Laboratorio	Lugar (1)	Planta (2)	Tratamiento (3)	Epoca (4)	Mes (5)	Tipo de agua de riego (6)	Fe (ppm)	Zn (ppm)	Mn (ppm)	Cu (ppm)	% Na	% P	% Mg	% Ca	% K	Cd (ppm) (7)	% N	Observaciones
143	20	Pa	SL	V	IX-80	Mezclada	1200	70	45	11	.15	.5	.3	.8	3.8	<.8	2.7	Abono
144	20	Pa	L	V	IX-80	Mezclada	500	75	28	12	.15	.5	.3	.6	3.8	<.8	2.7	Animal
145	20	Pa	SL	I	IV-80	Mezclada	1000	100	96	11	.1	.3	.4	.6	3.0	<.8	2.7	Plaga
146	20	Pa	L	I	IV-80	Mezclada	675	64	92	10	.1	.4	.4	.6	3.0	<.8	2.7	
147	21	Pa	SL	V	IX-80	Mezclada	2300	120	90	43	.15	.3	.4	1.0	2.5	<.8	2.3	
148	21	Pa	L	V	IX-80	Mezclada	500	75	39	17	.15	.3	.3	.6	2.5	<.8	2.3	
149	21	Pa	SL	I	IV-80	Mezclada	860	69	43	12	.03	.3	.3	.6	3.1	<.8	2.7	
150	21	Pa	L	I	IV-80	Mezclada	600	70	41	12	.03	.3	.3	.6	3.1	<.8	2.7	
151	22	Pa	SL	V	IX-80	Mezclada	480	71	105	8	.3	.4	.3	.6	2.7	<.8	2.0	
152	22	Pa	L	V	IX-80	Mezclada	380	73	108	8	.3	.3	.3	.6	2.7	<.8	2.0	
153	22	Pa	SL	I	XI-79	Mezclada	410	86	96	16	.4	.5	.5	.6	3.6	<.8	3.6	
154	22	Pa	L	I	XI-79	Mezclada	180	81	99	16	.5	.5	.5	.6	3.6	<.8	3.6	
155	25	Pa	SL	V	IX-80	Mezclada	1300	60	67	12	.3	.4	.3	.6	4.0	<.8	2.9	Clorosis
156	25	Pa	L	V	IX-80	Mezclada	900	60	56	12	.4	.4	.3	.4	4.0	<.8	2.9	y
157	25	Pa	SL	I	XI-79	Mezclada	1200	26	36	4	.3	.04	.06	.1	1.8	<.8	1.36	Necrosis
158	25	Pa	L	I	XI-79	Mezclada	1600	70	75	15	.3	.4	.4	.6	3.0	<.8	2.5	
159	26	Pa	SL	V	IX-80	Mezclada	750	120	66	15	.08	.4	.3	.6	3.3	<.8	2.5	Clorosis
160	26	Pa	L	V	IX-80	Mezclada	225	75	43	14	.04	.3	.2	.5	2.0	<.8	2.5	y
161	26	Pa	SL	I	XI-79	Mezclada	490	90	66	10	.08	.4	.5	.6	3.3	<.8	2.1	Necrosis
162	26	Pa	L	I	XI-79	Mezclada	260	90	75	10	.08	.4	.5	.6	3.3	<.8	3.1	

Notas: ref. pág. 216

RESULTADOS ANALISIS PLANTAS

tabla 18

No. Laboratorio	Lugar (1)	Planta (2)	Tratamiento (3)	Epoca (4)	Mes (5)	Tipo de agua de riego (6)	Fe (ppm)	Zn (ppm)	Mn (ppm)	Cu (ppm)	% Na	% P	% Mg	% Ca	% K	(7) Cd (ppm)	% N	Observaciones
163	6	Ma	L	V	IX-80	Residual	210	49	32	4	.02	.4	.2	.2	2.7	< .8	2.4	
164	10	Pi	L	V	IX-79	Residual	150	31	17	5	.02	.4	.2	.6	1.9	< .8	2.0	
165	12	Av	L	I	II-80	Residual	150	58	34	6	1.4	.6	.2	.3	2.6	< .8	3.4	
166	12	Ma	L	V	IX-79	Residual	140	43	17	2	.02	.5	.2	.3	2.9	< .8	2.7	
167	12	Ma	L	V	IX-80	Residual	140	54	32	3	.02	.4	.3	.4	2.4	< .8	2.5	
168	14	Be	SL	I	III-80	Residual	320	26	9	2	.2	.4	.7	.8	1.4	< .8	1.4	
169	14	Be	L	I	III-80	Residual	160	32	16	4	1.5	.5	.6	.7	6.3	< .8	2.9	
170	14	Be	SL	I	XII-78	Residual	240	32	9	4	2.8	.4	.7	1.4	1.9	< .8	1.9	
171	15	Ma	L	V	IX-80	Residual	130	64	20	3.5	.1	.3	.4	.3	2.7	< .8	1.6	
172	15	Ma	L	V	IX-79	Residual	120	35	13	2	.07	.4	.2	.1	2.7	< .8	2.3	
173	15	Ma	L	V	IX-80	Residual	90	43	16	3	.02	.2	.3	.2	1.4	< .8	1.4	
174	15	Be	L	V	IX-79	Residual	800	27	35	2	6.1	.4	1.0	1.6	3.6	< .8	2.7	
175	16	Pi	L	V	IX-79	Residual	90	30	13	7	.04	.7	.3	.6	3.6	< .8	4.0	
176	16	Eu	L	V	IX-79	Residual	150	82	64	3.5	.1	.1	.5	4.0	0.6	< .8	1.7	
177	17	Be	L	I	III-80	Residual	120	24	32	5	5.0	.3	1.0	.8	2.34	< .8	3.1	
178	17	Be	SL	I	III-80	Residual	300	20	32	6	1.5	.5	.3	.15	1.3	< .8	1.6	
179	17	Ma	L	V	IX-80	Residual	280	39	19	3.5	.02	.3	.2	.15	2.2	< .8	1.9	
180	17	Be	L	I	XI-79	Residual	310	20	60	5	3.5	.2	.8	.6	2.9	< .8	2.1	
181	21	Fr	L SL	V	IX-80	Mezclada	1000	42	75	8	.05	.4	.6	4.0	4.0	< .8	3.1	
182	21	Pi	SL	V	VII-79	Mezclada	170	20	30	2	.05	.7	.4	1.4	3.5	< .8	2.9	
183	22	Fr	L	V	IX-80	Mezclada	1000	20	126	8	.1	.4	.7	4.0	3.6	< .8	2.7	
184	23	Fr	SL	V	VII-79	Mezclada	2000	62	130	11	.02	.5	.5	1.8	1.9	< .8	4.8	
185	23	Tr	L	I	XI-79	Mezclada	160	64	28	13	.8	.75	.2	.4	3.9	< .8	4.2	
186	23	Ma	L	V	X-79	Mezclada	200	107	46	11	.02	.3	.3	.7	1.8	< .8	2.0	
187	23	Fr	SL	V	X-79	Mezclada	90	80	39	5	.05	.1	.4	1.5	2.5	< .8	1.3	
188	23	Fr	SL	V	X-79	Mezclada	160	15	15	10	.02	.6	.2	.15	2.0	< .8	4.0	
189	23	Fr	L	V	IX-80	Mezclada	450	40	75	6	.02	.4	.4	4.0	2.4	< .8	2.0	
190	25	Fr	L	I	XII-79	Mezclada	2000	64	180	14	.05	.5	.6	4.0	2.0	< .8	4.0	
191	25	Fr	L	V	IX-80	Mezclada	700	34	130	6	.05	.2	.6	4.0	2.4	< .8	2.0	
192	25	Fr	L	I	XI-79	Mezclada	2500	49	110	9	.05	.5	.6	2.5	3.5	< .8	2.7	
193	25	Fr	L	I	XII-79	Mezclada	640	45	70	9	.05	.6	.6	2.5	3.7	< .8	2.7	
194	25	Fr	L	I	XII-79	Mezclada	375	36	36	6	.4	.4	.6	1.7	4.3	< .8	2.0	
195	26	Fr	L	V	IX-80	Mezclada	225	54	41	22	.05	.5	.5	3	3.7	< .8	3.2	
196	27	Fr	L	V	IX-80	Mezclada	200	64	24	14	.05	.5	.5	2	3.5	< .8	1.5	

Notas: ref. pág. 216

T A B L A 19

ANALISIS RAYOS X *
PLANTAS

Cobalto

Nivel alto en plantas ≥ 0,1 ppm
Nivel peligroso para el ganado en pastizales > 20 ppm

blanco (celulosa) = 1948.4 cps.
10 ppm + celulosa = 2265.2 "
50 ppm + celulosa = 3438.6 "
100 ppm + celulosa = 5048.8 "

MUESTRA	cps	ppm	Observaciones
20/Al/SL/V	1418.6	ND	
21/Al/L/I	1400.2	ND	
25/Al/SL/V	1428.7	ND	
25/Al/SL/I	1458.8	ND	
25/Al/L/I	1426.6	ND	
27/Al/SL/L	1358.5	ND	
8/Pa/SL/V	1376.4	ND	
8/Pa/SL/I	1642.2	ND	
8/Pa/L/I	1436.4	ND	
25/Pa/SL/I	1869.9	ND	
26/Pa/SL/V	1454.2	ND	
26/Pa/SL/I	1378.3	ND	
26/Pa/L/I/	1411.3	ND	
25/Fr/L/I	1418.7	ND	

ND = no detectado.

(*) Estos análisis fueron efectuados por la Dra. Jones en la Universidad de Reading, Inglaterra.

T A B L A 20
ANALISIS RAYOS X*
PLANTAS

Cromo

niveles medios en plantas lavadas=0.22 → 2.07 ppm .
niveles tóxicos en plantas lavadas = 4 → 8.0 ppm.

blanco(celulosa)= 450 cps.
50 ppm+celulosa = 886.6 cps.
100 ppm+celulosa=1284.4 cps.

MUESTRA	cps	ppm	Observaciones
20/Al/SL/V	340.1	ND	
21/Al/L/I	380.8	ND	
25/Al/SL/V	663.1	≃ 25	
25/Al/SL/I	823.9	≃ 45	
25/Al/L/I	327.9	ND	
27/Al/SL/L	409.7	ND	
8/Pa/SL/V	558.5	≃ 10	
8/Pa/SL/I	608.9	≃ 15	
8/Pa/L/I	232.2	ND	
25/Pa/SL/I	534.2	≃ 10	
26/Pa/SL/V	549.6	≃ 10	
26/Pa/SL/I	639.3	≃ 20	
26/Pa/L/I	319	ND	
25/Fr/L/I	616.1	≃ 20	

ND = no detectado.

(*) Estos análisis fueron efectuados por la Dra. Jones en la Universidad de Reading, Inglaterra.

T A B L A 21
ANALISIS RAYOS X*
PLANTAS

Molibdeno

Niveles tóxicos para el ganado > 6 ppm
(otros autores fijan 30 ppm)
blanco (celulosa) = 1 cps.
10 ppm (celulosa + 10) = 1 cps.
50 ppm (celulosa + 50) = 1.002 cps.
100 ppm (celulosa + 100) = 1.006 cps.

MUESTRA	cps	ppm	Observaciones
20/Al/SL/V	1	ND	
21/Al/L/I	1	ND	
25/Al/SL/V	1	ND	
25/Al/SL/I	1	ND	
25/Al/L/I	1	ND	
27/Al/SL/I	1	ND	
8/Pa/SL/V	1	ND	
8/Pa/SL/I	1	ND	
8/Pa/L/I	1	ND	
25/Pa/Sl/I	1	ND	
26/Pa/Sl/V	1.001	30	
26/Pa/SL/I	1	ND	
26/Pa/L/I	1	ND	
25/Fr/L/I	1.001	30	

ND = no detectado

(*) Estos análisis fueron efectuados por la Dra. Jones en la Universidad de Reading, Inglaterra.

T A B L A 22
ANALISIS RAYOS X*
PLANTAS

Plomo

Niveles publicados en plantas lavadas = 0.1 — 10 ppm

blanco(celulosa) = 1.038 Cp/Cb
10 ppm(celulosa + 10) ppm = 1.054 Cp/Cb
100 ppm(celulosa + 100) ppm= 1.092 Cp/Cb

MUESTRA	Cp/Cb	ppm	Observaciones
20/Al/SL/V	1.036	ND	
21/Al/L/I	1.118	≃ 100	nivel alto
25/Al/SL/V	1.075	≃ 50	nivel alto
25/Al/SL/I	1.044	ND	
25/Al/L/I	1.076	≃ 50	nivel alto
27/Al/SL/I	1.056	≃ 10	
8/Pa/SL/V	1.058	≃ 10	
8/Pa/SL/I	1.041	ND	
8/Pa/L/I	1.050	≃ 10	
25/Pa SL/I	1.023	ND	
26/Pa/SL/V	1.039	ND	
26/Pa/SL/I	1.026	ND	
26/Pa/L/I	1.041	ND	
25/Fr/L/L	1.063	≃ 30	nivel alto

ND = No detectado.

(*) Estos análisis fueron efectuados por la Dra. Jones en la Universidad de Reading, Inglaterra.

ANALISIS DE RAYOS X

P L A N T A S

Cadmio

Niveles reportados en plantas =0.2 → 8 ppm

No se detectó Cd en ninguna muestra, el límite de detección del método es de 250 ppm.

Niquel

Niveles reportados en plantas =0.1 → 50 ppm

No se detectó Ni en ninguna muestra, el límite de detección del método es de 500 ppm.

T A B L A 23

ANALISIS DE BORO EN PLANTAS*

Nivel tóxico en maíz = 179 ppm (18)
Nivel alto en betabel = 50 ppm (45)

MUESTRA	ppm	O B S E R V A C I O N E S
12/Ma/SL/V	149 ppm B	Se observaron síntomas de toxicidad.
12/Ma/L /V	148 ppm B	
14/Be/SL/I	150 ppm B	
14/Be/L/I	149 ppm B	
17/Be/L/I	150 ppm B	
17/Be/SL/I	150 ppm B	

(*) Análisis efectuados por el B. Teodoro Mendoza en el lab. de Química de Suelos, del depto. de Edafología del Instituto de Geología, UNAM.

(18) Diagnostic Criteria for Plants and Soils.
(45) Liquid Fertilizer Manual.

T A B L A 24
RESULTADOS ANALISIS
HORNO DE GRAFITO

Plantas

Plomo (niveles reportados) = 0.1 → 10 ppm
Cadmio (niveles reportados) = 0.2 → 0.8 ppm

MUESTRA	CADMIO (ppm)	PLOMO (ppm)
8/Al/SL/I	1	2.5
20/Al/SL/I	1	2.5
21/Al/SL/V	0.75	2.2
25/Al/L/I	> 0.5	0.4
26/Al/SL/I	0.3	1.6
8/Pa/L/I	0.8	5.0
21/Pa/SL/V	0.8	8.0
25/Pa/SL/I	1.0	3.7
26/Pa/SL/I	0.5	0.4
6/Ma/L/V	6	1.2
23/Fr/SL/V	0.3	3.5
25/Fr/L/I	0.5	0.35

Aguas (fase líquida) máxima concentración recomendada de Pb = 5 → 10 ppm
" " " de Cd = 0.010 → 0.050 ppm.

MUESTRA	CADMIO (ppm)	PLOMO (ppm)
2	0.005	0
10	0.08	2
16	0.08	2
18	0.03	1.1
27	0.03	0.64

TABLA 25
ANALISIS DE AGUA
FASE SOLIDA(1)

No. Muestra	1	2	3	4	5
Sitio	2	10	16	18	23
Tipo de Agua	Dulce	Residual	Residual	Mezclada	Mezclada
Ubicación	Zona Testigo	D.R. 88	D.R. 88	D.R. 03	D.R. 03
Descripción	Agua Pozo	Canal Sec	Gran Canal	Canal Sec	Canal Sec
Fe extractable (ppm)	-	40	290	275	200
Zn extractable (ppm)	-	35	50	50	50
Mn extractable (ppm)	-	55	60	65	80
Cu extractable (ppm)	-	21	45	50	60
Pb extractable (ppm)	-	24.5	110	94	60
Fe total (%)	-	1.9	1.6	1.8	1.87
Zn total (ppm)	-	500	2000	800	500
Cu total (ppm)	-	100	350	200	150
Mo total (ppm)	-	70	135	ND	ND
Co total (ppm)	-	30	10	25	30
Cr total (ppm)	-	300	800	450	450
Ni total (ppm)	-	30	150	90	60
Pb total (ppm)	-	500	1800	800	600

(1) Los contenidos totales se determinaron por Rayos X.

TABLA 26
ANALISIS AGUAS(1)
FASE LIQUIDA

No. Muestra	1	2	3	4	5
Sitio	2	10	16	18	23
Tipo Agua	Dulce	Residual	Residual	Mezclada	Mezclada
Ubicación	Zona Testigo	D.R. 88	D.R. 88	D.R. 03	D.R. 03
Descripción	Agua de Pozo	Canal Sec.	Gran Canal	Canal Sec.	Canal Sec.
pH	8.1	6.5	8.1	7.9	7.5
Conductividad (mhos/cm)	460	2000	2200	2000	1400
Sodio (ppm)	10	100	200	150	100
Potasio (ppm)	0.64	2.3	3.5	.45	2.25
Fósforo (ppm)	.009	2	.35	.06	.5
Magnesio (ppm)	7.4	23.8	18	8.2	16.5
Calcio (ppm)	7.4	53.8	27.7	72.2	36.7
Hierro (ppm)	.02	14	104	.54	9.7
Zinc (ppm)	.01	.3	.46	.05	.64
Manganeso (ppm)	0	.3	.25	.05	.22
Cobre (ppm)	0	.5	3.4	.1	1.64
Niquel (ppm x 10^{-3})	2	53	338	19	138

(1) Estos análisis fueron efectuados por Luis Ibañez en los laboratorios de Química Marina del Instituto de Ciencias del Mar, UNAM.

CAPITULO V

TRATAMIENTO ESTADISTICO

Datos Suelos:

	Estadística descriptiva.*	Intervalos de clase.	Análisis de varianza
pH	pag. 79	pag. 107	pag. 112
Conductividad.....	80	107	113
% de carbonatos.....	81	-	114
Sodio intercambiable....	82	107	115
Potasio "	83	-	116
Magnesio "	84	108	117
C. I. C.	85	108	118
% de nitrógeno.....	86	108	119
% de carbono.....	87	108	120
Fósforo total.....	88	108	121
Potasio total.....	89	109	122
Magnesio total.....	90	109	123
Fósforo disponible.....	91	109	124
Cobre total.....	92	109	125
Manganeso total.....	93	109	126
Zinc total.....	94	110	127
Hierro total.....	95	110	128
Cadmio total.....	96	110	-
Plomo total.....	97	110	129
Níquel total.....	98	110	130
Plomo extractable.....	99	111	131
Cobre extractable.....	100	111	132
Manganeso extractable ..	101	111	133
Zinc extractable	102	111	134
Hierro extractable	103	111	135
% de arena	104	-	136
% de limo	105	-	137
% de arcilla	106	-	138

Prueba de "t" (diferencias significativas entre suelos) 139
Prueba de "t" (diferencias significativas entre regiones) 140
Diferencias entre suelos cultivados y no cultivados..... 141
Factores de correlación de Pearson:
suelos superficiales cultivados 142
suelos superficiales no cultivados..... 143
suelos profundos..... 144
Regresiones lineales 182

(*) media, desviación estandar, mediana, moda rango, máximo y mínimo.

Continúa ⟶

Datos Plantas:

Estadística descriptiva* de los elementos determinados en alfalfas:

hierro ..... pag. 145
zinc 146
manganeso 147
cobre 148
sodio 149
fósforo 150
magnesio 151
calcio 152
potasio 153
nitrógeno 154

Estadística descriptiva* de los elementos determinados en pastos:

hierro ..... pag. 155
zinc 156
manganeso 157
cobre 158
sodio 159
fósforo 160
magnesio 161
calcio 162
potasio 163
nitrógeno 164

Estadística descriptiva* de los elementos determinados en otras plantas.

hierro ..... pag. 165
zinc 165
manganeso 165
cobre 166
sodio 166
fósforo 166
magnesio 167
calcio 167
potasio 167
nitrógeno 168

Estadística descriptiva* de los elementos determinados en todas las muestras vegetales:

hierro ..... pag. 169
zinc 169
manganeso 170
cobre 170
sodio 171
fósforo 171
magnesio 172
calcio 172
potasio 173
nitrógeno 173

(*) media, desviación estandar, mediana moda, rango, máximo y mínimo.

Continúa ——→

Intervalos de clase .....pag. 174

Factores de correlación:

Pasto lavado..... pag. 176

Alfalfa lavada..... pag. 178

Análisis de varianza ..... pag. 181

Regresiones lineales:

hierro ..... pag. 182
zinc 185
manganeso 187
cobre 190
potasio 192
nitrógeno 194

TABLA 27

ESTADISTICA DESCRIPTIVA

SUELOS

pH

Muestra	SUELOS														
Región	Z.T.			D.R.88			D.R.03						Z.T.	88	03
Tipo suelo	Ss (1)	Sp	S*	Ss (2)	Sp	S*	Ss (3)	Sp	S*	Ss	Sp	S*			
Media	7.3	7.61	7.58	8.49	8.59	8.45	8.1	8.45	7.74	8.6	8.3	7.9	7.5	8.5	8.09
Desviación std.	0.46	0.53	0.24	0.89	0.24	0.79	0.18	0.26	0.39	0.74	1.5	0.66			
Mediana	6.9	7.3	7.5	8.31	8.2	8.4	8.1	8.47	7.5	8.1	8.3	7.7			
Moda	6.9	7.1	-	8.3	8.2	-	-	8.5	7.5	-	-	7.5			
Rango	11	1.2	7	3	8.5	2.4	0.6	1.0	1.1	3	8.5	2.6			
Máximo	8.0	8.3	7.9	9.9	10	9.8	8.4	8.9	8.3	9.9	10	9.8			
Mínimo	6.9	7.1	7.2	6.9	7	7.4	7.8	7.9	7.2	6.9	7.0	7.2			

(1) Riego agua dulce

(2) Riego agua residual (negra)

(3) Riego agua mezclada

BIBLIOTECA DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL DE MEXICO
D.E.P.G. QUIMICA

TABLA 28

ESTADISTICA DESCRIPTIVA

SUELOS

Conductividad (mmhos/cm, 1:5 en H_2O, 25 °C)

Muestra	SUELOS														
Región	Z.T.			D.R.88			D.R.03						Z.T.	88	03
Tipo suelo	Ss (1)	Sp	S*	Ss (2)	Sp	S*	Ss (3)	Sp	S*	Ss	Sp	S*			
Media	.89	.20	1.30	.83	.93	.876	.5	.37	1.81	.72	.55	1.33	.79	.88	.89
Desviación std.	1.74	.1	1.11	.65	1.18	.75	.17	.04	1.24	.89	.78	1.08			
Mediana	.185	.16	.58	.58	.425	.48	.42	.34	1.90	.45	.34	.93			
Moda	.18	-	.38	-	-	-	-	.34	-	.18	.34	-			
Rango	4.27	.27	2.86	2.22	3.40	2.34	.51	.10	4.13	4.27	3.40	4.14			
Máximo	4.45	.38	3.20	2.40	3.51	2.50	.83	.43	4.3	4.45	3.51	4.3			
Mínimo	.1 8	.11	.34	.18	.11	.16	.32	.33	.17	.18	.11	.16			

(1) Riego con agua dulce

(2) Riego con agua residual (negra)

(3) Riego con agua mezclada

TABLA 29

ESTADISTICA DESCRIPTIVA

SUELOS

% de carbonatos

Muestra	SUELOS														
Región	Z.T.			D.R.88			D.R.03						Z.T.	88	03
Tipo suelo	Ss(1)	Sp	S*	Ss(2)	Sp	S*	Ss(3)	Sp	S*	Ss	Sp	S*			
Media	.16	1.08	.08	10.8	10.7	8.1	3.1	6.7	4.6	5.4	6.9	4.9	.44	9.8	4.8
Desviación std.	.4	1.68	.2	8.4	10.5	9.1	1.4	8.9	4.3	6.8	9.1	6.8			
Mediana	.1	.12	.05	8.5	5.75	4.2	2.7	1.7	3.5	2.7	2.7	2.2			
Moda	0	0	0	8.5	0	0	2	1	-	0	0	0			
Rango	1.0	3.5	.5	22.5	25	22	4	25.5	13	22.5	2.6	2.2			
Máximo	1.0	3.5	.5	22.5	25	22	6	26.5	13	22.5	2.6	2.2			
Mínimo	0	0	0	0	0	0	2	1	0	0	0	0			

(1) Riego con agua dulce

(2) Riego con agua residual(negra)

(3) Riego con agua mezclada

TABLA 30

ESTADISTICA DESCRIPTIVA

SUELOS

Sodio Intercambiable, meq/100g

Muestra	SUELOS														
Región	Z.T.			D.R.88			D.R.03						Z.T.	88	03
Tipo suelo	Ss(1)	Sp	S*	Ss(2)	Sp	S*	Ss(3)	Sp	S*	Ss	Sp	S*			
Media	.56	1.20	.76	8.71	9.32	5.54	3.64	3.85	2.16	4.88	5.34	3.13	.84	7.85	3.21
Desviación std.	.44	1.15	.10	9.32	11.31	5.49	1.01	1.55	2.77	6.53	7.65	4.24			
Mediana	.31	.85	.30	6.05	3.70	3.65	3.4	3.25	1.1	2.81	3.05	1.1			
Moda	.30	-	.30	-	5.90	-	-	-	1.1	-	-	1.1			
Rango	1.12	3.2	3.1	27.70	33.5	16.8	3.1	4.7	9.3	27.7	33.5	17.2			
Máximo	1.40	3.5	3.2	27.9	33.8	17.30	5.4	7.2	9.8	27.9	33.8	17.3			
Mínimo	.28	.30	.10	.20	.30	.50	2.3	2.5	.5	.2	.3	.10			

(1) Riego agua dulce

(2) Riego agua residual (negra)

(3) Riego agua mezclada

TABLA 31

ESTADISTICA DESCRIPTIVA

SUELOS

K intercambiable, meq/100 g

Muestra	SUELOS														
Región	Z.T.			D.R.88			D.R.03						Z.T.	88	03
Tipo suelo	Ss (1)	Sp	S*	Ss (2)	Sp	S*	Ss (3)	Sp	S*	Ss	Sp	S*			
Media	1.4	1.7	3.8	6.02	4.8	5.2	4.2	3.04	4.2	4.2	3.4	4.5	2.33	5.34	3.8
Desviación std.	.72	1.35	1.9	4.8	4.3	3.14	1.78	1.0	1.7	3.6	2.99	2.4			
Mediana	1.65	1.15	3.65	3.9	2.3	4.6	3.8	2.6	3.9	3.3	2.5	4.0			
Moda	-	-	-	-	2.3	-	2.3	2.5	3.8	-	2.3	-			
Rango	1.9	3.8	5.9	13.4	12.5	9.1	6.2	3.4	6.0	13.9	12.8	9.1			
Máximo	2.2	4.3	7.4	14.2	13.3	10.3	8.5	5.5	7.8	14.2	13.3	10.3			
Mínimo	.3	.5	1.5	.8	.8	1.2	2.3	2.1	1.8	.3	.5	1.2			

(1) Riego con agua dulce

(2) Riego con agua residual (negra)

(3) Riego con agua mezclada

TABLA 32

ESTADISTICA DESCRIPTIVA

SUELOS

Mg intercambiable, meq/100 g

Muestra	SUELOS														
Región	Z.T.			D.R.88			D.R.03						Z.T.	88	03
Tipo suelo	Ss(1)	Sp	S*	Ss(2)	Sp	S*	Ss(3)	Sp	S*	Ss	Sp	S*			
Media	7.45	8.1	5.1	11.7	12.0	10.71	10.1	8.34	6.3	10.1	9.7	7.9	6.9	11.5	8.4
Desviación std.	1.16	2.2	2.0	6.08	6.5	6.35	1.5	0.9	2.8	4.16	4.47	4.8			
Mediana	6.85	7.3	5.6	9.35	9.2	8.15	9.95	8.3	6.7	9.35	8.31	6.6			
Moda	-	-	-	-	-	-	-	8.3	3.0	-	8.3	-			
Rango	3.1	5.9	5.9	16.0	20.4	20.4	5.8	3.2	8.9	16	20.4	22.3			
Máximo	9.6	11.4	7.7	20.4	25.2	24.1	13.4	10.3	11.9	20.4	25.2	24.1			
Mínimo	6.5	5.5	1.8	4.4	4.8	3.7	7.6	7.1	3.0	4.4	4.8	1.8			

(1) Riego con agua dulce

(2) Riego con agua residual (negra)

(3) Riego con agua mezclada

TABLA 33

ESTADISTICA DESCRIPTIVA

SUELOS

Capacidad de intercambio catiónico meq/100 g

Muestra	SUELOS														
Región	Z.T.			D.R.88			D.R.03						Z.T.	88	03
Tipo suelo	Ss(1)	Sp	S*	Ss(2)	Sp	S*	Ss(3)	Sp	S*	Ss	Sp	S*			
Media	20.6	21.2	16	28.7	25.7	24.4	31.05	28.4	24.5	27.7	25.7	22.5	19.2	26.2	27.9
Desviación std.	4.7	3.4	6.3	6.4	5.03	4.9	3.44	3.5	7.9	6.3	4.8	7.3			
Mediana	19.2	19.3	15.6	26.7	24.2	25.4	30.6	26.8	21.8	28.9	25.3	22.3			
Moda	-	-	-	-	-	27.9	30.6	-	-	-	25.3	-			
Rango	13.1	8.9	17.3	22.5	16.3	17.5	13.3	8.9	21.1	24.3	1.7	29.8			
Máximo	28.5	26.3	22.5	39.7	34.4	31.2	38.1	33.3	35	39.7	34.4	35			
Mínimo	15.4	17.4	5.2	17.2	18.1	13.7	24.8	24.4	13.9	15.4	17.4	5.2			

(1) Riego con agua dulce

(2) Riego con agua residual (negra)

(3) Riego con agua mezclada

TABLA 34

ESTADISTICA DESCRIPTIVA

SUELOS

% Nitrógeno x 100

Muestra	SUELOS														
Región	Z.T.			D.R.88			D.R.03						Z.T.	88	03
Tipo suelo	Ss(1)	Sp	S*	Ss(2)	Sp	S*	Ss(3)	Sp	S*	Ss	Sp	S*			
Media	17.5	10.6	18.6	23.5	14.1	18	26.4	11.9	15.7	23.2	12.4	17.2	15.5	18.5	18
Desviación std.	4.23	2.58	3.5	11.9	7.5	12	6.68	5.2	11.4	9.08	5.8	10.3			
Mediana	17.5	10.5	18.5	21.5	11.5	14	27	12.5	13.5	23	11.5	14.5			
Moda	-	-	18	20	-	-	27	6	9	-	9	-			
Rango	13	7	11	41	26	32	22	15	42	41	247	43			
Máximo	24	14	24	50	30	34	36	20	45	50	283	45			
Mínimo	11	7	13	9	4	2	14	5	3	9	36	2			

(1) Riego con agua dulce

(2) Riego con agua residual (negra)

(3) Riego con agua mezclada

TABLA 35

ESTADISTICA DESCRIPTIVA

SUELOS

% Carbono

Muestra	SUELOS														
Región	Z.T.			D.R.88			D.R.03						Z.T.	88	03
Tipo suelo	Ss (1)	Sp	S*	Ss (2)	Sp	S*	Ss (3)	Sp	S*	Ss	Sp	S*			
Media	1.43	.86	1.7	2.01	1.27	1.64	2.43	1.05	1.50	2.04	1.09	1.60	1.33	1.64	1.66
Desviación std.	.41	.27	.40	.97	.72	1.09	.65	.54	1.06	.82	.57	.94			
Mediana	1.27	.84	1.45	1.7	.91	1.26	2.41	1.11	1.22	1.94	.91	1.34			
Moda	-	.52	-	-	-	-	2.24	-	-	-	1.5	-			
Rango	1.06	.81	1.05	3.08	2.47	2.97	2.22	1.52	3.99	3.08	2.47	4.06			
Máximo	1.91	1.33	2.39	3.84	2.83	3.08	3.29	1.89	4.17	3.84	2.83	4.17			
Mínimo	.85	.52	1.34	.76	.36	.11	1.07	.37	.18	.76	.36	.11			

(1) Riego con agua dulce

(2) Riego con agua residual (negra)

(3) Riego con agua mezclada

TABLA 36

ESTADISTICA DESCRIPTIVA

SUELOS

P total, ppm

Muestra	SUELOS														
Región	Z.T.			D.R.88			D.R.03						Z.T.	88	03
Tipo suelo	Ss (1)	Sp	S*	Ss (2)	Sp	S*	Ss (3)	Sp	S*	Ss	Sp	S*			
Media	616.6	646.6	703.3	648	578	524	1070	1022	876	803	764.6	700.7	655.5	583.3	989.3
Desviación std.	210	616	227	207	274	212	376	1260	234	348	847	266			
Mediana	555	395	715	660	475	540	905	565	815	800	481.6	725			
Moda	-	-	-	-	-	-	720	480	-	-	480	-			
Rango	510	1610	630	700	930	580	1210	4160	740	1650	4160	960			
Máximo	910	1880	970	980	1220	810	1930	4430	1190	1930	4430	1190			
Mínimo	400	270	340	280	290	230	720	270	450	280	270	230			

(1) Riego con agua dulce

(2) Riego con agua residual (negra)

(3) Riego con agua mezclada

TABLA 37

ESTADISTICA DESCRIPTIVA

SUELOS

K total, ppm

Muestra	SUELOS														
Región	Z.T.			D.R.88			D.R.03						Z.T.	88	03
Tipo suelo	Ss(1)	Sp	S*	Ss(2)	Sp	S*	Ss(3)	Sp	S*	Ss	Sp	S*			
Media	2326	2375	2900	5146	4225	4181	5550	5054	5270	4651	4116	4306	2533	4517	5293
Desviación std.	175	688	1200	2490	2215	1430	1150	1790	1700	2110	2025	1710			
Mediana	175	2110	2810	4190	3530	3730	5530	4520	4680	4250	3660	3760			
Moda	-	-	2810	-	3530	-	-	4500	-	2400	-	2810			
Rango	130	1870	3720	7840	7280	4050	3680	6300	4950	8170	8030	7280			
Máximo	240	3710	4730	10200	8930	6600	7730	9680	8290	10200	9680	8290			
Mínimo	110	1840	1010	2360	1650	2550	4050	3380	3340	2030	1650	1010			

(1) Riego con agua dulce

(2) Riego con agua residual (negra)

(3) Riego con agua mezclada

TABLA 38

ESTADISTICA DESCRIPTIVA

SUELOS

% Mg total

Muestra	SUELOS														
Región	Z.T.			D.R.88			D.R.03						Z.T.	88	03
Tipo suelo	Ss(1)	Sp	S*	Ss(2)	Sp	S*	Ss(3)	Sp	S*	Ss	Sp	S*			
Media	.51	.6	.63	3.6	3.8	2.7	.75	.67	.68	1.8	1.8	1.4	.58	3.4	.7
Desviación std.	.08	.3	.46	3.25	3.8	2.9	.17	.17	.16	2.4	2.8	2.0			
Mediana	.45	.43	.41	1.95	2.46	.97	.72	.74	.64	.7	.74	.71			
Moda	.45	.43	-	-	-	-	.79	.74	-	-	-	-			
Rango	.21	.64	1.2	9.6	9.6	7.09	.62	.46	.58	9.6	9.6	7.1			
Máximo	.65	1.04	1.5	10	10	7.5	1.1	.87	.95	10	10	7.5			
Mínimo	.44	.4	.36	.39	.4	.4	.51	.41	.37	.39	.4	.36			

(1) Riego con agua dulce

(2) Riego con agua residual (negra)

(3) Riego con agua mezclada

TABLA 39

ESTADISTICA DESCRIPTIVA

SUELOS

P disponible, ppm (Olsen)

Muestra	SUELOS														
Región	Z.T.			D.R.88			D.R.03						Z.T.	88	03
Tipo suelo	Ss (1)	Sp	S*	Ss (2)	Sp	S*	Ss (3)	Sp	S*	Ss	Sp	S*			
Media	37.1	25.5	85.1	41.6	27.6	33.3	69.9	35.8	48.5	51.7	30.2	51.11	49.2	34.1	51.4
Desviación std.	28.1	33.8	40.1	21	15.4	50.9	16.1	25	42.2	25.0	23.6	48			
Mediana	31	10	65.5	40.5	21.5	8.5	61.5	23.5	36.5	56.5	22.5	36.5			
Moda	-	-	59	39	-	5	57	-	7	57	-	-			
Rango	72	90	105	67	45	140	47	84	152	95	90	728			
Máximo	78	92	164	80	51	142	101	91	159	101	92	164			
Mínimo	6	2	59	13	6	2	54	7	7	6	2	2			

(1) Riego con agua dulce

(2) Riego con agua residual (negra)

(3) Riego con agua mezclada

TABLA 40

ESTADISTICA DESCRIPTIVA

SUELOS

Cu total, ppm

Muestra	SUELOS														
Región	Z.T.			D.R.88			D.R.03						Z.T.	88	03
Tipo suelo	Ss (1)	Sp	S*	Ss (2)	Sp	S*	Ss (3)	Sp	S*	Ss	Sp	S*			
Media	15	13.3	15	15.5	12	12	50.5	23.5	22	28.8	16.7	16.5	14.4	13.1	32
Desviación std.	5.4	4	3.1	6.4	3.4	2.5	26.5	13.5	9.1	24	10.1	7.4			
Mediana	14.1	12.5	15	15	11	11.6	47.5	17.5	20	20	14.1	15			
Moda	15	10	15	15	10	10	25	15	20	15	10	15			
Rango	15	10	10	20	10	5	75	40	30	90	45	30			
Máximo	25	20	20	25	20	15	95	55	40	95	55	40			
Mínimo	10	10	10	5	10	10	20	15	10	5	10	10			

(1) Riego con agua dulce

(2) Riego con agua residual (negra)

(3) Riego con agua mezclada

TABLA 41

ESTADISTICA DESCRIPTIVA

SUELOS

Mn total, ppm

Muestra	SUELOS														
Región	Z.T.			D.R.88			D.R.03						Z.T.	88	03
Tipo suelo	Ss (1)	Sp	S*	Ss (2)	Sp	S*	Ss (3)	Sp	S*	Ss	Sp	S*			
Media	475	450	341	290	330	290	485	470	435	407.6	411.5	357.6	422	303.3	463
Desviación std.	121	187	115	141	193	90.6	97.3	115	104.8	150	172	124.6			
Mediana	525	450	375	275	275	275	475	450	425	408	408	358			
Moda	550	-	-	300	150	350	400	400	500	300	-	350			
Rango	300	500	250	450	550	250	250	350	400	500	550	500			
Máximo	600	700	450	550	700	400	600	650	650	600	700	650			
Mínimo	300	200	200	100	150	150	350	300	250	100	150	150			

(1) Riego con agua dulce

(2) Riego con agua residual (negra)

(3) Riego con agua mezclada

TABLA 42

ESTADISTICA DESCRIPTIVA

SUELOS

Zn total, ppm

Muestra	SUELOS														
Región	Z.T.			D.R.88			D.R.03						Z.T.	88	03
Tipo suelo	Ss (1)	Sp	S*	Ss (2)	Sp	S*	Ss (3)	Sp	S*	Ss	Sp	S*			
Media	56.6	54.1	80	56	42.5	63.8	179	91	105	103.4	63.8	83.4	63.5	54.1	125
Desviación std.	15.3	20.8	52	23.6	12.3	63.9	87.8	44.7	46.5	82	36.8	56			
Mediana	52.5	52.5	57.5	55	40.8	41	167.5	72.5	85	72.5	57.5	61			
Moda	-	-	-	50	-	-	-	65	-	50	30	-			
Rango	40	55	140	80	40	215	260	140	145	325	170	215			
Máximo	80	85	180	100	70	240	345	200	200	345	200	240			
Mínimo	40	30	40	20	30	25	85	60	55	20	30	25			

(1) Riego con agua dulce

(2) Riego con agua residual (negra)

(3) Riego con agua mezclada

TABLA 43

ESTADISTICA DESCRIPTIVA

SUELOS

% Hierro total

Muestra	SUELOS														
Región	Z.T.			D.R.88			D.R.03						Z.T.	88	03
Tipo suelo	Ss (1)	Sp	S*	Ss (2)	Sp	S*	Ss (3)	Sp	S*	Ss	Sp	S*			
Media	2.46	2.46	1.96	1.7	1.56	1.7	2.5	2.4	2.4	2.19	2.09	2.02	2.3	1.6	2.4
Desviación std.	.7	1.14	.48	.72	.77	.65	.39	.42	.31	.7	.85	.58			
Mediana	1.9	2.0	2.0	1.7	1.7	1.6	2.6	2.4	2.35	2.4	2.15	2.05			
Moda	-	-	-	1.7	-	1.0	2.6	-	2.3	-	1.7	2.3			
Rango	1.5	3.2	1.4	1.8	2.1	2.1	1.4	1.3	.9	2.6	4.0	2.1			
Máximo	3.3	4.5	2.6	2.5	2.6	3.0	3.1	3.0	2.8	3.3	4.5	3.0			
Mínimo	1.8	1.3	1.2	.7	.5	.9	1.7	1.7	1.9	.7	.5	.9			

(1) Riego con agua dulce

(2) Riego con agua residual (negra)

(3) Riego con agua mezclada

TABLA 44

ESTADISTICA DESCRIPTIVA

SUELOS

Cd total ppm

Muestra	SUELOS														
Región	Z.T.			D.R.88			D.R.03						Z.T.	88	03
Tipo suelo	Ss (1)	Sp	S*	Ss (2)	Sp	S*	Ss (3)	Sp	S*	Ss	Sp	S*			
Media	ND	ND	ND	ND	ND	ND	3.2	1.6	1.6	-	-	-	ND	ND	2.1
Desviación std.	ND	ND	ND	ND	ND	ND	4.1	3.3	3.3	-	-	-			
Mediana	ND	ND	ND	ND	ND	ND	2.6	1	1.0	-	-	-			
Moda	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	-	-	-			
Rango	ND	ND	ND	ND	ND	ND	8	8	8	-	-	-			
Máximo	ND	ND	ND	ND	ND	ND	8	8	8	-	-	-			
Mínimo	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	-	-	-			

(1) Riego con agua dulce

(2) Riego con agua residual (negra)

(3) Riego con agua mezclada

TABLA 45

ESTADISTICA DESCRIPTIVA

SUELOS

Pb total, ppm

Muestra	SUELOS														
Región	Z.T.			D.R.88			D.R.03						Z.T.	88	03
Tipo suelo	Ss (1)	Sp	S*	Ss (2)	Sp	S*	Ss (3)	Sp	S*	Ss	Sp	S*			
Media	62.5	50	70.8	322	57.5	65	122	95	90	185	70	76	61.1	148	102
Desviación std.	13.6	0	10.2	800	12	12	94	63	47	496	43	32			
Mediana	62.5	50	72.5	73.2	55.3	66.6	80.3	62.5	75	74.2	55.5	71.3			
Moda	-	50	75	75	50	75	75	50	75	75	50	75			
Rango	25	0	25	2550	25	25	225	150	150	2550	150	150			
Máximo	75	50	75	2600	75	75	300	200	200	2600	200	200			
Mínimo	50	50	50	50	50	50	75	50	50	50	50	50			

(1) Riego con agua dulce

(2) Riego con agua residual (negra)

(3) Riego con agua mezclada

TABLA 46

ESTADISTICA DESCRIPTIVA

SUELOS

Ni total

Muestra	SUELOS														
Región	Z.T.			D.R.88			D.R.03						Z.T.	88	03
Tipo suelo	Ss (1)	Sp	S*	Ss (2)	Sp	S*	Ss (3)	Sp	S*	Ss	Sp	S*			
Media	38.3	41.6	38.3	32	37	38	49	42	38	40	40	38	39.4	35.6	43
Desviación std.	4	11.6	4.	9.1	4.8	9.1	7.3	4.2	6.3	10.5	6.9	6.9			
Mediana	39	40	39	31	37.8	37	49	41.2	38.3	40	39.7	38.1			
Moda	40	-	40	30	40	40	50	40	40	40	40	40			
Rango	10	30	10	30	10	30	20	10	20	40	30	30			
Máximo	40	60	40	50	40	60	60	50	50	60	60	60			
Mínimo	30	30	30	20	30	30	40	40	30	20	30	30			

(1) Riego con agua dulce

(2) Riego con agua residual (negra)

(3) Riego con agua mezclada

TABLA 47

ESTADISTICA DESCRIPTIVA

SUELOS

Pb extractable, ppm

Muestra	SUELOS														
Región	Z.T.			D.R.88			D.R.03						Z.T.	88	03
Tipo suelo	Ss (1)	Sp	S*	Ss (2)	Sp	S*	Ss (3)	Sp	S*	Ss	Sp	S*			
Media	7.16	5.41	14	6.3	5.1	9.6	27	9.4	16	14.5	6.8	13	8.8	7.0	17.4
Desviación std.	5.42	3.02	11	4.2	2.0	12.1	12.6	4.4	13.3	13.1	3.8	12.2			
Mediana	5.25	3.75	3.9	5.2	4.5	4.4	26	7.7	9.5	7.5	6.2	7.7			
Moda	-	3.5	4	-	4.5	4.5	-	13	27	-	-	4.5			
Rango	14.5	7.0	1	14.5	6	38	39	15	38.7	48.5	16.5	39.7			
Máximo	18.0	10	4	17	8.5	41	51	19	40	51	19	41			
Mínimo	3.5	3	3	2.5	2.5	3	12	4	1.3	2.5	2.5	1.3			

(1) Riego con agua dulce

(2) Riego con agua residual (negra)

(3) Riego con agua mezclada

TABLA 48

ESTADISTICA DESCRIPTIVA

SUELOS

Cu extractable, ppm

Muestra	SUELOS														
Región	Z.T.			D.R.88			D.R.03						Z.T.	88	03
Tipo suelo	Ss(1)	Sp	S*	Ss(2)	Sp	S*	Ss(3)	Sp	S*	Ss	Sp	S*			
Media	2.7	2.08	2.75	2.5	1.65	1.5	13.5	3.7	4.66	6.8	2.5	3.01	2.5	1.88	7.3
Desviación std.	1.08	1.06	1.3	2.4	1.5	1.4	11.4	3.6	2.3	8.8	2.6	3.25			
Mediana	2.5	2	2.25	2.2	1	1	6.2	2.7	2.7	3.0	1.9	2.25			
Moda	2.5	2	2	.5	.5	.5	4.0	.2	2.5	.5	.5	-			
Rango	3.0	3	3.5	7.5	4.5	4.5	28.3	12.3	14	28.5	12.3	14.5			
Máximo	4.5	3.5	5	8	5	5	29	12.5	15	29	12.5	15			
Mínimo	1.5	.5	1.5	.5	.5	.5	.7	.2	1.0	.5	.2	.5			

(1) Riego con agua dulce

(2) Riego con agua residual (negra)

(3) Riego con agua mezclada

TABLA 49

ESTADISTICA DESCRIPTIVA

SUELOS

Mn extractable, ppm

Muestra	SUELOS														
Región	Z.T.			D.R.88			D.R.03						Z.T.	88	03
Tipo suelo	Ss(1)	Sp	S*	Ss(2)	Sp	S*	Ss(3)	Sp	S*	Ss	Sp	S*			
Media	112.3	92.1	68.1	45	43	37.4	47.6	48.5	46.6	61.5	56.4	48	90.8	41.8	47.5
Desviación std.	36.8	72.7	22.7	48	51.7	33.3	16.1	37.6	23	44.8	54.2	28.9			
Mediana	124	55	66	22	15.5	27	51.5	31.5	50.5	54.6	50.5	45.5			
Moda	125	-	43	-	8	11	-	18	9	55	-	-			
Rango	98	197	57	155	155	109	45	98	79	155	205	109			
Máximo	163	213	100	163	163	118	68	108	88	163	213	118			
Mínimo	65	16	43	8	8	9	23	10	9	8	8	9			

(1) Riego con agua dulce

(2) Riego con agua residual (negra)

(3) Riego con agua mezclada

TABLA 50

ESTADISTICA DESCRIPTIVA

SUELOS

Zn extractable, ppm

Muestra	SUELOS														
Región	Z.T.			D.R.88			D.R.03						Z.T.	88	03
Tipo suelo	Ss(1)	Sp	S*	Ss(2)	Sp	S*	Ss(3)	Sp	S*	Ss	Sp	S*			
Media	4.5	2.6	10.7	6.5	2.6	4.3	28.6	12.4	12.6	14.5	6.4	9	5.9	4.4	17.8
Desviación std.	1.6	1.3	8.6	7.8	2.6	4.9	13.7	10.8	13.1	14.8	3.3	10			
Mediana	4.5	2.5	7.7	3.7	1.5	1.7	28.6	7.2	7.08	6.9	3.5	6.3			
Moda	4.5	2.5	9	1.5	1.0	1.5	40	7.0	7.0	40	1.0	-			
Rango	4.0	4.0	23	26.5	8.5	14	31.7	33	34.5	38.5	34.5	34.5			
Máximo	6.5	4.5	28	28	9.5	15	40	35	35	40	35	35			
Mínimo	2.5	.5	5	1.5	1.0	1.0	8.3	2	.5	1.5	.5	.5			

(1) Riego con agua dulce

(2) Riego con agua residual (negra)

(3) Riego con agua mezclada

TABLA 51

ESTADISTICA DESCRIPTIVA

SUELOS

Fe extractable, ppm

Muestra	SUELOS														
Región	Z.T.			D.R.88			D.R.03						Z.T.	88	03
Tipo suelo	Ss(1)	Sp	S*	Ss(2)	Sp	S*	Ss(3)	Sp	S*	Ss	Sp	S*			
Media	88.3	64	100	28	19.3	40	24.7	12.6	55.1	40.6	27.07	59.8	84.3	29.1	30.8
Desviación std.	41.4	58	60.2	45	30.3	88.9	12.3	8.6	97.8	42.8	38.4	87			
Mediana	77.5	41	87.5	9	7.5	7.5	23.5	7.5	12.5	28.5	8.5	13			
Moda	75	-	-	4	3	-	-	7	13	4	7	5			
Rango	125	158	170	146	97	286	33	25	272	161	162	287			
Máximo	165	165	210	150	100	290	43	29	275	165	165	290			
Mínimo	40	7	40	4	3	4	10	4	3	4	3	3			

(1) Riego con agua dulce

(2) Riego con agua residual (negra)

(3) Riego con agua mezclada

TABLA 52

ESTADISTICA DESCRIPTIVA

SUELOS

% de Arena

Muestra	SUELOS														
Región	Z.T.			D.R.88			D.R.03						Z.T.	88	03
Tipo suelo	Ss (1)	Sp	S*	Ss (2)	Sp	S*	Ss (3)	Sp	S*	Ss	Sp	S*			
Media	54.1	56.5	72.8	40.9	41.2	54.5	43.5	54.1	62.7	44.9	49.6	61.8	61.1	45.5	53.4
Desviación std.	14.2	10	13.5	19.7	20.8	22	7.8	14.4	17.4	15.2	17.3	19			
Mediana	56.5	57	75.5	31	39.5	49.5	43.5	54	56.5	44.5	54	62.5			
Moda	-	57	-	-	-	45	-	38	81	59	-	45			
Rango	39	29	38	53	58	60	28	50	52	53	76	72			
Máximo	71	69	92	72	70	80	55	88	85	72	88	92			
Mínimo	32	40	54	19	12	20	27	38	33	19	12	20			

(1) Riego con agua dulce

(2) Riego con agua residual (negra)

(3) Riego con agua mezclada

TABLA 53

ESTADISTICA DESCRIPTIVA

SUELOS

% Limo

Muestra	SUELOS														
Región	Z.T.			D.R.88			D.R.03						Z.T.	88	03
Tipo suelo	Ss(1)	Sp	S*	Ss(2)	Sp	S*	Ss(3)	Sp	S*	Ss	Sp	S*			
Media	21.6	23.8	14	30.8	29.2	25.3	26.6	24	19.1	27	25.9	20.3	19.8	28.4	23.2
Desviación std.	5.1	8	6.5	11	10.6	11.3	5.8	6.7	9.7	8.6	8.7	10			
Mediana	21.5	20.5	12.5	28.5	24.5	24.5	26.5	21.5	18	25.5	23.1	18.5			
Moda	-	-	-	39	23	-	22	20	10	22	20	10			
Rango	15	23	17	33	32	33	18	21	31	33	33	39			
Máximo	29	38	22	44	45	44	37	38	39	44	46	44			
Mínimo	14	15	15	11	13	11	19	17	8	11	13	5			

(1) Riego con agua dulce

(2) Riego con agua residual (negra)

(3) Riego con agua mezclada

TABLA 54

ESTADISTICA DESCRIPTIVA

SUELOS

% Arcilla

Muestra	SUELOS														
Región	Z.T.			D.R.88			D.R.03						Z.T.	88	03
Tipo suelo	Ss (1)	Sp	S*	Ss (2)	Sp	S*	Ss (3)	Sp	S*	Ss	Sp	S*			
Media	24.1	26.3	13.1	28.3	29.6	20.2	29.9	26.8	18.2	27.9	27.7	17.8	21.1	26	24.9
Desviación std.	10.4	11.3	7.13	10.1	11.9	12	4.3	7.7	8.4	8.4	10	9.7			
Mediana	19.5	22.5	11.5	32	26	17	30	24.5	16.5	28.5	24.5	16			
Moda	-	-	11	-	20	-	30	-	9	32	-	11			
Rango	28	29	21	27	33	34	16	23	23	28	162	35			
Máximo	43	45	24	42	46	38	39	42	30	43	165	38			
Mínimo	15	16	3	15	13	4	23	19	7	15	3	3			

(1) Riego con agua dulce

(2) Riego con agua residual (negra)

(3) Riego con agua mezclada

TABLA 55
ESTADISTICA DESCRIPTIVA
SUELOS

Intervalos de clase
frecuencias relativas (%)

Determinación	Categoría	Límites (1)	Ss	Sp	S*	Suelo superficial cultivado			Suelo profundo			Suelo superficial no cultivado		
						Z.T. (AD)	DR 88 (AR)	DR 03 (AM)	Z.T.	DR 88	DR 03	Z.T.	DR 88	DR 03
pH	bajo	0 - 5	0	3.8	0	0	0	0	0	10	0	0	0	0
	medio	5.1 - 7	15.4	3.8	0	50	10	0	0	10	0	0	0	0
	alto	7.1 - 14	84.6	92.3	100	50	90	100	100	80	100	100	100	100
		mmhos/cm												
Conductividad	bajo	0 - .5	53.8	84.6	38.5	83.3	30	60	100	60	100	33.3	50	30
	medio	0.51- 1.50	38.5	7.7	19.2	0	60	40	0	20	0	33.3	30	0
	alto	1.51	7.7	7.7	42.3	16.7	10	0	0	20	0	33.3	20	70
		meq/100g												
Sodio Soluble	bajo	0 - 1.0	57.7	88.5	69.2	83.3	40	60	100	70	100	83.3	60	70
	medio	1.1 - 3	34.6	3.8	19.2	0	50	40	0	10	0	0	30	20
	alto	3.1 -	7.7	7.7	11.5	16.7	10	0	0	20	0	16.7	10	0
		meq/100g												
Potasio Soluble	bajo	0 - 0.2	100	96.2	88.5	100	100	100	100	90	100	66.7	100	90
	medio	0.3 - 0.6	0	3.8	11.5	0	0	0	0	10	0	33.3	0	10
	alto	0.7 -	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
		meq/100g												
Sodio Inter.	bajo	0 - 0.3	15.4	7.7	15.4	50	10	0	16.7	10	0	66.7	0	0
	medio	0.31- 1.0	11.5	15.4	26.9	33.3	10	0	66.7	0	0	16.7	30	30
	alto	1,01-	73.1	76.9	57.7	16.7	80	100	16.7	90	100	16.7	70	70

(1) Ref. Apéndice B

Ss = Suelo sup. cultivado
Sp = Suelo profundo
S* = Suelo no cultivado

Z.T. = Zona testigo
DR 88= Distrito de riego 88
DR 03= Distrito de riego 03

AD = Agua de riego dulce
AR = Agua de riego residual
AM = Agua de riego mezclada

TABLA 56
ESTADISTICA DESCRIPTIVA
SUELOS

Intervalos de clase
frecuencias relativas (%)

Determinación	Categoría	Límites (1)	Ss	Sp	S*	Suelo superficial cultivado			Suelo profundo			Suelo superficial no cultivado		
						Z.T. (AD)	DR 88 (AR)	DR 03 (AM)	Z.T.	DR 88	DR 03	Z.T.	DR 88	DR 03
		meq/100g												
Mg Inter.	bajo	0 - 0.5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	medio	0.6 - 4.0	0	0	15.4	0	0	0	0	0	0	33.3	10	10
	alto	4.1 -	100	100	84.6	100	100	100	100	100	100	66.7	90	90
		meq/100g												
C.I.C.	bajo	0 - 6	0	0	3.8	0	0	0	0	0	0	16.7	0	0
	medio	6.1 - 25	34.6	46.2	53.8	83.3	30	10	83.3	50	20	83.3	40	50
	alto	25.1-	65.4	53.8	42.3	16.7	70	90	16.7	50	80	0	60	50
% Nitrógeno	bajo	0 - 0.1	3.8	42.3	30.8	0	10	0	50	40	40	0	40	40
	medio	0.11-0.3	80.8	57.7	53.8	100	70	80	50	60	60	100	30	50
	alto	0.31-	15.4	0	15.4	0	20	20	0	0	0	0	30	10
% C orgánico	bajo	0 - 1.5	30.8	88.5	57.7	66.7	30	10	100	80	90	50	60	60
	medio	1.51-4.5	69.2	11.5	42.3	33.3	70	90	0	20	10	50	40	40
	alto	4.51-	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
		ppm												
P total	bajo	0 - 200	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	medio	201-1000	84.6	84.6	84.6	100	100	60	83.3	90	80	100	100	60
	alto	1001-	15.4	15.4	15.4	0	0	40	16.7	10	20	0	0	40

(1) Ref. Apéndice B

Ss = Suelo sup. cultivado
Sp = Suelo profundo
S* = Suelo no cultivado

Z.T. = Zona testigo
DR 88= Distrito de riego 88
DR 03= Distrito de riego 03

AD = Agua de riego dulce
AR = Agua de riego residual
AM = Agua de riego mezclada

TABLA 57
ESTADISTICA DESCRIPTIVA
SUELOS

Intervalos de clase
frecuencias relativas (%)

Determinación	Categoría	Límites (1)	Ss	Sp	S*	Suelo superficial cultivado			Suelo profundo			Suelo superficial no cultivado		
						Z.T. (AD)	DR 88 (AR)	DR 03 (AM)	Z.T.	DR 88	DR 03	Z.T.	DR 88	DR 03
		ppm												
K total	bajo	0 - 4000	38.5	53.8	57.7	100	40	0	100	60	20	83.3	60	40
	medio	4010-10000	57.7	46.2	42.3	0	50	100	0	40	80	16.7	40	60
	alto	10010	3.8	0	0	0	10	0	0	0	0	0	0	0
		ppm												
Mg total	bajo	0 - 2000	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	medio	$2001-10^4$	69.2	69.2	76.9	100	30	90	83.3	30	100	83.3	50	100
	alto	10001	30.8	30.8	23.1	0	70	10	16.7	70	0	16.7	50	0
		ppm												
P disponible (olsen)	bajo	0 - 5	0	7.7	11.5	0	0	0	33.3	0	0	0	30	0
	medio	6 - 15	7.7	15.4	15.4	16.7	10	0	16.7	20	10	0	30	10
	alto	16	92.3	76.9	73.1	83.3	90	100	50	80	90	100	40	90
		ppm												
Cu total	bajo	0 - 20	53.8	88.5	88.5	83.3	80	10	100	100	70	100	100	70
	medio	21 - 100	46.2	11.5	11.5	16.7	20	90	0	0	30	0	0	30
	alto	101-	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
		ppm												
Mn total	bajo	0 - 200	11.5	19.2	19.2	0	30	0	16.7	40	0	33.3	30	0
	medio	201-2000	88.5	80.8	80.8	100	70	100	82.3	60	100	66.7	70	100
	alto	2001-	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

(1) Ref.Apéndice B

Ss = Suelo sup. cultivado
Sp = Suelo profundo
S* = Suelo no cultivado

Z.T. = Zona testigo
DR 88= Distrito de riego 88
DR 03= Distrito de riego 03

AD = Agua de riego dulce
AR = Agua de riego residual
AM = Agua de riego mezclada

TABLA 58
ESTADISTICA DESCRIPTIVA
SUELOS

Intervalos de clase
frecuencias relativas (%)

Determinación	Categoría	Límites (1)	Ss	Sp	S*	Suelo superficial cultivado			Suelo profundo			Suelo superficial no cultivado		
						Z.T. (AD)	DR 88 (AR)	DR 03 (AM)	Z.T.	DR 88	DR 03	Z.T.	DR 88	DR 03
		ppm												
Zn total	bajo	0 - 40	15.4	30.8	15.4	16.6	30	0	33.3	60	0	16.6	50	0
	medio	41- 150	61.5	65.4	61.5	83.4	70	30	66.6	40	90	66.6	40	80
	alto	151-	23	3.8	23	0	0	70	0	0	10	16.6	10	20
		(% x 10)												
Fe total	bajo	0 - 25	65.4	73.1	76.9	50	100	40	50	90	70	83.3	90	60
	medio	26- 55	34.6	26.9	23.1	50	0	60	50	10	30	16.7	10	40
	alto	56 -	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
		ppm												
Cd total	bajo	0 - 7	84.6	92.3	92.3	100	100	60	100	100	80	83.3	100	80
	alto	7.1	15.4	7.7	7.7	0	0	40	0	0	20	16.7	0	20
		ppm												
Pb total	bajo	0 - 75	84.6	88.5	92.3	100	90	70	100	100	70	100	100	80
	medio	76- 200	3.8	11.5	7.7	0	10	10	0	0	30	0	0	20
	alto	201 -	11.5	0	0	0	0	20	0	0	0	0	0	0
		ppm												
Ni total	bajo	0 - 30	30.8	19.2	30.8	16.7	70	0	33.3	30	0	16.7	40	30
	medio	31 - 100	69.2	80.8	69.2	83.3	30	100	66.7	70	100	83.3	60	70
	alto	101-	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

(1) Ref. Apéndice B

Ss = Suelo sup. cultivado
Sp = Suelo profundo
S* = Suelo no cultivado

Z.T. = Zona testigo
DR 88= Distrito de riego 88
DR 03= Distrito de riego 03

AD = Agua de riego dulce
AR = Agua de riego residual
AM = Agua de riego mezclada

TABLA 59
ESTADISTICA DESCRIPTIVA
SUELOS

Intervalos de clase
frecuencias relativas (%)

Determinación	Categoría	Límites (1)	Ss	Sp	S*	Suelo superficial cultivado			Suelo profundo			Suelo superficial no cultivado		
						Z.T. (AD)	DR 88 (AR)	DR 03 (AM)	Z.T.	DR 88	DR 03	Z.T.	DR 88	DR 03
		ppm												
Pb extractable	bajo	0 - 10.0	53.8	88.5	65.4	83.3	90	0	100	100	70	66.7	80	50
	medio	10.1-50.0	42.3	11.5	34.6	16.7	10	90	0	0	30	33.3	20	50
	alto	50.1-	3.8	0	0	0	0	10	0	0	0	0	0	0
		ppmX10												
Cu extractable	bajo	0 - 50	73	92.3	92.3	100	90	40	100	100	80	100	100	80
	medio	51 - 150	7.7	7.7	7.7	0	10	10	0	0	20	0	0	20
	alto	151-	19.2	0	0	0	0	50	0	0	0	0	0	0
		ppm												
Mn extractable	bajo	0 - 50	46.2	61.5	57.7	0	70	50	50	70	60	33.3	80	50
	medio	51 - 100	34.6	15.4	38.5	33.3	20	50	50	10	30	66.7	10	50
	alto	101-	19.2	23.1	3.8	66.7	10	0	0	20	10	0	10	0
		ppm X10												
Zn extractable	bajo	0 - 100	65.4	84.7	76.9	100	90	20	100	100	60	83.3	80	70
	medio	101- 250	3.8	11.5	11.5	0	10	10	0	0	30	0	30	10
	alto	251-	30.8	3.8	11.5	0	0	70	0	0	10	16.7	0	20
		ppm												
Fe extractable	bajo	0 - 10	92.3	96.1	76.9	83.3	90	100	83.4	100	100	50	90	80
	medio	11 - 100	7.7	3.8	23.1	16.7	10	0	16.7	0	0	50	10	20
	alto	101-	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

(1) Ref. Apéndice B

Ss = Suelo sup. cultivado
Sp = Suelo profundo
S* = Suelo no cultivado

Z.T. = Zona testigo
DR 88= Distrito de riego 88
DR 03= Distrito de riego 03

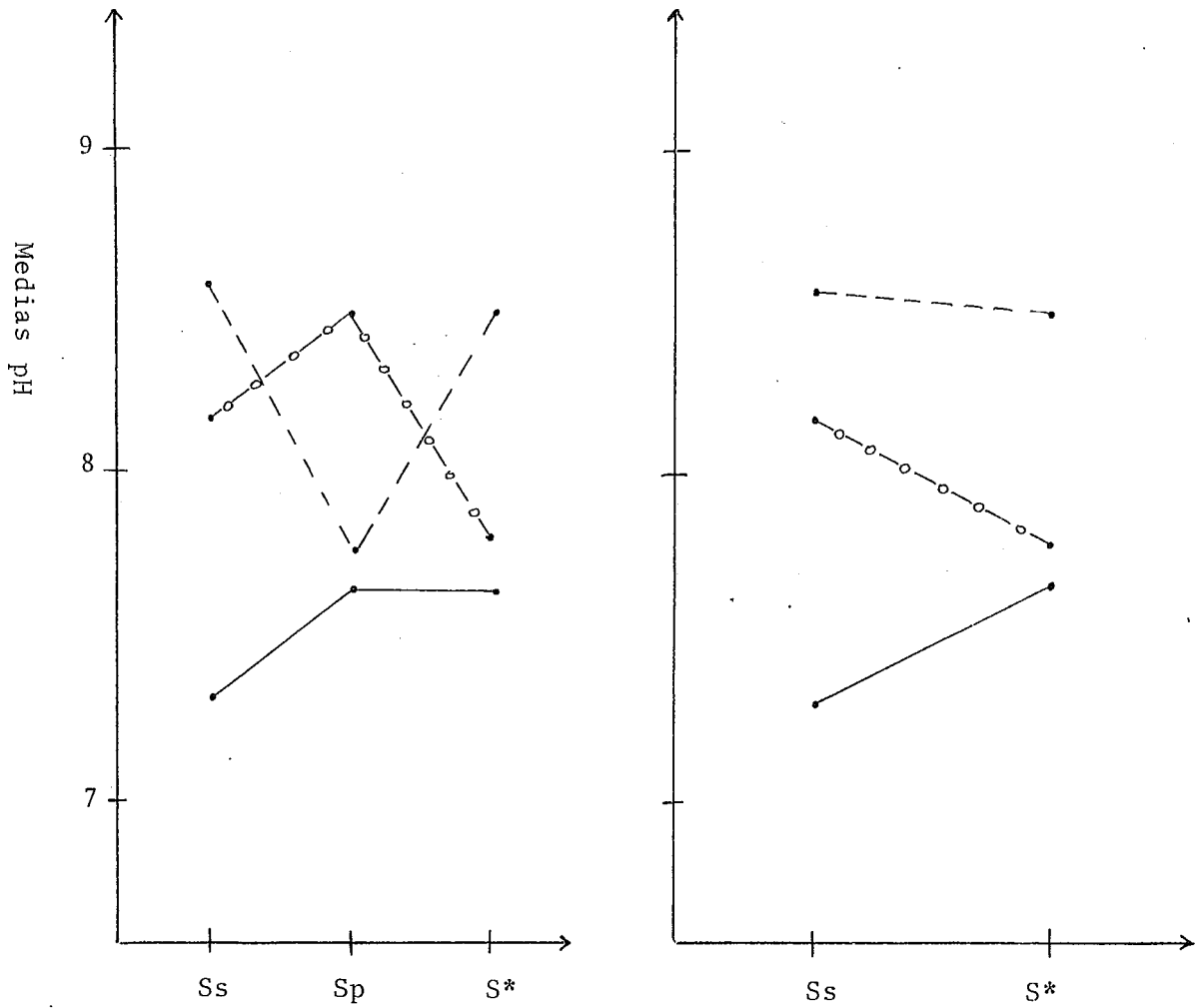
AD = Agua de riego dulce
AR = Agua de riego residual
AM = Agua de riego mezclada

TABLA 60
ANALISIS DE VARIANZA
SUELOS

pH

(Región x tipo de suelo) (3 x 3)

Efecto principal : Región
Interacción: No es estadísticamente significativa
Prueba de Tukey: Las diferencias entre regiones no son estadísticamente significativas (Z. T. ≃ 88 ≃ 03)



-o-o- D. R. 03

_____ Z. T.

----- D. R. 88

≠ Diferencias estadísticamente significativa

≃ Diferencias estadísticamente no significativa

TABLA 61
ANALISIS DE VARIANZA
SUELOS

Región x tipo de suelo (3 x 3)

Conductividad, m mhos cm^{-1} (1:5 H_2O , 25°C)

Efecto principal : tipo de suelo

Interacción : débil (significancia de F = .06)

Prueba de Tukey : Ss ≠ S* ; Ss ≈ Sp ; Sp ≠ S*

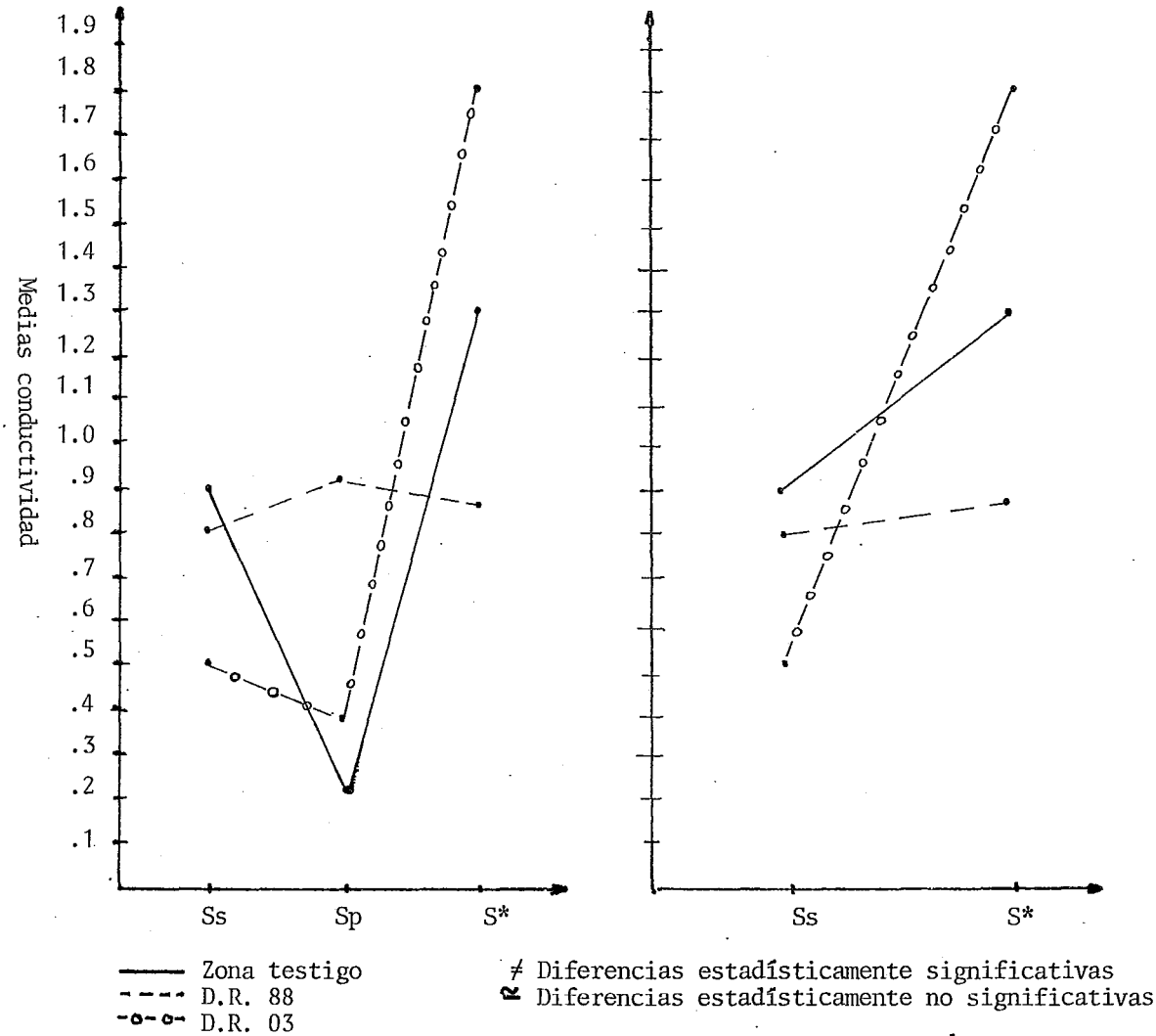
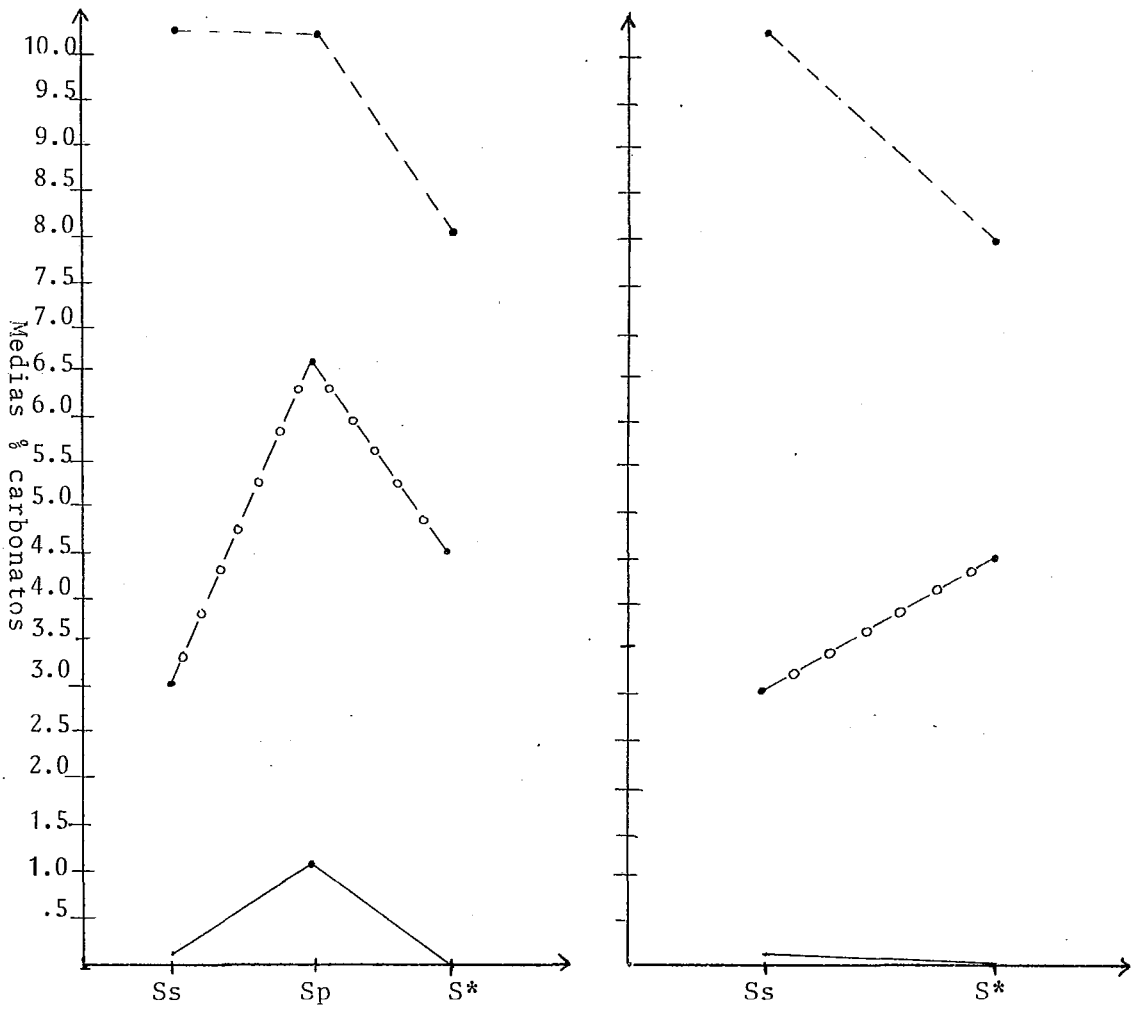


TABLA 62
ANALISIS DE VARIANZA
SUELOS

Región x tipo suelo (3 x 3)

% carbonatos

Efecto principal: Región
Interacción: no es estadísticamente significativa
Prueba Tukey: ZT ≠ D.R 88; ZT ≏ D.R. 03; D.R. 88 ≠ D.R.03



——— Zona testigo
------- D. R. 88
-o-o-o- D. R. 03

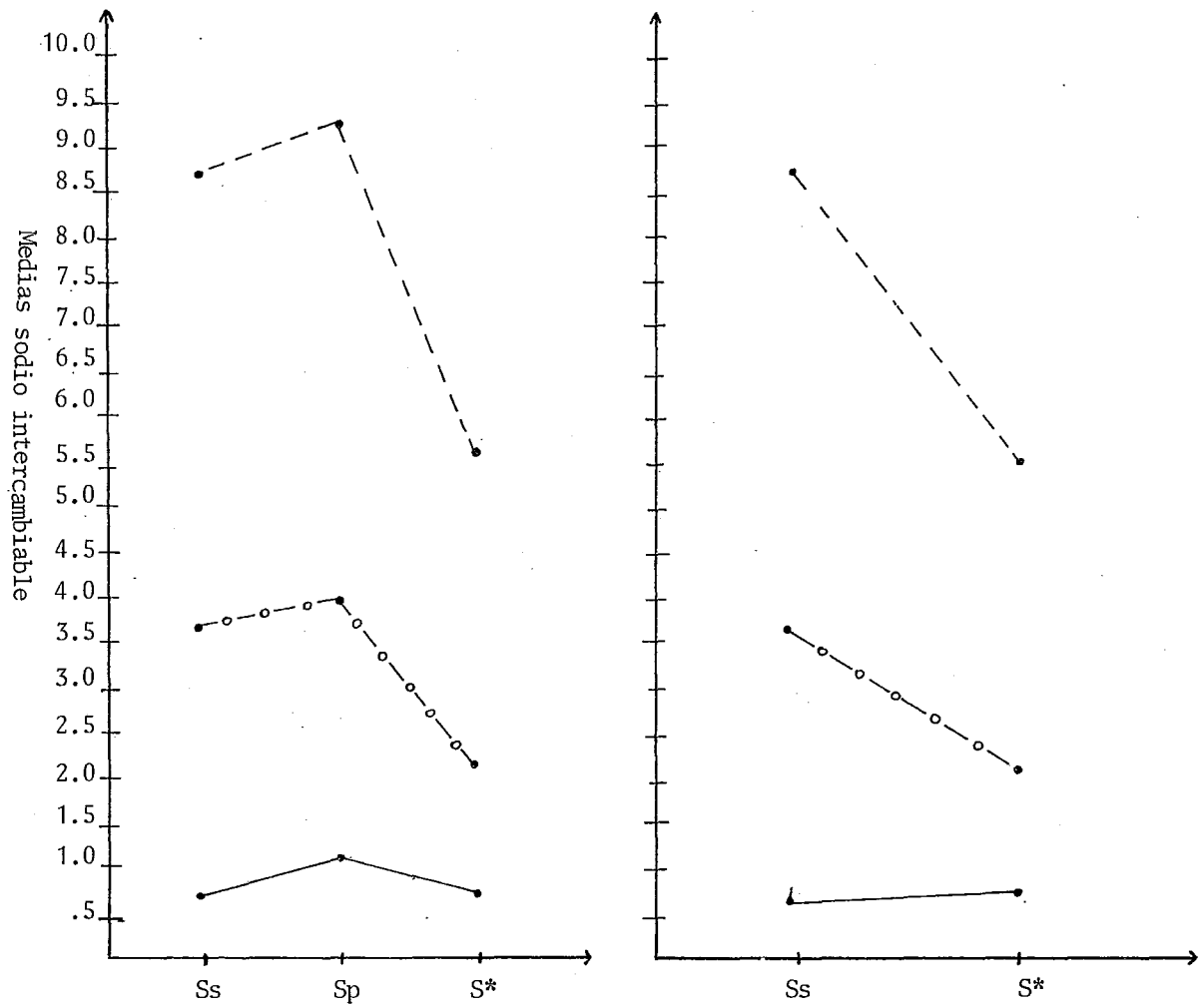
≠ Diferencias estadísticamente signif.
≏ Diferencias estadísticamente no significativas

TABLA 63
ANALISIS DE VARIANZA
SUELOS

Región x tipo de suelo (3 x 3)

Na intercambiable meq/100g

Efecto principal: región
Interacción : no es estadísticamente significativa
Prueba de Tukey : ZT ≠ D.R. 88 ; ZT ≃ D.R. 03 ; D.R. 88 ≠ D.R. 03



—— Zona testigo
– – – D.R. 88
—o—o D.R. 03

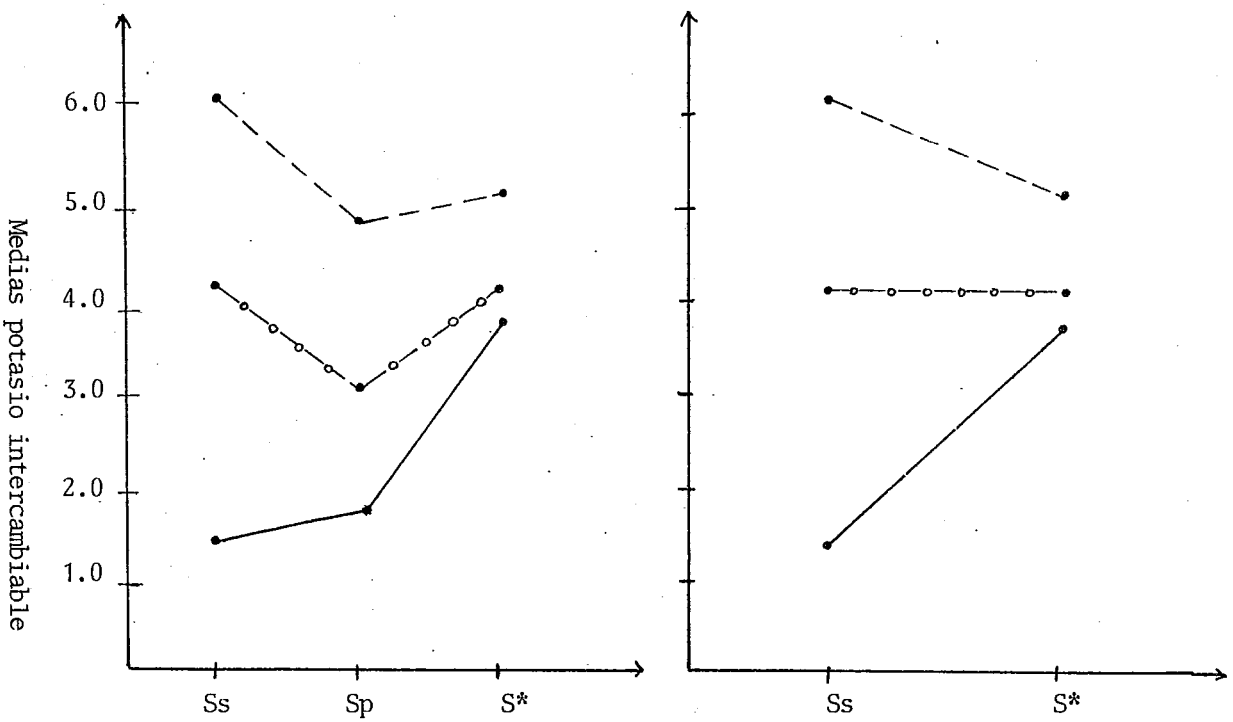
≠ Diferencias estadísticamente significativas
≃ Diferencias estadísticamente no significativas

TABLA 64
ANALISIS DE VARIANZA
SUELOS

Región x tipo de suelo (3 x 3)

K intercambiable, meq/100g

Efecto principal : Región
Interacción : No es estadísticamente significativa
Prueba de Tukey: ZT ≠ D.R. 88 ; ZT ≃ D.R. 03 ; D.R. 88 ≃ D.R. 03



Zona testigo
D.R. 88
D.R. 03

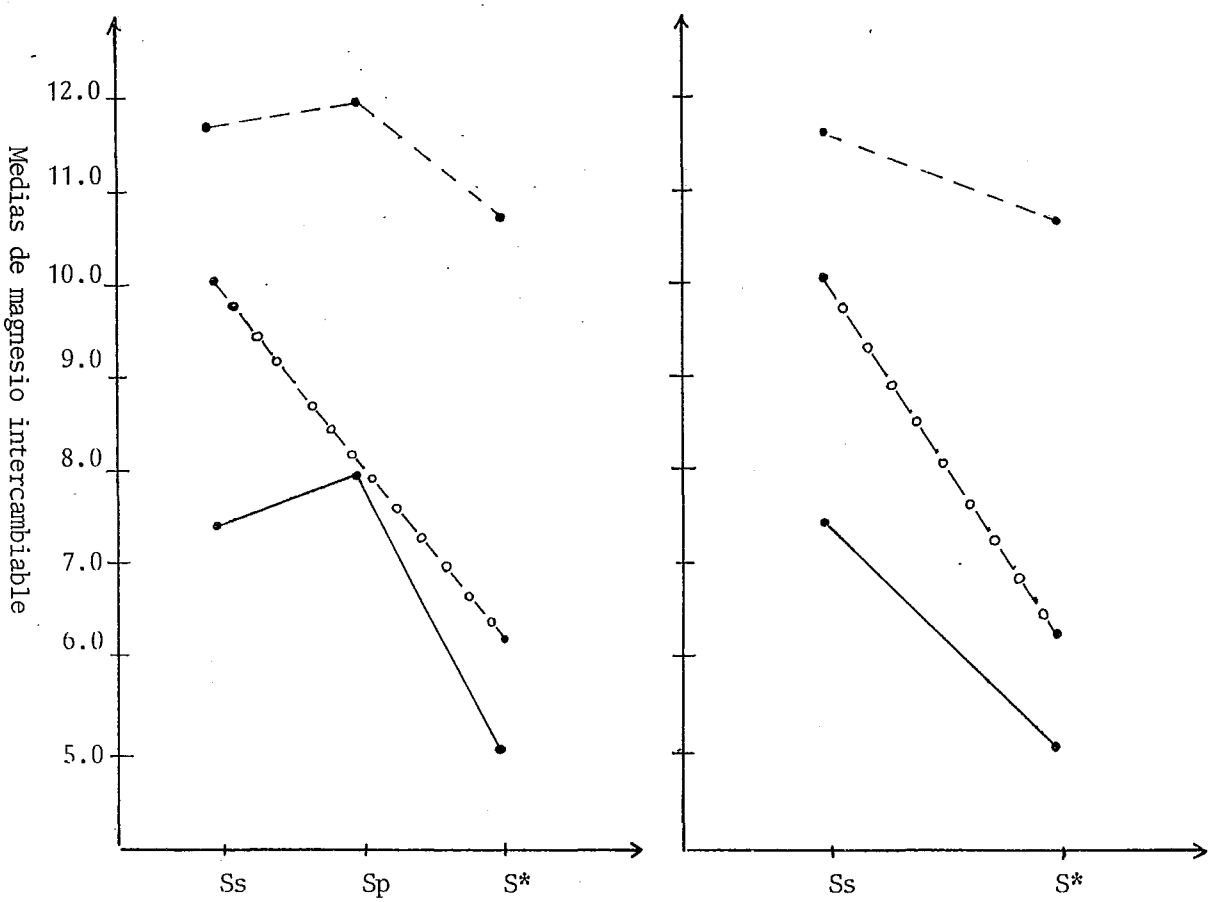
≠ Diferencias estadísticamente significativas
≃ Diferencias estadísticamente no significativas

TABLA 65
ANALISIS DE VARIANZA
SUELOS

Región x tipo de suelo (3 x 3)

Mg intercambiable, meq/100 g

Efecto principal: Región
Interacción: no es estadísticamente significativa
Prueba de Tukey: ZT ≠ D.R. 88 ; Z.T. ≃ D.R. 03 ; D.R. 88 ≠ D.R. 03



≠ Diferencias estadísticamente significativas
≃ Diferencias estadísticamente no significativas

TABLA 66
ANALISIS DE VARIANZA
SUELOS

Región x tipo de suelo (3 x 3)

Capacidad de intercambio catiónico
meq/100g

Efecto principal: Región

Interacción: estadísticamente no significativa

Prueba de Tukey: Z.T. ≠ D.R. 88 ; ZT ≠ D.R. 03 ; D.R. 88 ≃ D.R. 03

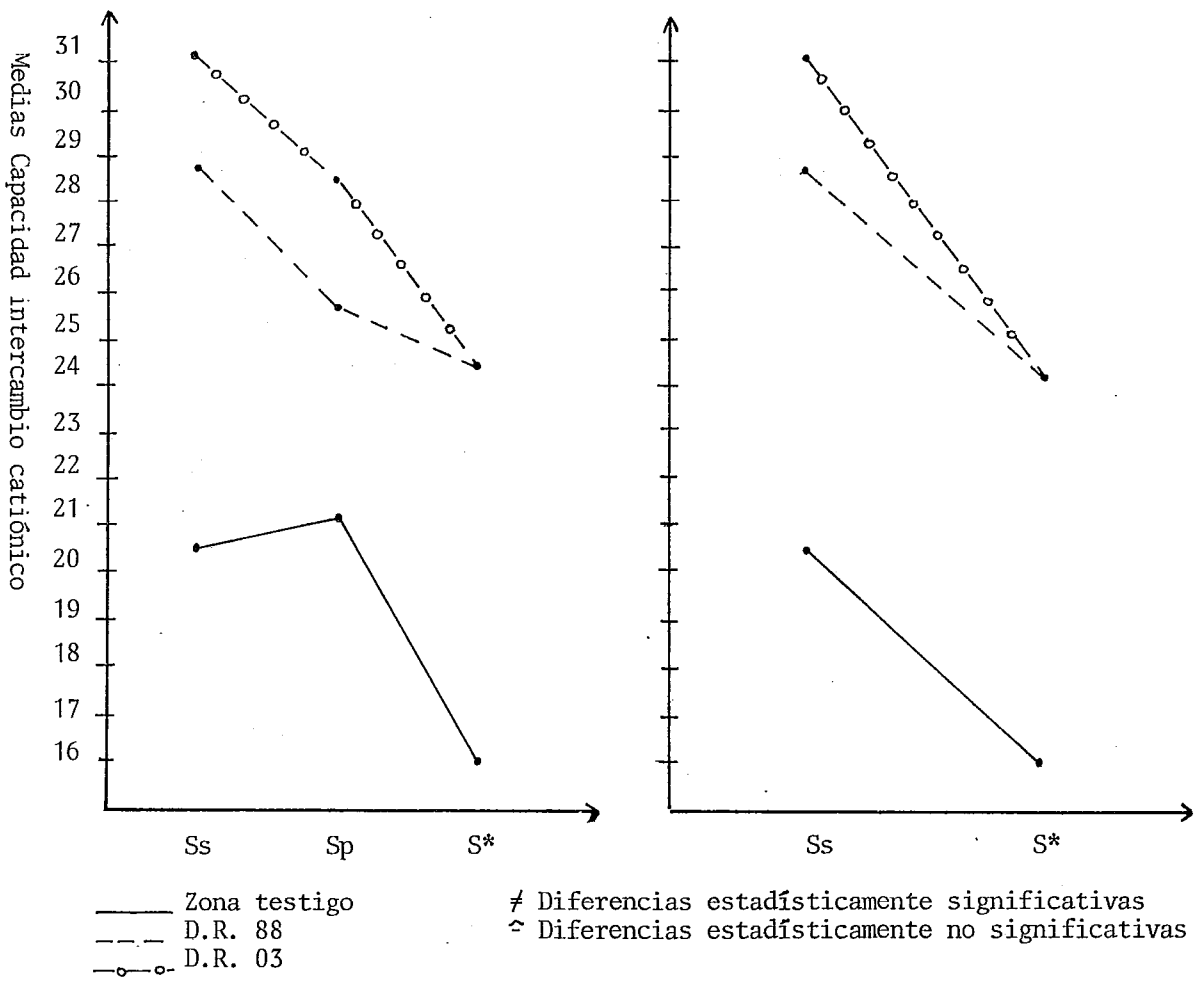


TABLA 67
ANALISIS DE VARIANZA
SUELOS

Región x tipo de suelo (3 x 3)

% Nitrógeno x 100

Efecto principal : tipo de suelo
Interacción: estadísticamente no significativa
Prueba de Tukey : Ss ≠ Sp ; Ss ≠ S* Sp ≃ S*

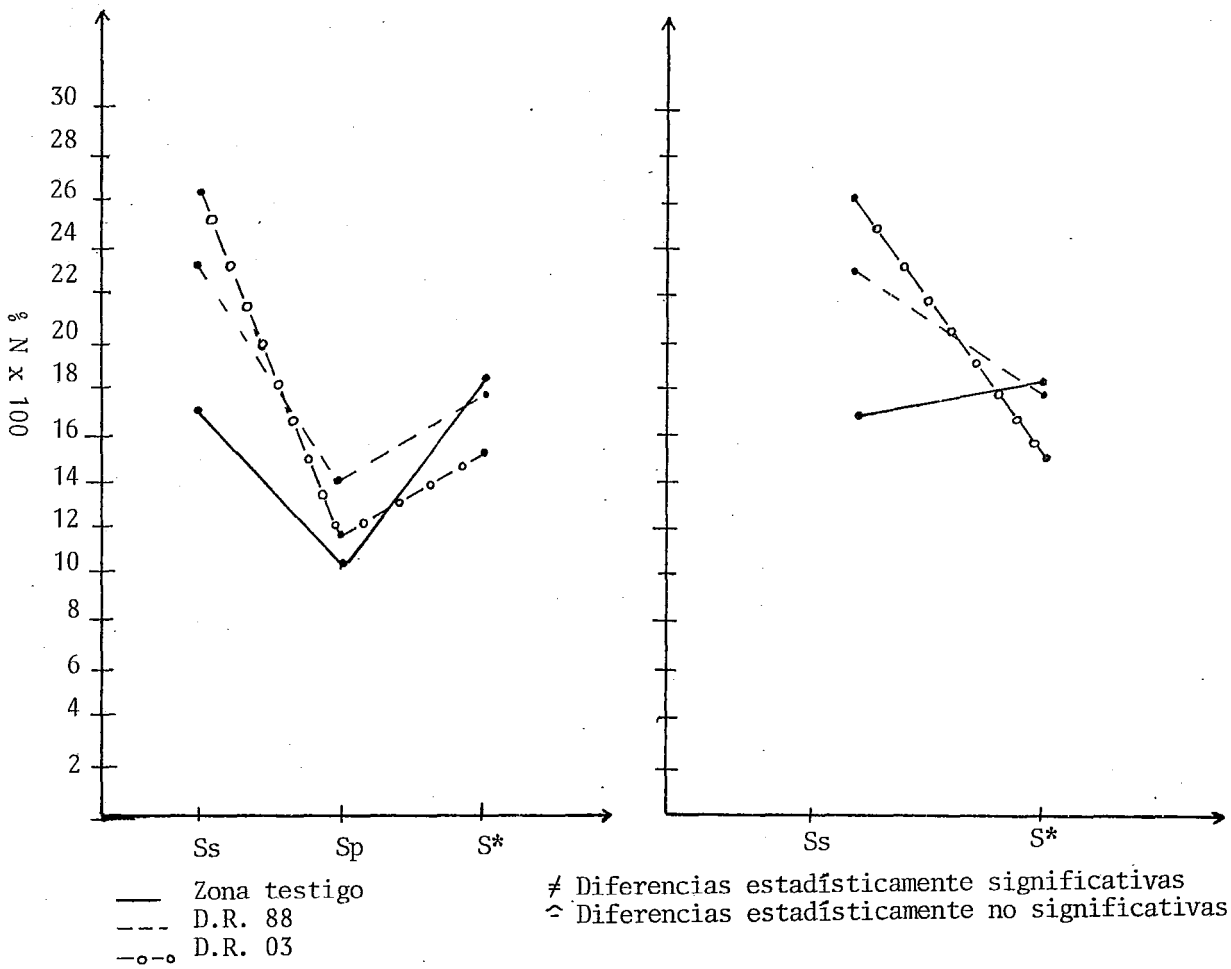
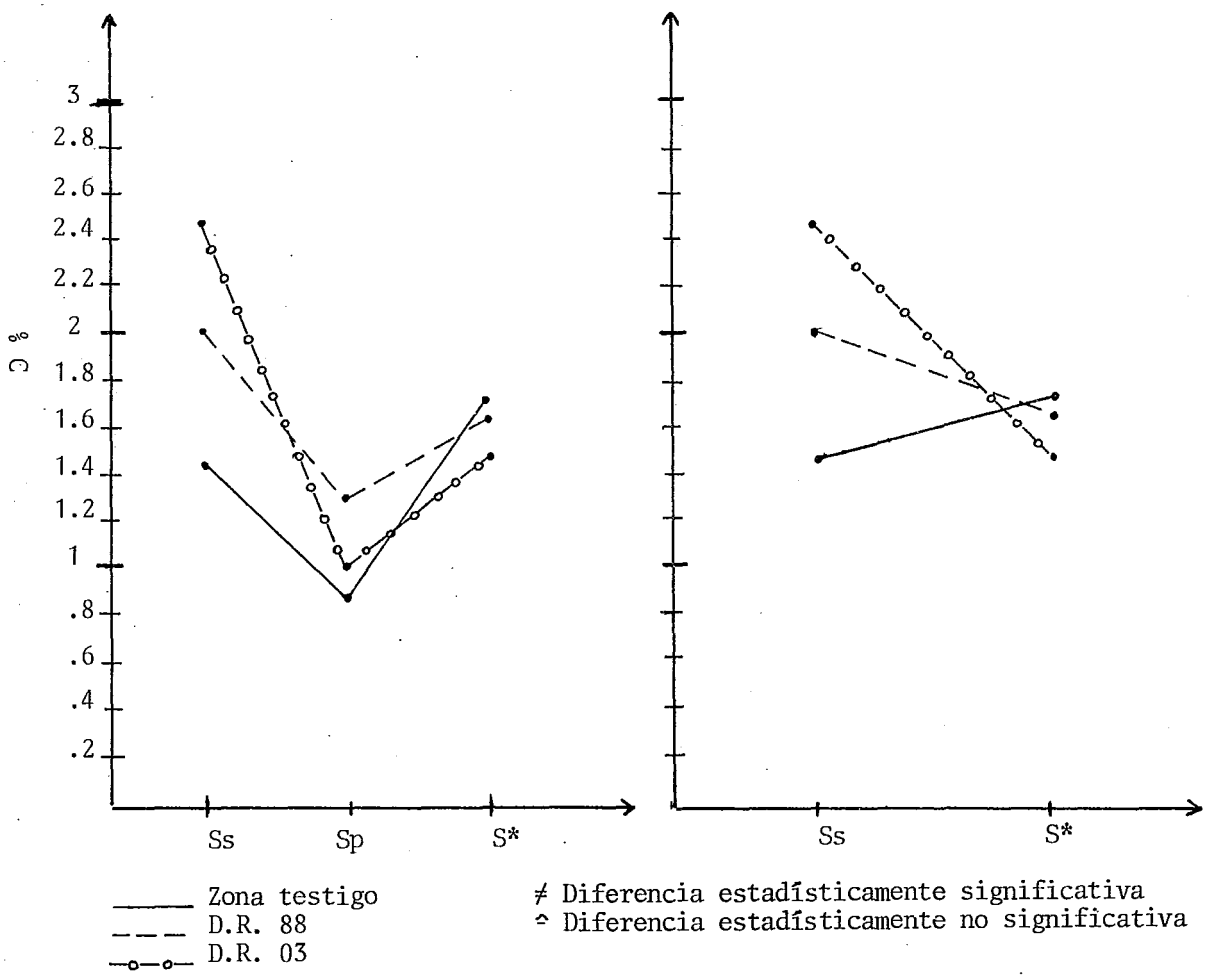


TABLA 68
ANALISIS DE VARIANZA
SUELOS

Región x tipo de suelo (3 x 3)

% C

Efecto principal: tipo de suelo
Interacción: estadísticamente no significativa
Prueba de Tukey: Ss ≠ Sp Ss ≃ S* Sp ≃ S*



≠ Diferencia estadísticamente significativa
≃ Diferencia estadísticamente no significativa

TABLA 69
ANALISIS DE VARIANZA
SUELOS

Región x tipo de suelo (3 x 3)

Fósforo total, ppm

Efecto principal: Región
Interacción: no es estadísticamente significativa
Prueba de Tukey: ZT $\hat{=}$ D.R. 88 ; Z T $\hat{\neq}$ D.R. 03 ; DR 88 $\neq$ DR 03

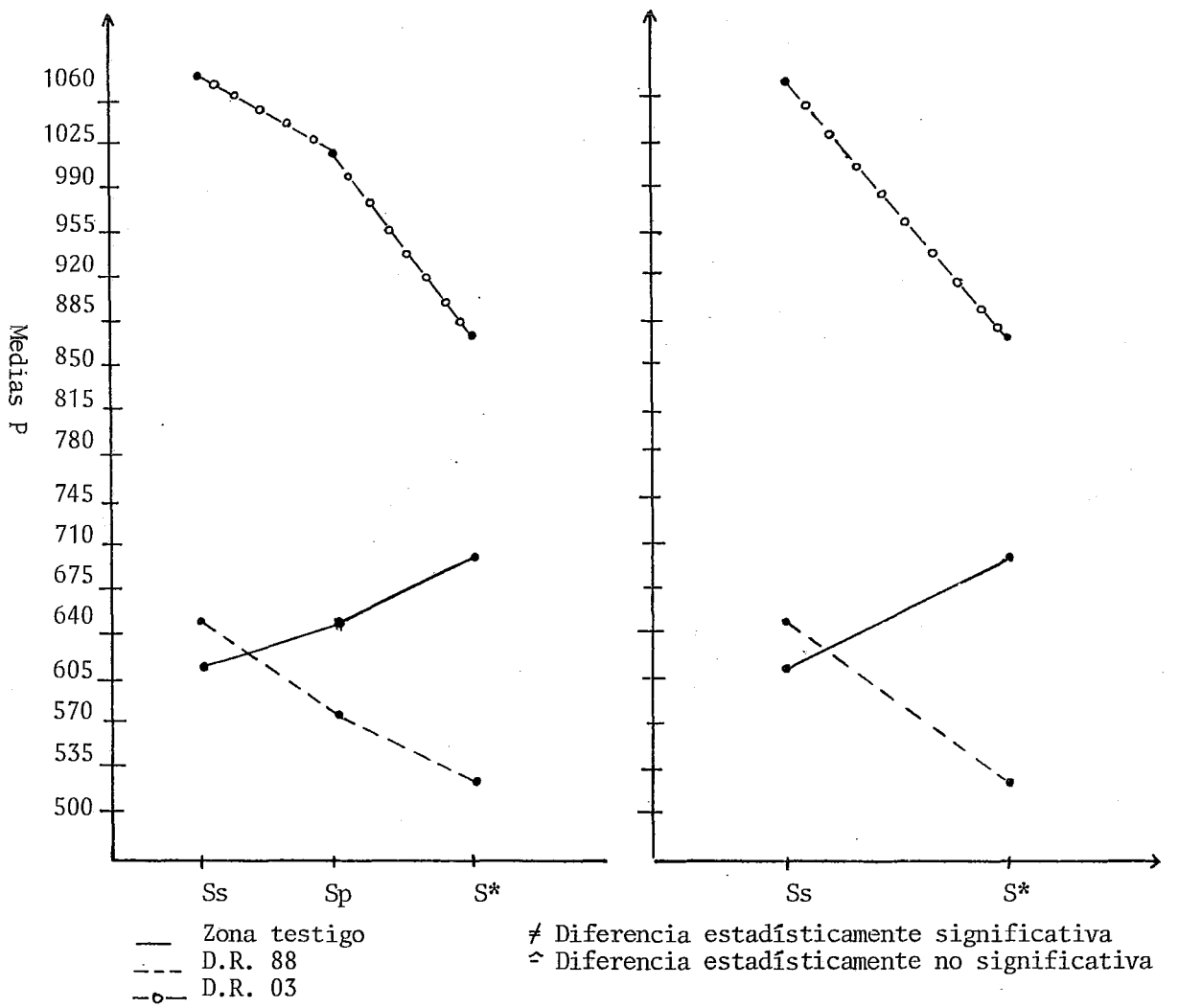
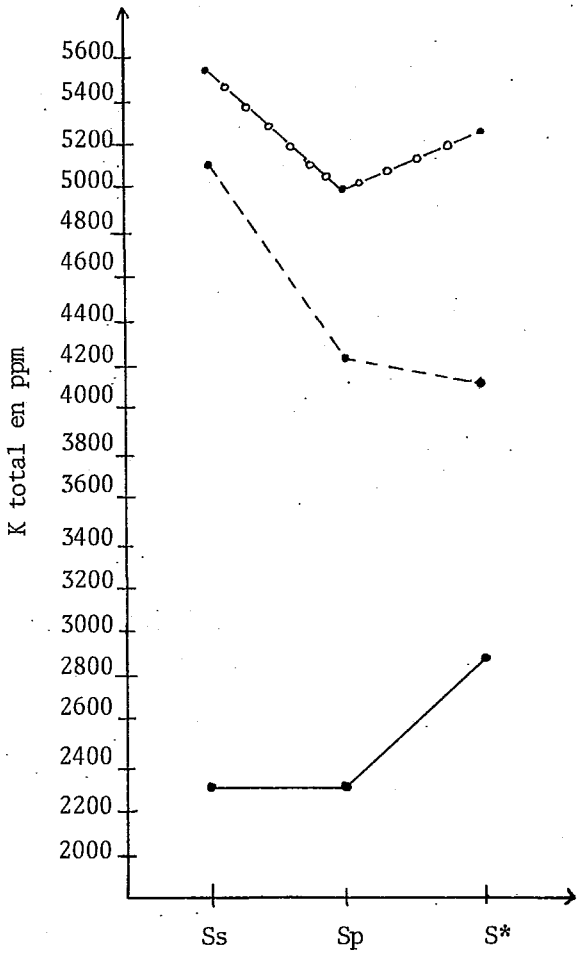


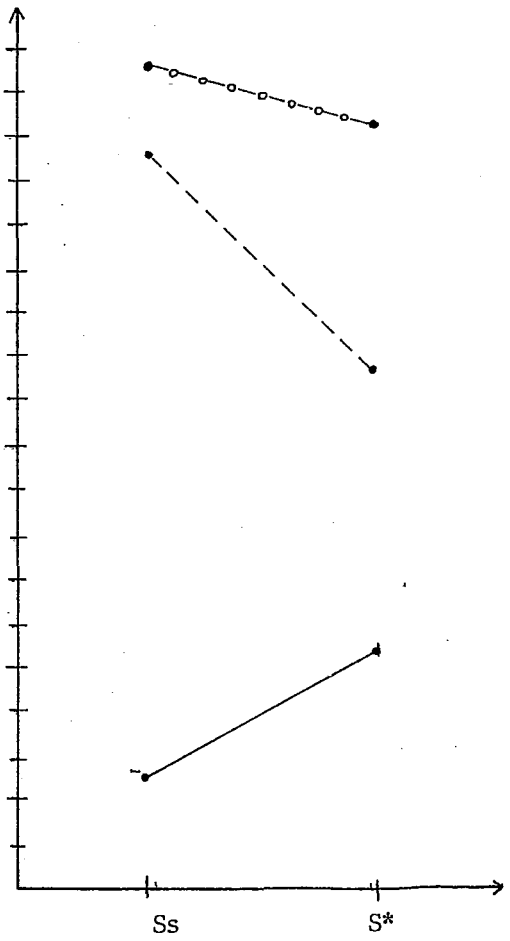
TABLA 70
ANALISIS DE VARIANZA
SUELOS

Región x tipo suelo (3 x 3)

K total, ppm

Efecto principal: Región
Interacción: no significativa
Prueba de Tukey: Z.T ≠ D.R. 88 ; Z.T. ≠ D.R. 03 D.R. 03 ≃ D.R. 88





——— Zona testigo
– – – – D.R. 88
—o—o— D.R. 03

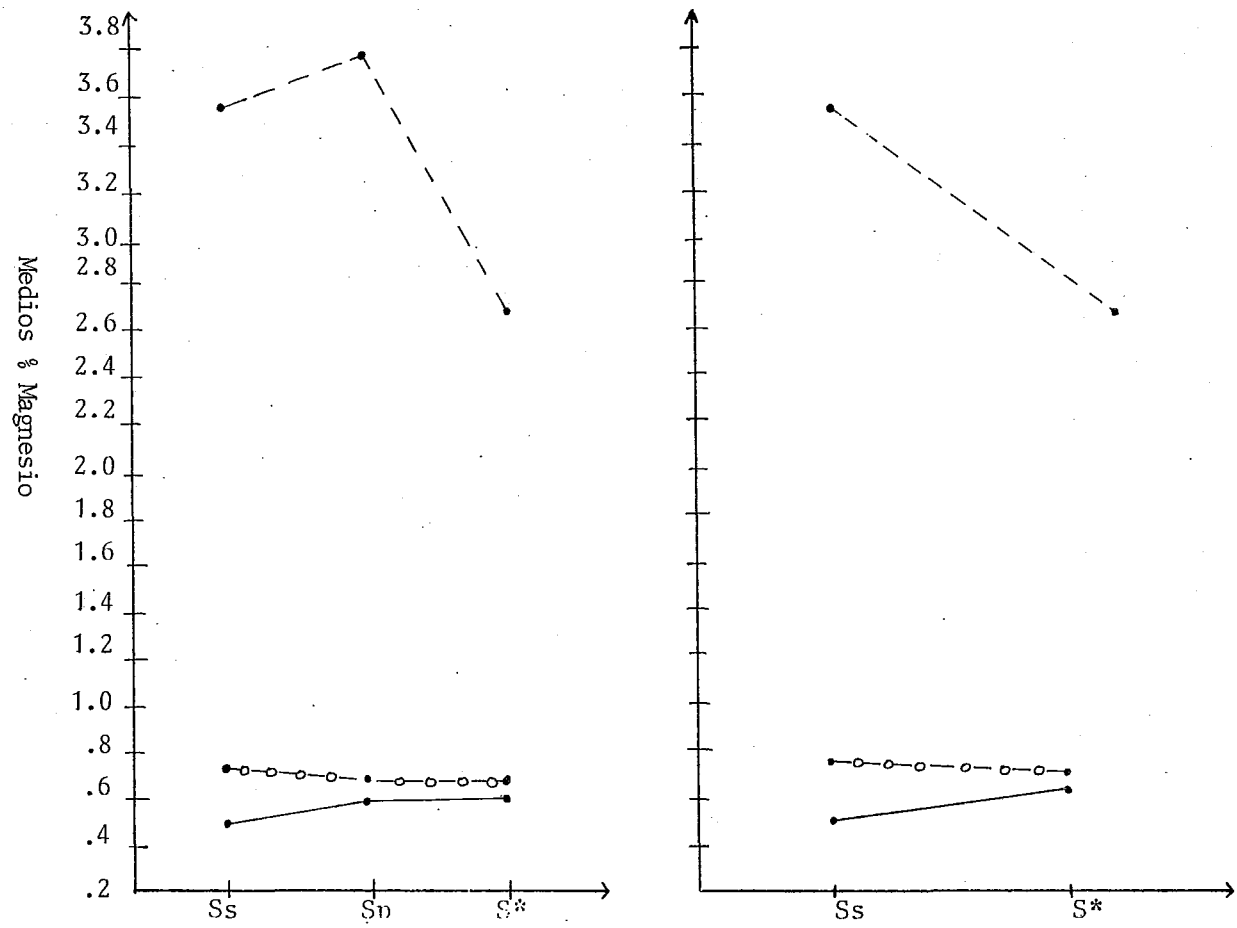
= Diferencias estadísticamente significativas
≃ Diferencias estadísticamente no-significativas.

TABLA 71
ANALISIS DE VARIANZA
SUELOS

Región x tipo de suelo (3 x 3)

% Magnesio total

Efecto principal: Región
Interacción: no es significativa
Prueba de Tukey: ZT ≠ D. R. 88, Z. T. ≃ D. R. 03; D.R. 88 ≠ D.R. 03



Zona testigo

D. R. 88

D. R. 03

≠ Diferencias estadísticamente significativas

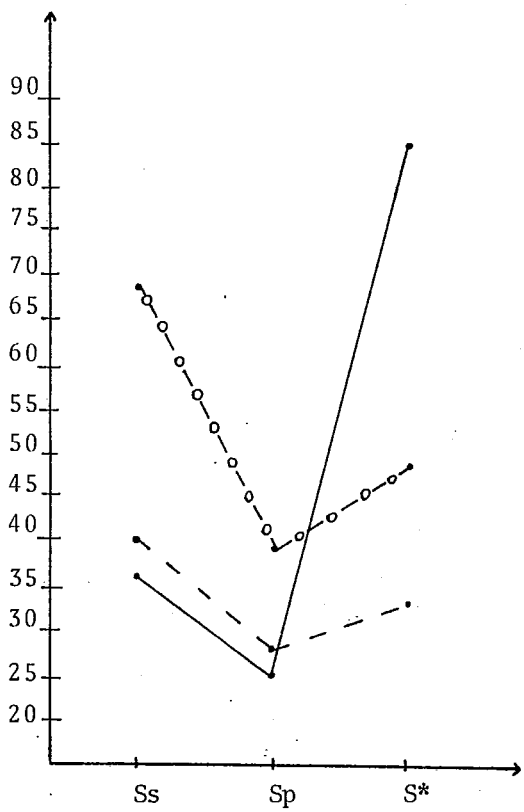
≃ Diferencias estadísticamente no significativas.

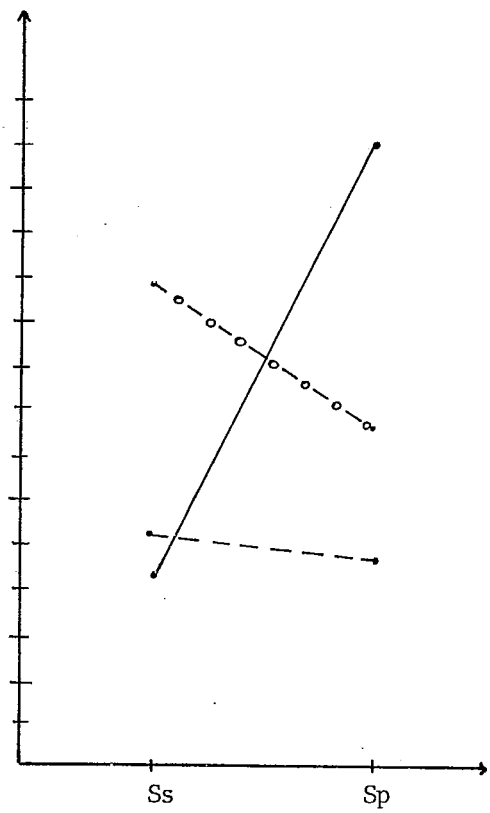
TABLA 72
ANALISIS DE VARIANZA
SUELOS

Región x tipo suelo (3 x 3)

P disponible, ppm (Olsen)

Efecto principal: tipo de suelo
Interacción: tipo de suelo y región.
Prueba de Tukey: Ss/ZT $\simeq$ Sp/ZT ; Ss/ZT $\neq$ S*/ZT ; S*/ZT $\neq$ Sp/ZT
en el D.R. 88 y en el D.R. 03 no hubo diferencias estadísticas.





—— Zona testigo
--- D.R. 88
-o-o

$\neq$ Diferencias estadísticamente significativas
$\simeq$ Diferencias estadísticamente no significativas

TABLA 73
ANALISIS DE VARIANZA
SUELOS

Región x tipo de suelo (3 x 3)

Cu total, ppm

Efecto principal: tipo de suelo y región
Interacción: tipo de suelo, región.
Prueba de Tukey: Ss/ZT ≃ Ss/88 ; Ss/ZT ≠ Ss/03; Ss/88 ≠ Ss/03
Sp/ZT ≃ Sp/88 ≃ Sp/03 ; S*/ZT ≃ S*/88 ≃ S*/03
Ss/ZT ≃ Sp/ZT ≃ S*/03 ; Ss/88 ≃ Sp/88 ≃ S*/88
Ss/03 ≠ Sp/03 ; Ss/03 ≠ S*/03 ; Sp/03 ≃ S*/03

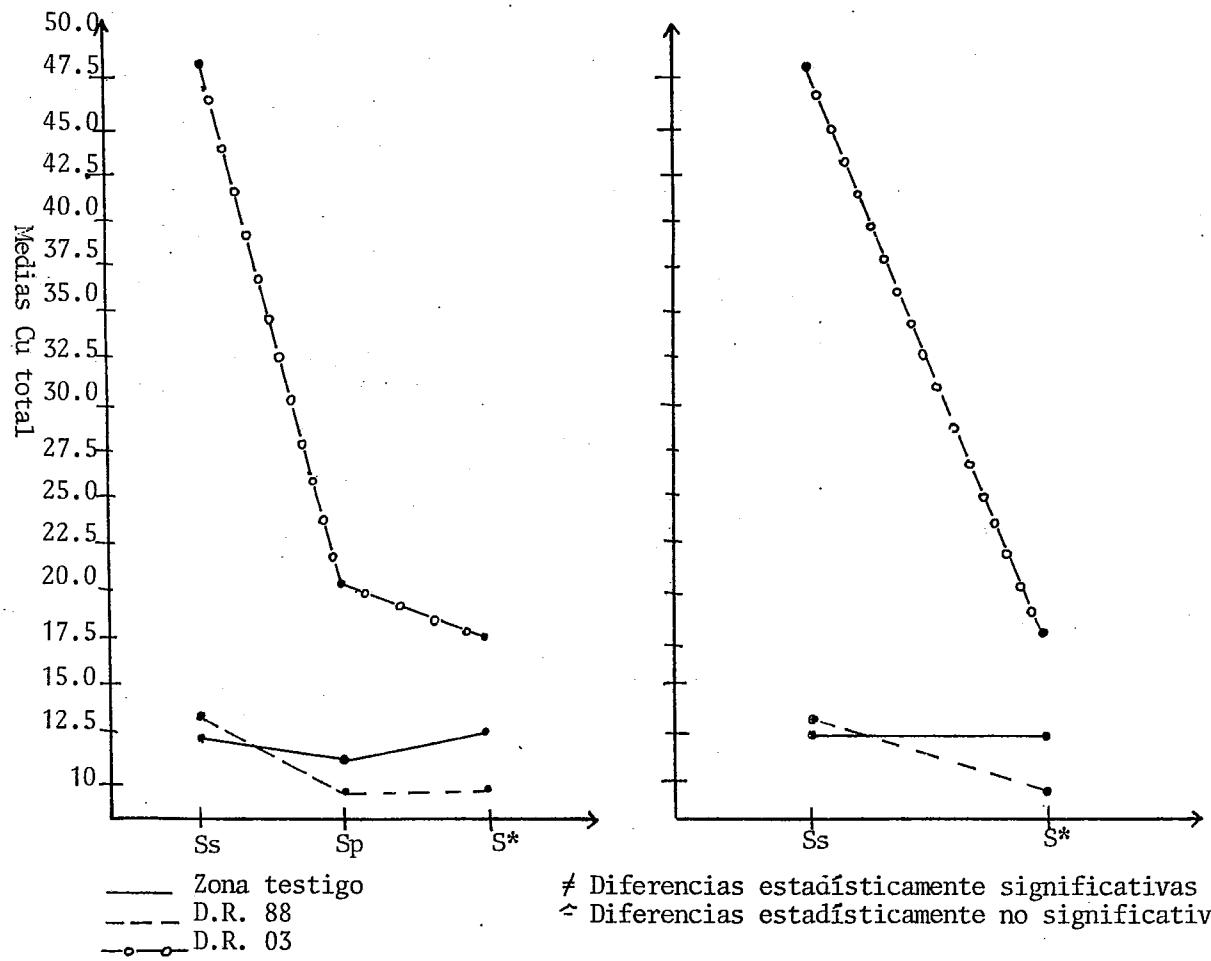
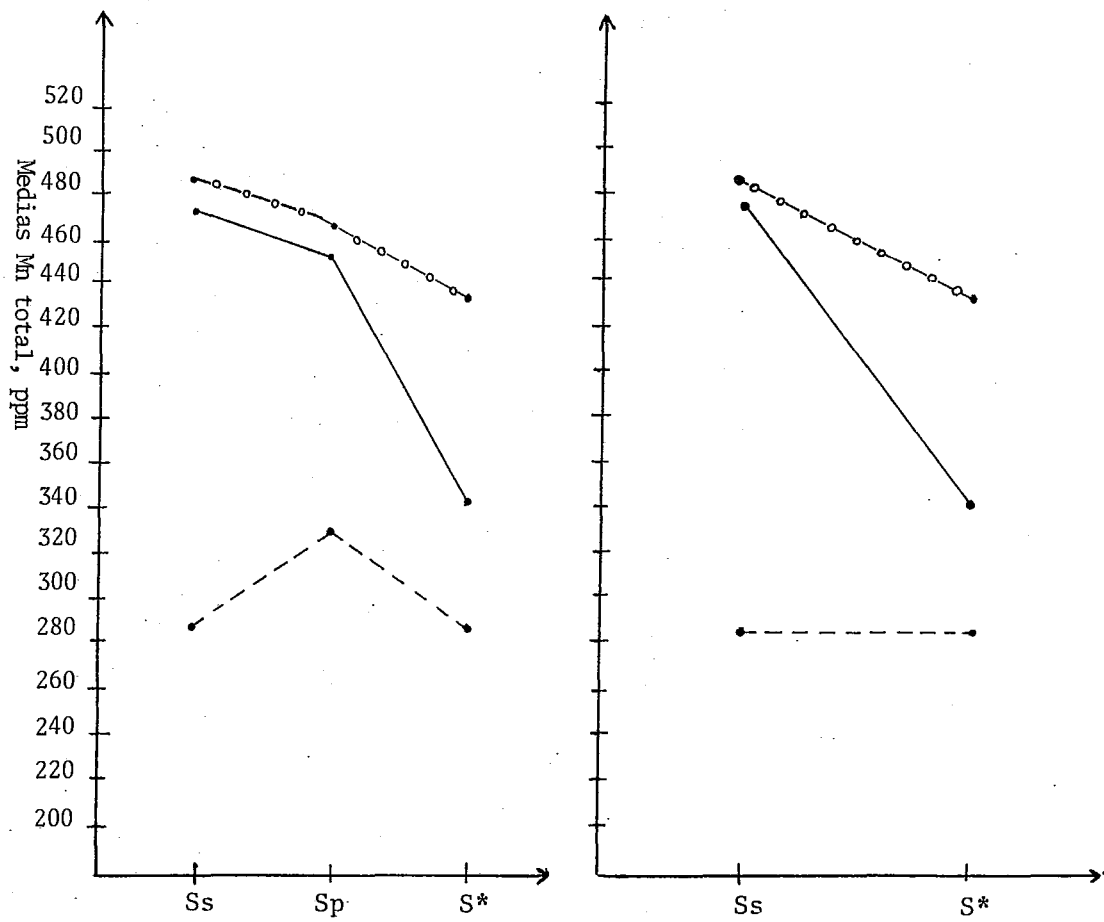


TABLA 74
ANALISIS DE VARIANZA
SUELOS

Región x tipo suelo (3 x 3)

Mn total, ppm

Efectos principales: Región
Interacción: estadísticamente no significativas
Prueba de Tukey : Z.T. ≠ D.R. 88 ; Z.T. ≠ D.R. 03 ;
D.R. 88 ≠ D.R. 03



Zona testigo
D.R. 88
D.R. 03

≠ Diferencia estadísticamente significativa
≃ Diferencia estadísticamente no significativa

TABLA 75
ANALISIS DE VARIANZA
SUELOS

Región x tipo de suelo (3 x 3)

Zn total

Efecto principal : Región y tipo suelo
Interacción : Región y tipo suelo
Prueba Tukey: Ss/ZT ≃ Ss/88 ; Ss/ZT ≠ Ss/03 ; Ss/88 ≠ Ss/03
Sp/ZT ≃ Sp/88 ≃ Sp/03 ; S*/ZT ≃ S*/88 ≃ S*/03
Ss/ZT ≃ Sp/ZT ≃ S*/ZT ; Ss/88 ≃ Sp/88 ≃ S*/88
Ss/03 ≠ Sp/03 ≠ S*/03

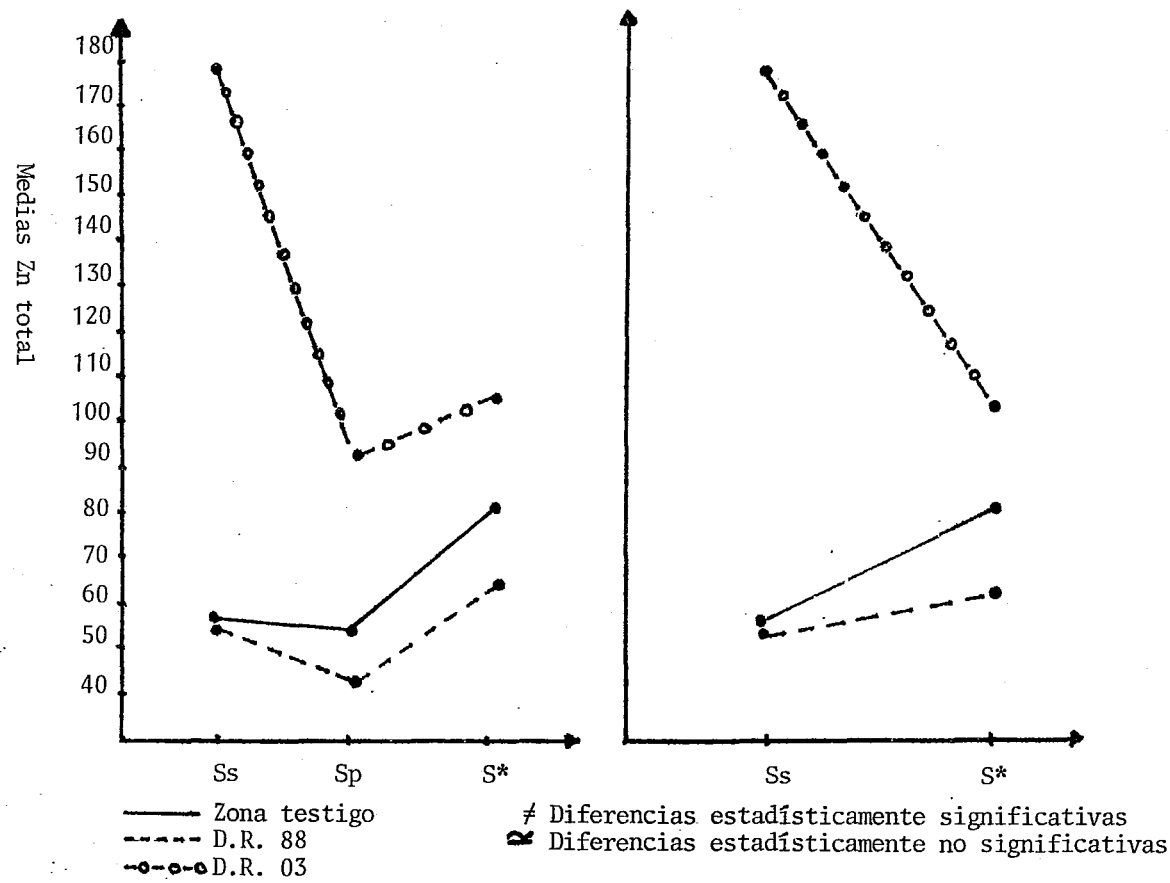


TABLA 76
ANALISIS DE VARIANZA
SUELOS

Región x tipo de suelo (3 x 3)

% de Hierro total

Efecto principal: Región
Interacción: estadísticamente no significativa
Prueba de Tukey: Z.T ≠ D.R. 88 Z.T ≃ D.R. 03 D.R.88 ≠ D.R. 03

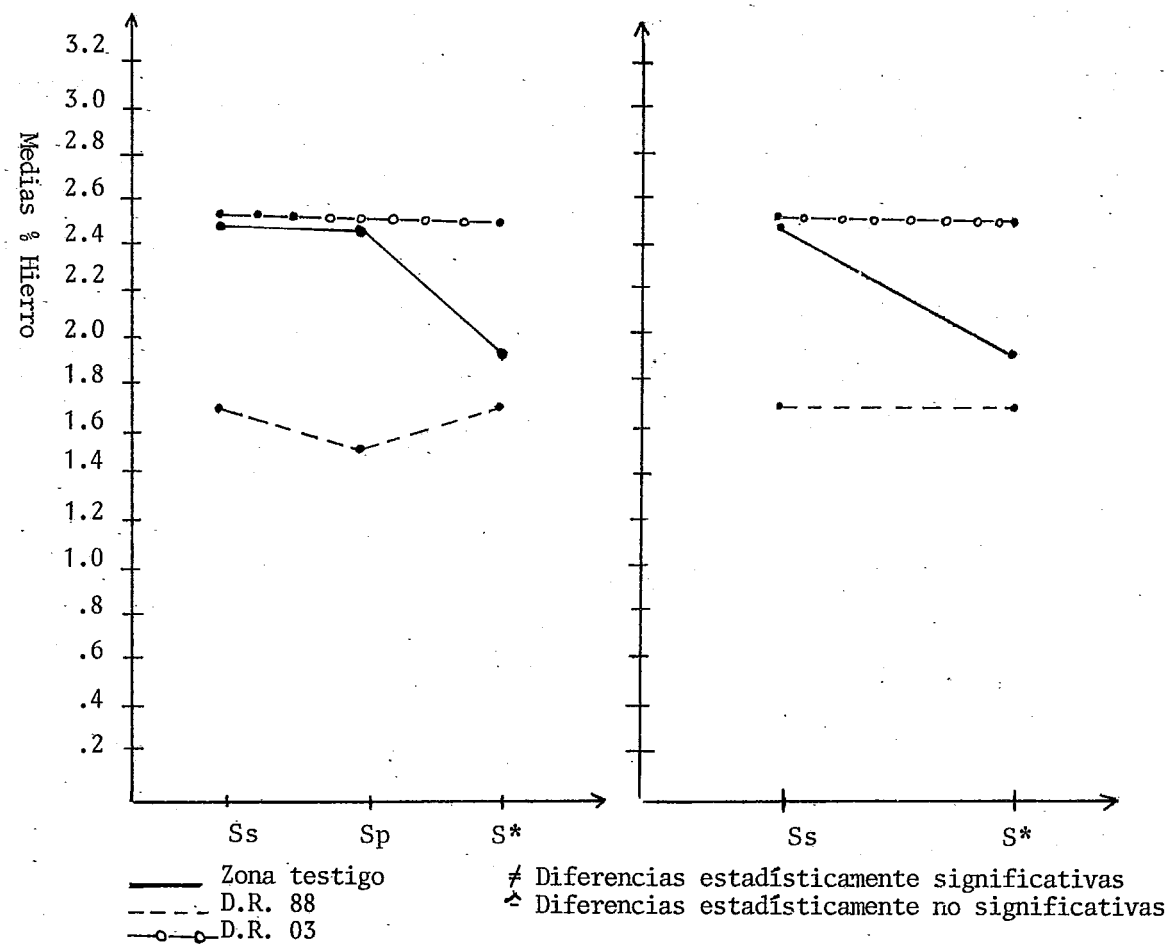
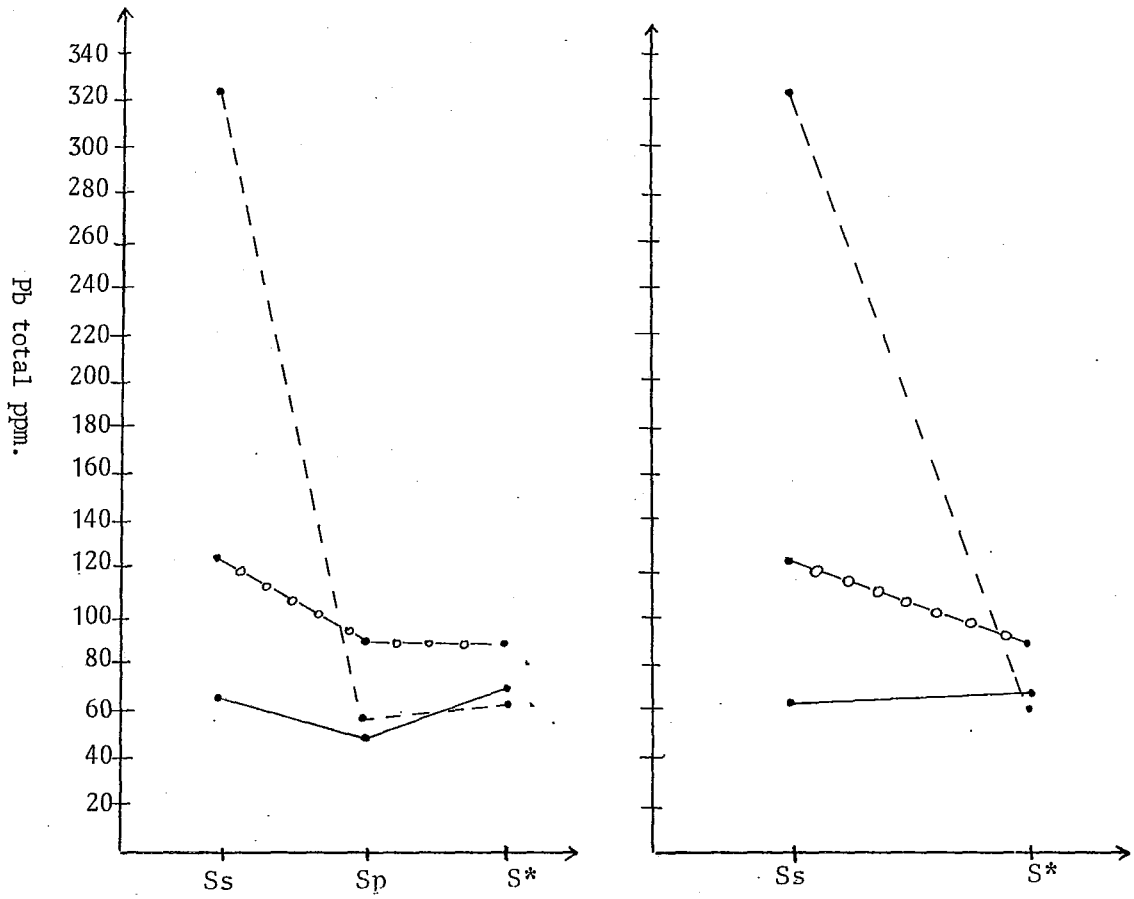


TABLA 77
ANALISIS DE VARIANZA
SUELOS

Región x tipo de suelo (3 x 3)
Pb total, ppm
Efecto principal: no hay efecto estadísticamente significativo
Interacción: no hay interacción estadísticamente significativa



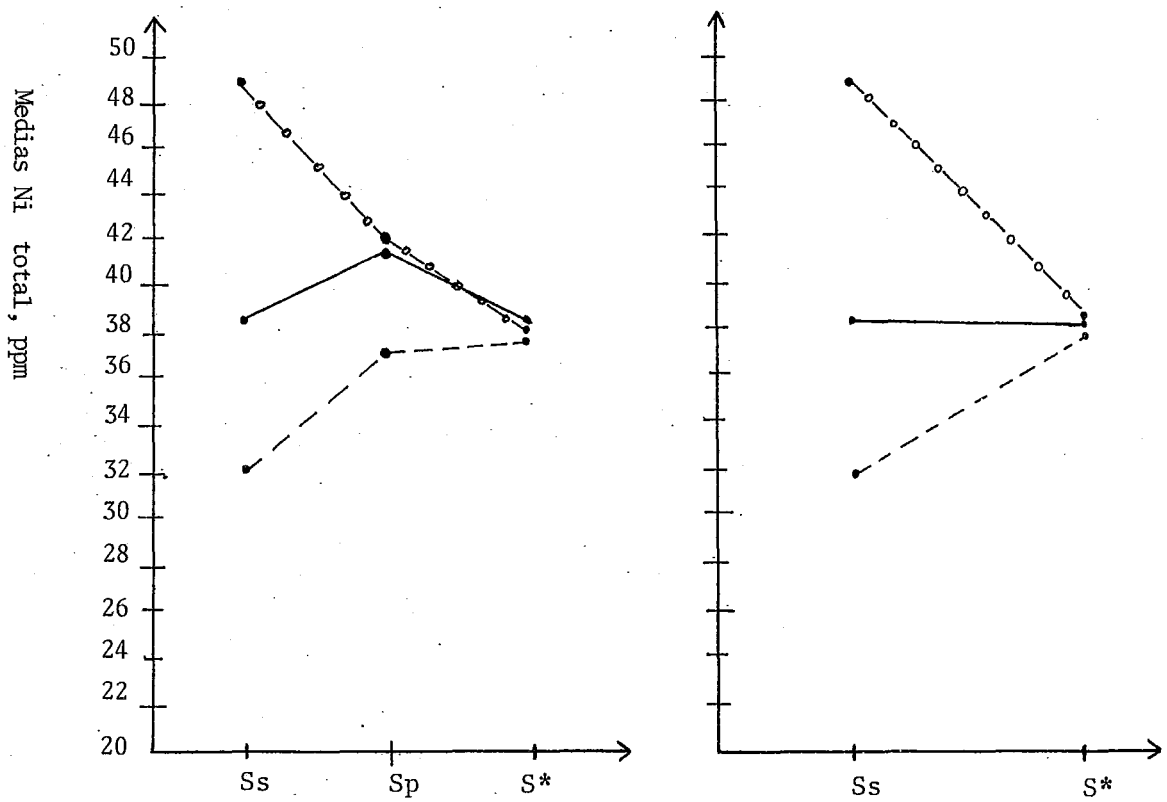
——— Zona testigo
- - - - - D. R. 88
-o-o- D. R. 03

TABLA 78
ANALISIS DE VARIANZA
SUELOS

Región x tipo de suelo (3 x 3)

Ni total, ppm

Efecto principal: Región
Interacción: Región y tipo de suelo
Prueba de Tukey:
a) Ss/ZT ≃ Ss/88 ; Ss/ZT ≠ Ss/03 ; Ss/88 ≠ Ss/03
b) Sp/ZT ≃ Sp/88 ≃ Sp/03
c) S*/ZT ≃ S*/88 ≃ S*/03



Zona testigo
D.R. 88
D.R. 03

≠ Diferencias estadísticamente significativas
≃ Diferencias estadísticamente no significativas

TABLA 79
ANALISIS DE VARIANZA
SUELOS

Región x tipo de suelo (3 x 3)

Pb extractable, ppm)

Efecto principal: tipo de suelo y región
Interacción: tipo de suelo y región
Prueba de Tukey: I) Ss/Z.T. ≃ Ss/88; Ss/ZT ≠ Ss/03; Ss/88 ≠/ Ss/03
II) Sp/ZT ≃ Sp/88 ≃ Sp/03; III) S*/ZT ≃ S*/88 ≃ S*/03
IV) Ss/ZT ≃ Sp/ZT ≃ S*/ZT; V) Ss/88 ≃ Sp/88 ≃ S*/88
VI) Ss/03 ≠ Sp/03 ; Ss/03 ≠ S*/03 ; Sp/03 ≃ S*/03

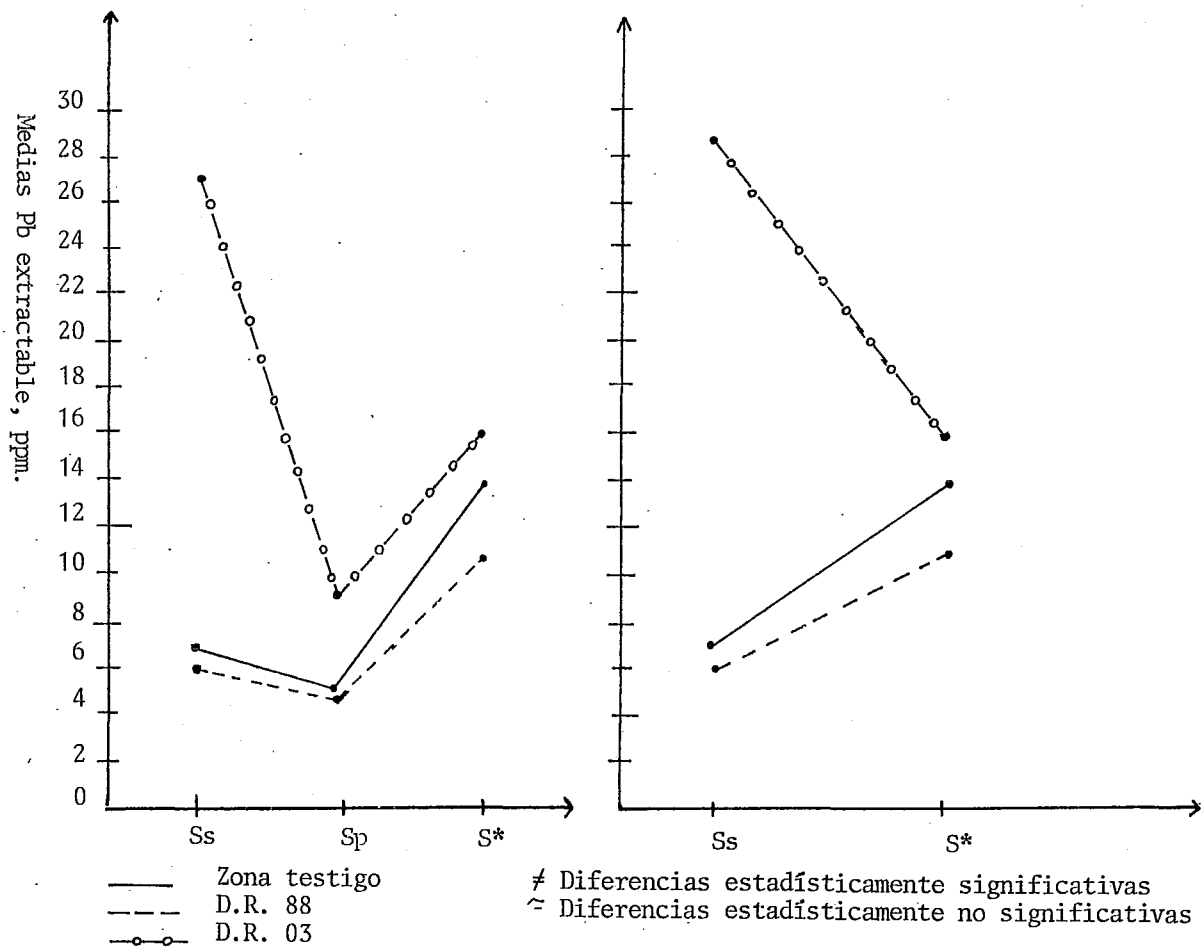


TABLA 80

ANALISIS DE VARIANZA

SUELOS

Región x tipo de suelo (3 x 3)

Cu extractable, ppm

Efecto principal: tipo de suelo, Región

Interacción: tipo de suelo y región

Prueba de Tukey: I) Ss/Z.T. $\cong$ Ss/88 ; Ss/ZT $\neq$ Ss/03 ; Ss/88 $\neq$ Ss/03

II) Sp/ZT $\cong$ Sp/88 $\cong$ Sp/03 ; III) S*/ZT $\cong$ S*/88 $\cong$ S*/03

IV) Ss/ZT $\cong$ Sp/ZT $\cong$ S*/ZT ; V) Ss/88 $\cong$ Sp/88 $\cong$ S*/88

VI) Ss/03 $\neq$ Sp/03 ; Ss/03 $\neq$ S*/03 ; Sp/03 $\cong$ S*/03

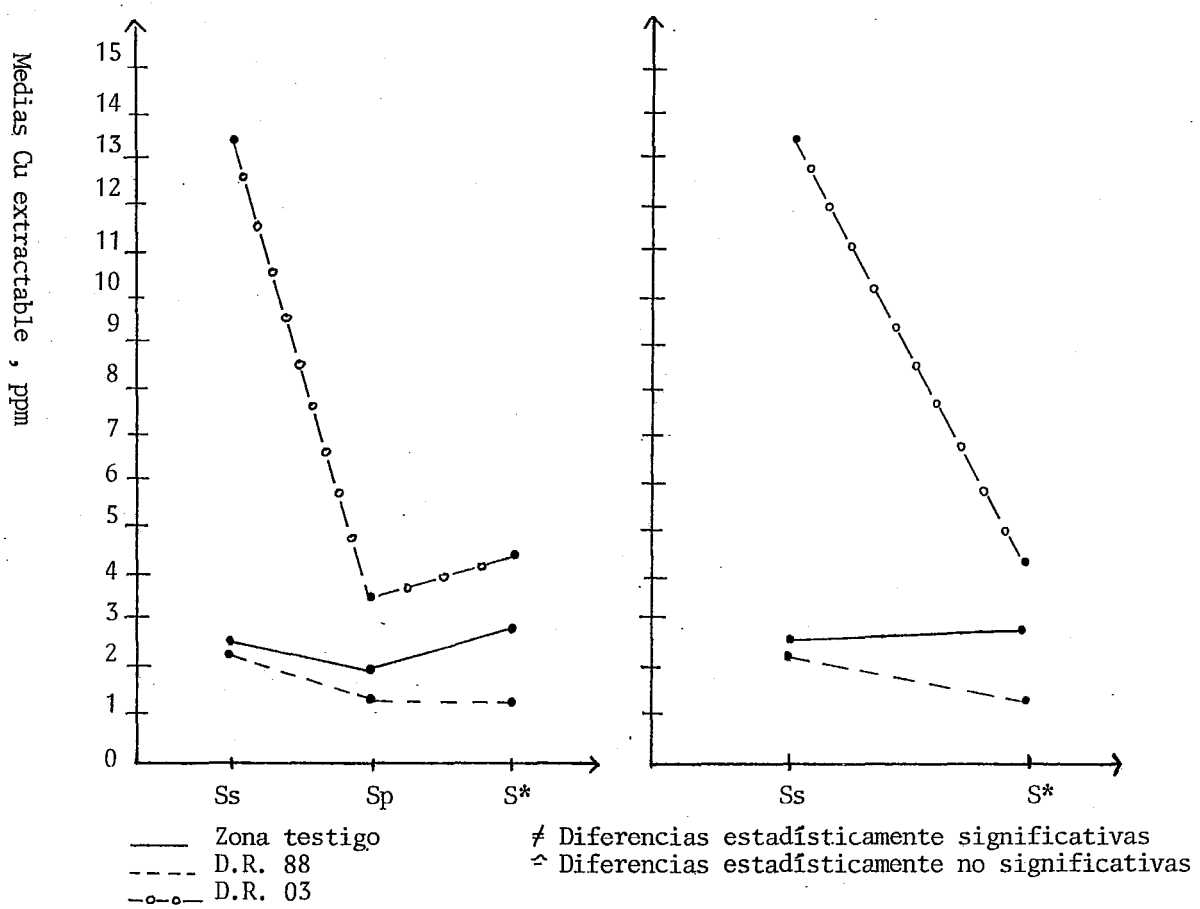


TABLA 81
ANALISIS DE VARIANZA
SUELOS

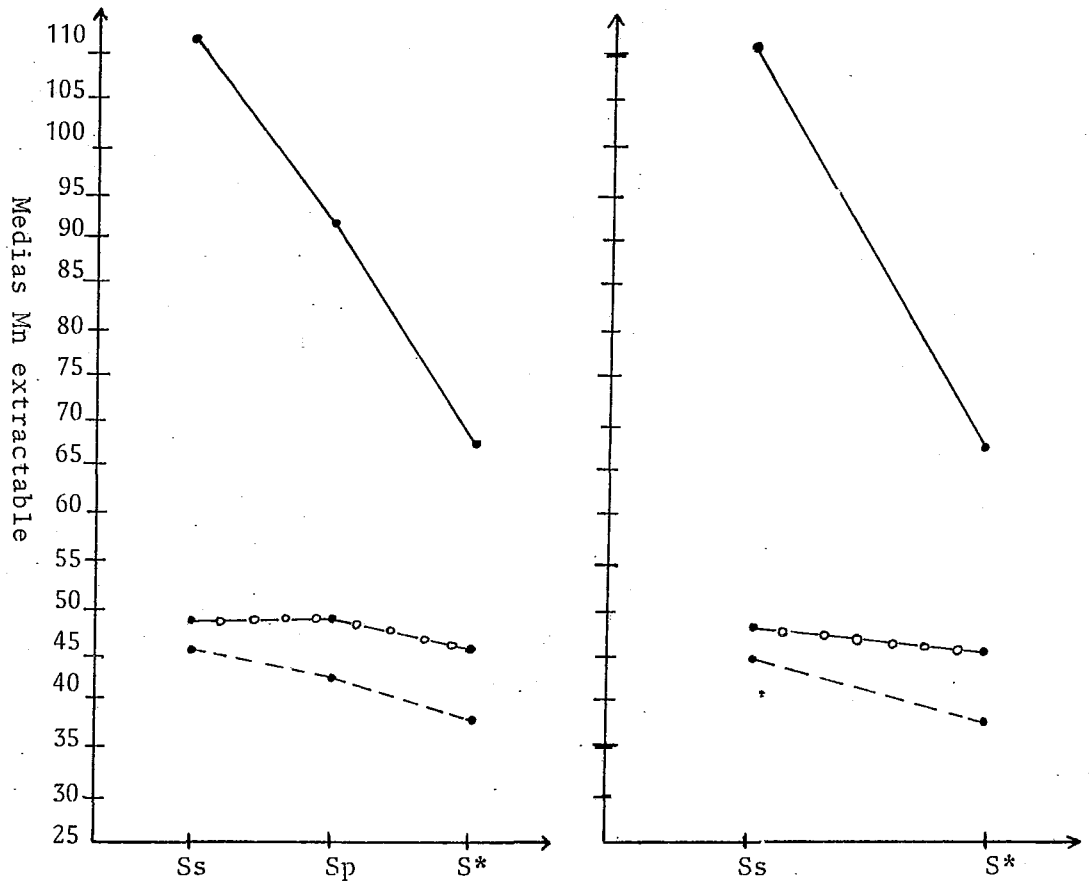
Región x tipo de suelo (3 x 3)

Mn extractable; ppm

Efecto principal: Región

Interacción: no es estadísticamente significativa

Prueba de Tukey: Z.T. ≠ D.R. 88 ; Z.T. ≠ D.R. 03 ; D.R. 88 ≃ D.R. 03



Zona testigo
D.R. 88
D.R. 03

≠ Diferencias estadísticamente significativas

≃ Diferencias estadísticamente no significativas

TABLA 82
ANALISIS DE VARIANZA
SUELOS

Región x tipo de suelo (3 x 3)

Zn extractable

Efecto principal: tipo de suelo y región
Interacción: tipo de suelo y región
Prueba de Tukey: I) Ss/Z.T. ≃ Ss/88 ; Ss/Z.T. ≠ Ss/03 ; Ss/88 ≠ Ss/03
II) Sp/Z.T. ≃ Sp/88 ; Sp/ZT ≠ Sp/03 ; Sp/88 ≠ Sp/03
III) S* /ZT ≃ S*/88 ≃ S*/03 ; IV) Ss/ZT = Sp/Z.T ; Ss/ZT ≃ S*/ZT ; Sp/ ZT ≠ S*/ZT
V) Ss/88 ≃ Sp/88 ≃ S*/88 ; VI) Ss/03 ≠ Sp/03
Ss/03 ≠ S*/03 ; Sp/03 ≃ S*/03

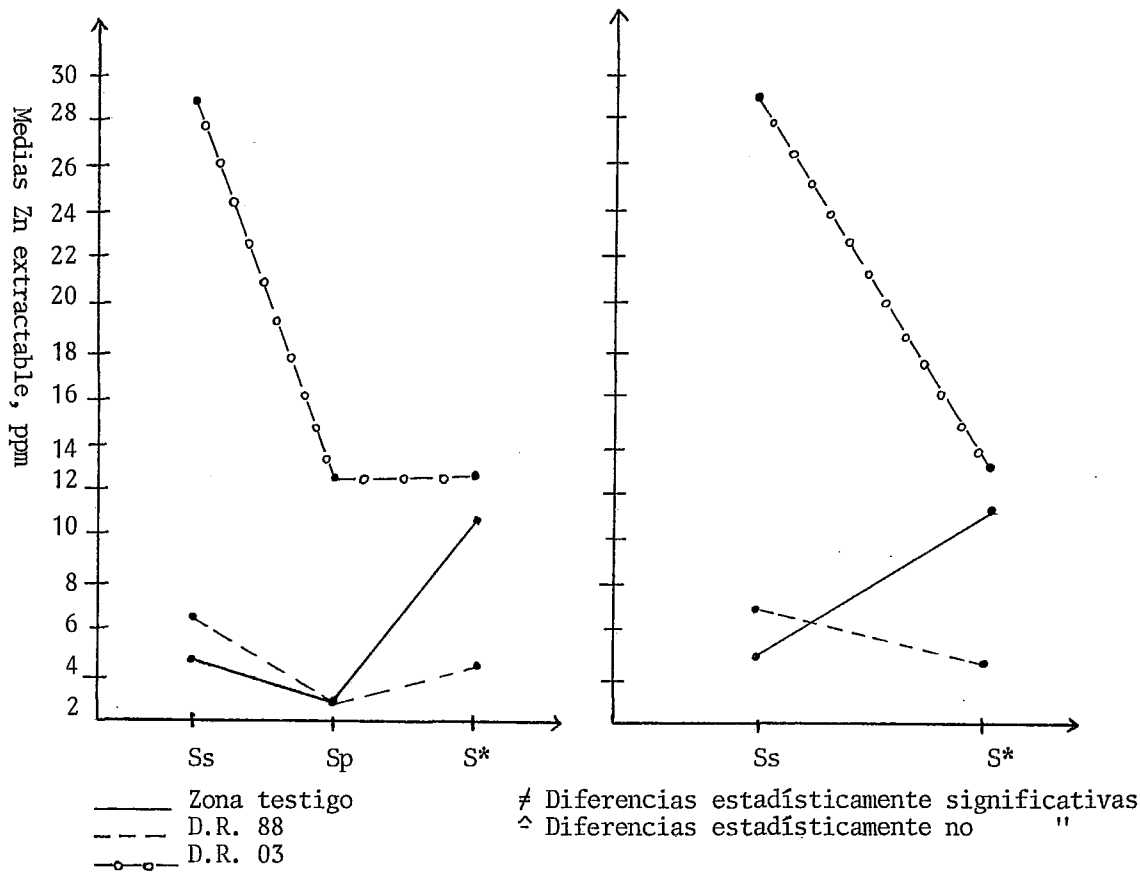


TABLA 83
ANALISIS DE VARIANZA
SUELOS

Región x tipo de suelo (3 x 3)

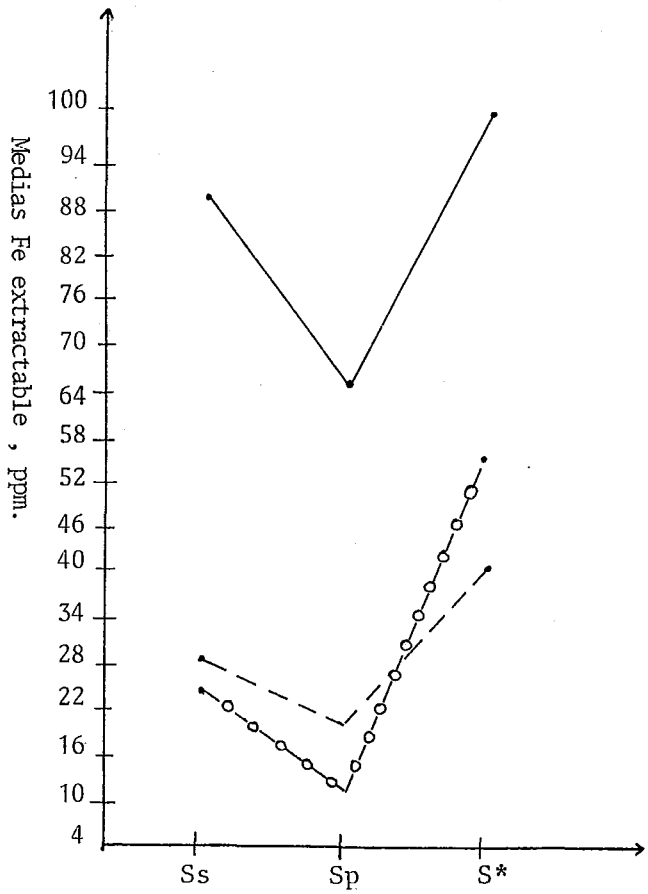
Fe extractable, ppm.

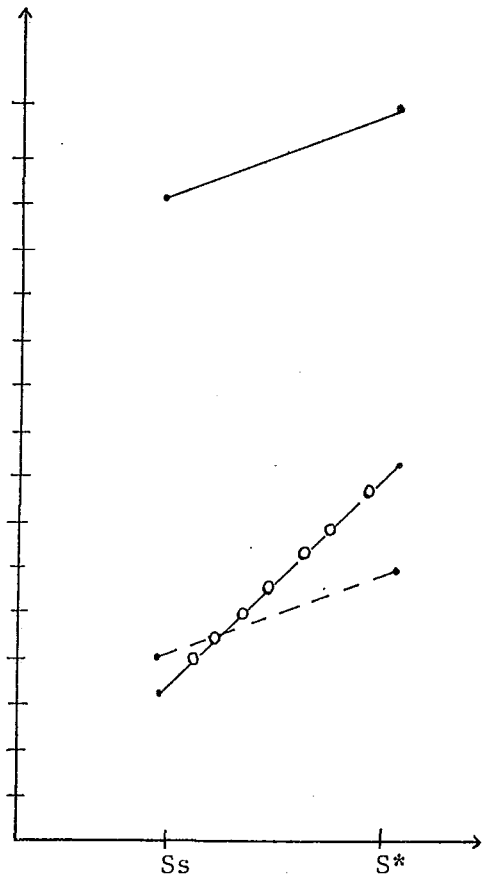
Efecto principal: tipo de suelo y región

Interacción: no es significativa estadísticamente

Prueba de Tukey: Z.T ≠ D.R. 88 ; Z.T. ≠ D.R. 03 ; D.R. 88 ≠ D.R. 03

Ss ≃ Sp ≃ S*





—— Zona testigo
--- D.R. 88
—o— D.R. 03

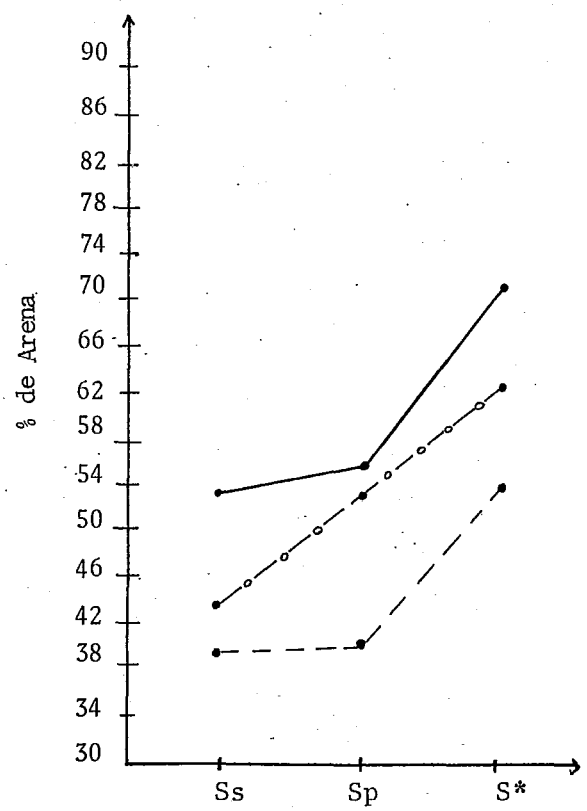
≠ Diferencias estadísticamente significativas
≃ Diferencias estadisticamente no significativas.

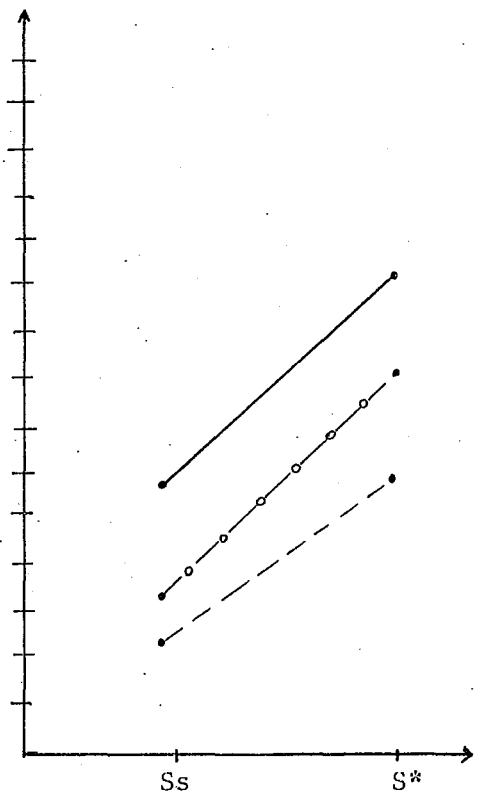
TABLA 84
ANALISIS DE VARIANZA
SUELOS

Región x tipo de suelo (3 x 3)

% Arena

Efecto principal: tipo de suelo y región
Interacción: no significativa
Prueba de Tukey: ZT ≠ D.R. 88; ZT ≠ D.R. 03 ; D.R. 88 ≃ D.R. 03
Ss ≃ Sp ; Ss ≠ S* ; Sp ≠ S*





——— Zona testigo
– – – D.R. 88
–o–o– D.R. 03

≠ Diferencias estadísticamente significativas
≃ Diferencias estadísticamente no significativas

TABLA 85
ANALISIS DE VARIANZA
SUELOS

Región x tipo de suelo (3 x 3)

% Limo

Efecto principal: tipo de suelo y región
Interacción: no es significativa estadísticamente
Prueba de Tukey: Z.T ≠ D.R.88 ; Z.T ≠ D.R. 88 ; D.R. 03 ≃ D.R. 88
Ss ≠ Sp ; Sp ≠ S* ; Ss ≠ S*

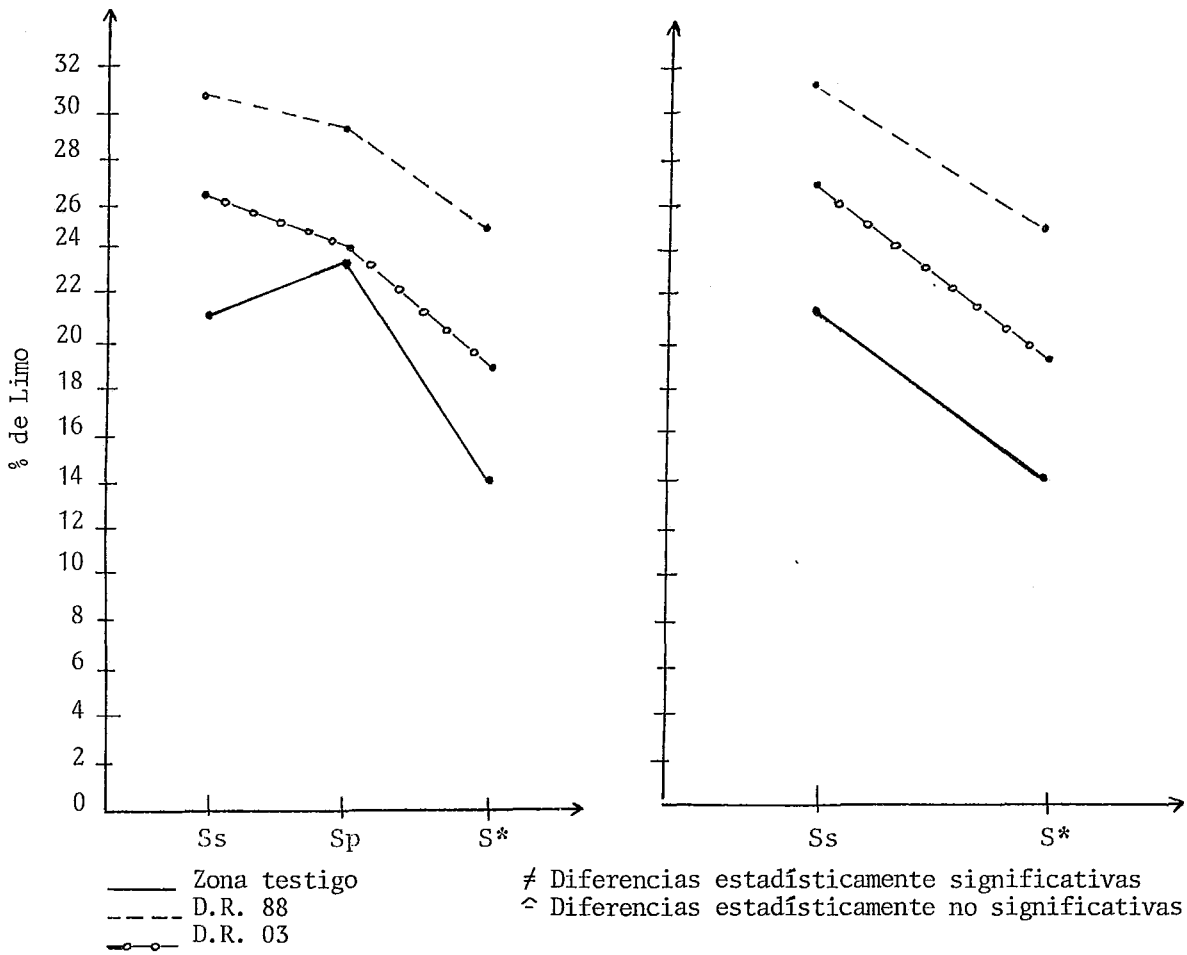
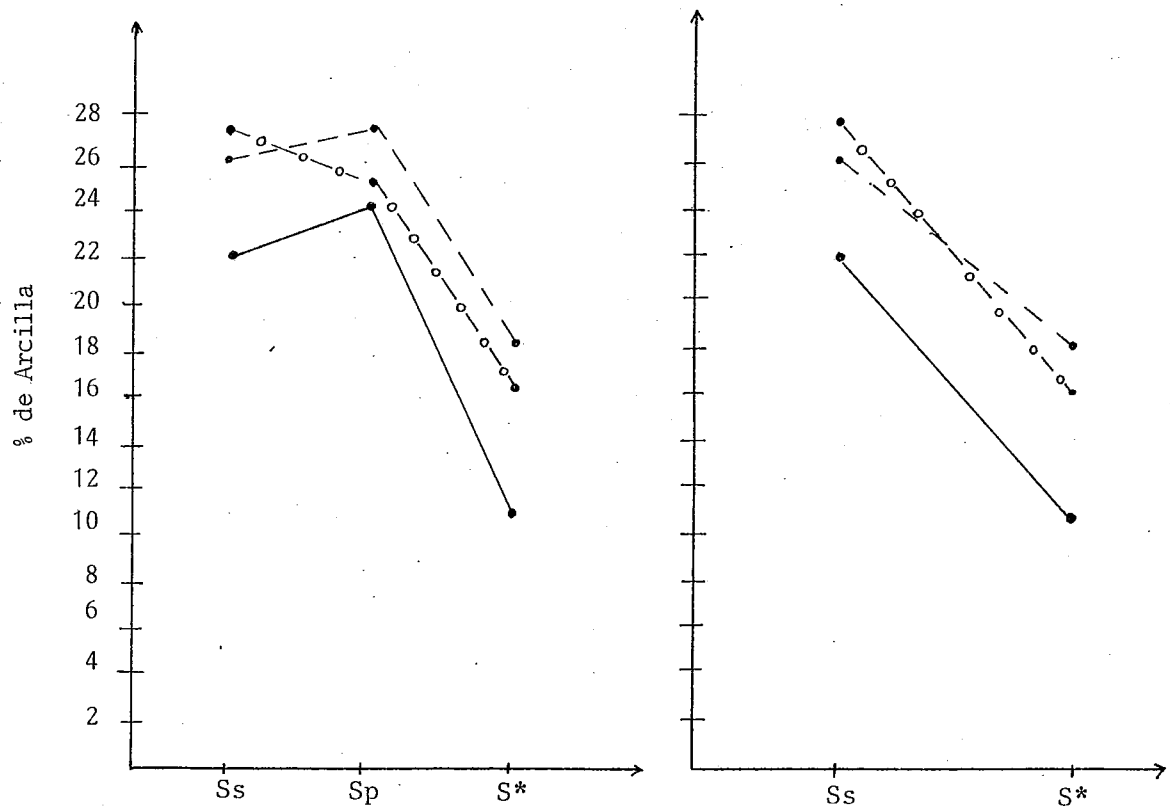


TABLA 86
ANALISIS DE VARIANZA
SUELOS

Región x tipo de suelo (3 x 3)

% Arcilla

Efecto principal: tipo de suelo
Interacción: no es significativa estadísticamente
Prueba de Tukey: Ss ≃ Sp ; Ss ≠ S* ; Sp ≠ S*



—— Zona testigo
– – – D.R. 88
—o— D.R. 03

≠ Diferencias estadísticamente significativas
≃ Diferencias estadísticamente no significativas

T A B L A 87

ESTADISTICA DESCRIPTIVA

S U E L O S

Diferencias estadísticamente significativas entre suelos

Prueba de t

	Z.T. Ss vs Sp	D.R. 88 Ss vs Sp	D.R. 03 Ss vs Sp	Z.T. Ss vs S*	D.R. 88 Ss vs S*	D.R. 03 Ss vs S*
pH			Ss < Sp			Ss > S*
Conductividad			Ss > Sp			Ss < S*
$CO_3^=$						
Na intercambia.						
K intercambiable				Ss < S*		
Mg intercambia.			Ss > Sp	Ss > S*		Ss > S*
% N	Ss > Sp	Ss > Sp	Ss > Sp			Ss > S*
% C	Ss > Sp	Ss > Sp	Ss > Sp			Ss > S*
P total						
K total						
Mg total						
P disponible			Ss > Sp	Ss < S*		
Cu total			Ss > Sp			Ss > S*
Mn total						
Zn total			Ss > Sp			Ss > S*
Fe total						
Cd total						
Pb total	Ss > Sp					
Ni total			Ss > Sp			Ss > S*
Pb extractable			Ss > Sp			
Cu extractable			Ss > Sp			Ss > S*
Mn extractable				Ss > S*		
Zn extractable	Ss > Sp		Ss > Sp			Ss > S*
Fe extractable			Ss > Sp			
% Arcilla						Ss > S*
% Limo				Ss > S*		Ss > S*
% Arena			Ss < Sp	Ss < S*		Ss < S*

T A B L A 88

ESTADISTICA DESCRIPTIVA

S U E L O S

"Diferencias estadísticamente significativas entre regiones"

Prueba de T.

	Ss (ZT vs 88)	Sp (ZT vs 88)	S* (ZT vs 88)	Ss (ZT vs 03)	Sp (ZT vs 03)	S* (ZT vs 03)	Ss (88 vs 03)	Sp (88 vs 03)	S* (88 vs 03)
pH	ZT < 88		ZT < 88	ZT < 03	ZT < 03				88 > 03
Conductiyidad					ZT < 03				
$CO_3^=$	ZT << 88	ZT << 88	ZT << 88	ZT << 03		ZT < 03	88 > 03		
Na intercam.	ZT << 88	ZT << 88	ZT << 88	ZT << 03	ZT < 03				
K intercam.	ZT << 88	ZT << 88		ZT << 03					
Mg intercam.	ZT << 88		ZT << 88	ZT << 03					
% N				ZT << 03					
% C				ZT << 03					
P total				ZT << 03			88 < 03		88 < 03
K total	ZT << 88	ZT << 88		ZT << 03	ZT < 03	ZT < 03			
Mg total	ZT << 88	ZT << 88	ZT << 88	ZT < 03			88 > 03	88 > 03	88 > 03
P disponible				ZT < 03			88 < 03		
Cu total				ZT < 03	ZT < 03	ZT < 03	88 < 03	88 < 03	88 < 03
Mn total	ZT > 88						88 < 03		88 < 03
Zn total				ZT < 03	ZT < 03		88 < 03	88 < 03	
Fe total							88 < 03	88 < 03	88 < 03
Cd total				ZT < 03			88 < 03		
Pb total					ZT < 03				
Ni total				ZT < 03			88 < 03	88 < 03	
Pb extractable				ZT < 03	ZT < 03		88 < 03	88 < 03	
Cu extractable				ZT < 03			88 < 03		
Mn extractable	ZT > 88			ZT > 03	ZT > 03				
Zn extractable				ZT < 03			88 < 03	88 < 03	
Fe extractable	ZT > 88			ZT < 03					
% Arcilla									
% Limo	ZT < 88		ZT < 88						
% Arena									

T A B L A 89

"Diferencias entre suelos no cultivados y cultivados" (1)

	Zona Testigo Agua Dulce	D.R. 88 Agua Residual	D.R. 03 Agua Mezclada	Análisis de Varianza		O B S E R V A C I O N E S
				Efecto Principal	Interacciones	
pH	disminución		aumento*	Región	-	Se presenta un aumento* en el D.R. 03.
Conductividad	disminución		disminución*	Tipo de Suelo	-	Se presenta una disminución* en el D.R. 03.
% $CO_3^=$		aumento	disminución	Región	-	El D.R. 88 contiene más carbonatos que las otras regiones.
Na Intercam.		aumento	aumento	Región	-	El aumento de sodio parece estar asociado al tipo de agua de riego.
K Intercam.	disminución*	aumento		Región	-	Se presenta una disminución* en la zona testigo (agua dulce).
Mg Intercam.	aumento*	aumento	aumento*	Región	-	El D.R. 88 contiene más Mg i que las otras regiones.
C. I. C.	aumento	aumento	aumento	Región	-	El D.R. 03 y el D.R. 88 presentan mayor CIC que la zona testigo.
% Nitrógeno	disminución	aumento	aumento*	Tipo de Suelo	-	El aumento* de N parece estar asociado al tipo de agua de riego.
% Carbono	disminución	aumento	aumento*	Tipo de Suelo	-	El aumento* de % C parece estar asociado al tipo de agua de riego.
P total	disminución	aumento	aumento	Región	-	El aumento de P parece estar asociado al tipo de agua de riego.
K total	disminución	aumento		Región	-	El contenido de K total disminuyó únicamente en la zona testigo (agua dulce).
Mg total		aumento		Región	-	El D.R. 88 contiene mayor cantidad de Mg total que las otras regiones.
P disponible	disminución*	aumento	aumento	Tipo de Suelo	Suelo - Región	Se presenta una disminución* en la zona testigo (agua dulce).
Cu total		aumento	aumento*	Suelo, Región	Suelo - Región	El aumento de Cu parece estar asociado al tipo de agua de riego.
Mn total	aumento		aumento	Región	-	El contenido de Mn_t es mayor en el D.R. 03.
Zn total	disminución	disminución	aumento*	Suelo, Región	Suelo - Región	Se presenta un aumento* en el D.R. 03.
Fe total	aumento			Región	-	Sólo se presenta un aumento no significativo en la zona testigo.
Pb total		aumento	aumento	-	-	Aunque los aumentos no son significativos parecen estar asociados al tipo de riego.
Ni total		disminución	aumento*	Región	Suelo - Región	Se presenta un aumento* en el D.R. 03.
Pb extractable	disminución	disminución	aumento*	Suelo - Región	Suelo - Región	Se presenta un aumento* en el D.R. 03.
Cu extractable		aumento	aumento*	Suelo - Región	Suelo - Región	Los aumentos parecen estar asociados con el tipo de agua de riego.
Mn extractable	aumento*	aumento	aumento	Región	-	Se presenta un aumento* en la zona testigo.
Zn extractable	disminución	aumento	aumento *	Suelo, Región	Suelo - Región	Los aumentos parecen estar asociados con el tipo de agua de riego.
Fe extractable	disminución	disminución	disminución	Suelo, Región	-	En las tres regiones ha disminuído el contenido de Fe extractable.
% Arcilla	aumento	aumento	aumento*	Tipo de Suelo	-	Se presenta un aumento* en el D.R. 03.
% Limo	aumento*	aumento	aumento*	Suelo, Región	-	Se presentan aumentos en las 3 regiones.
% Arena	disminución*	disminución	disminución*	Suelo, Región	-	Se presentan disminuciones en las 3 regiones.

(1) disminución: significa que El valor en Suelos cultivados < el valor en Suelos no cultivados
aumento: significa que el valor en Suelos cultivados es > el valor en Suelos no cultivados

(*) cambios estadísticamente significativos.

TABLA 90

ESTADISTICA DESCRIPTIVA

SUELOS SUPERFICIALES CULTIVADOS (Ss)

Factores de correlación de Pearson
nivel de significancia≤.01

	pH	cond.	Na_i	K_i	Mg_i	CIC	% N	% C	P total	K total	Mg total	P disp.	Cu total	Mn total	Zn total	Fe total	Cd total	Pb total	Ni total	Pb ext.	Cu ext.	Mn ext.	Zn ext.	Fe ext	% Arcilla	% Limo	% Arena	B ext.	$CO_3^=$
pH	X	-	.84	0.73	0.46	0.54	-	-	-	0.71	0.72	-	-	-0.53	-	-0.5	-	-	-	-	-	-0.74	-	-0.76	-	0.57	-0.45	-	.7432
Conductividad	-	X	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
$Na_{int.}$	0.84	-	X	0.84	-	0.54	-	-	-	0.64	0.82	-	-	-0.47	-	-0.45	-	-	-	-	-	-0.5	-	-0.46	-	0.65	-0.61	0.45	0.70
K	0.73	-	0.84	X	-	0.45	-	-	-	0.74	0.57	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-0.48	-	-0.48	-	0.50	-	-	0.51
$Mg_{int.}$	0.46	-	-	-	X	0.54	0.59	0.53	-	-	0.59	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-0.49	-	-0.49	-	0.74	-0.60	0.51	0.70
CIC	0.54	-	0.54	0.45	0.54	X	0.45	0.46	-	0.73	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.73	0.72	-0.81	-	-
% N	-	-	-	-	0.59	0.45	X	0.94	0.57	-	-	0.47	0.44	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.45	-0.47	-	0.47
% C	-	-	-	-	0.53	0.46	0.94	X	0.54	-	-	0.46	0.49	-	0.47	-	-	-	-	0.51	0.46	-0.45	+0.47	-	-	-	-0.45	-	-
P_{total}	-	-	-	-	-	-	0.57	0.54	X	-	-	0.69	0.73	-	0.67	0.72	0.72	-	0.50	0.64	0.61	-	+0.65	-	-	-	-	-	-
K_{total}	.70	-	0.64	0.74	-	0.72	-	-	-	X	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.52	-	-0.64	-	0.49	-	-	-
Mg_{total}	.72		0.82	0.57	0.59	-	-	-	-	-	X	-	-	-0.65	-		-		-0.56	-	-	-0.51	-	-	-	0.72	-0.6	-	0.92
$P_{disponible}$	-	-	-	-	-	-	0.47	0.46	0.68	-	-	X	0.65		0.63	0.52	0.52	-	0.51	0.59	0.55	-	0.63	-	-	-	-	-	-
Cu_{total}	-	-	-	-	-	-	0.44	0.49	0.73	-		0.66	X	-	0.99	0.88	0.88	-	0.80	0.92	0.92	-	0.90	-	-	-	-	-	-
Mn_{total}	-0.53	-	-0.47	-	-	-	-		-	-	-0.65	-	-	X	-	0.87	-	-	0.59	-	-	0.69	-	0.47	-	-	-	-0.50	-0.78
Zn_{total}	-	-	-	-	-	-	-	0.47	0.68	-	-	0.63	0.99	-	X	-	0.89	-	0.82	0.94	0.91	-	0.90	-	-	-	-	-	-
Fe_{total}	-0.50	-	-0.44	-	-	-	-	-	-	-	-0.71	-	-	0.87	-	X	-	-	0.63	-	-	0.56	-	-	-	-	-	-	-0.79
Cd_{total}	-	-	-	-	-	-	-	-	0.72	-	-	0.52	0.87	-	0.84	-	X	-	0.61	0.75	0.90	-	0.74	-	-	-	-	-	-
Pb_{total}	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	X	-	-	-	-	-	0.50	-	-	-	-	-
Ni_{total}	-	-	-	-	-	-	-	-	0.50	-	-0.56	0.51	0.80	0.59	0.82	0.63	0.61	-	X	0.76	0.71	-	0.75	-	-	-	-	-	-0.52
$Pb_{extractable}$	-	-	-	-	-	-	-	0.50	0.64	-	-	0.59	0.92	-	0.94	-	0.75	-	0.76	X	0.86	-	0.85	-	-	-	-	-	-
$Cu_{extractable}$				-		-		0.46	0.61			0.55	0.92		0.91		0.90		0.71	0.86	X		0.82					-	-
$Mn_{extractable}$	-.74		-0.51	-0.48	-0.49			-0.45	-	.52	-0.52	-	-	0.69		0.56		-				X		0.88		-	-	-	-
$Zn_{extractable}$	-							0.47	0.65			0.63	0.90		0.90	-	0.74		0.75	+0.85	0.82		X			-	-	-	-
$Fe_{extractable}$	-0.77		-0.46	-0.48	-0.49			-		0.64				0.47	-		-	0.50				0.88	-	X		-	-		-0.54
$B_{extractable}$			0.45		+0.51									0.5											0.44	0.58	-0.58	X	0.52

TABLA 91

ESTADISTICA DESCRIPTIVA

SUELOS SUPERFICIALES NO CULTIVADOS (S*)
Factores de correlación de Pearson
nivel de significancias.01

	pH	cond.	Na_i	K_i	Mg_i	CIC	% N	% C	P total	K total	Mg total	P disp.	Cu total	Mn total	Zn total	Fe total	Cd total	Pb total	Ni total	Pb ext.	Cu ext.	Mn ext.	Zn ext.	Fe ext	% Arcilla	% Limo	% Arena	B ext.
pH	X	-0.45	+0.77	+0.56	+0.46	+0.47	-	-			+0.60	-0.57		-	-	-		-	-	-0.52		-0.55	-	-0.48	-	0.57	0.45	-
Conductividad	-0.45	X	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
$Na_{int.}$	+0.77	-	X	+0.58	+0.57	+0.45	-	-	-	-	+0.78	-	-	-	-	-0.47	-	-	-	-	-	-	-	-	0.54	0.69	0.64	0.46
K	+0.56	-	+0.58	X	-	+0.53	-	-	-	+0.59	-	-	-	-	-0.44	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.46	0.52	-0.51	-
$Mg_{int.}$	+0.46	-	+0.57	-	X	+0.56	-	-	-	-	+0.73	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.58	0.71	-0.67	0.73
CIC	+0.47	-	0.45	+0.53	+0.56	X	-	-	-	+0.72	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-0.47	-	-	-	-	0.74	0.78	-0.79	-
% N	-	-	-	-	-	-	X	+0.98	-	-	-	0.65	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.55	-	-	-
% C	-	-	-	-	-	-	0.98	X	-	-	-	0.60	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.51	-	-	-
P_{total}	-	-	-	-	-	-	-	-	X	-	-	-	0.59	-	-	-		-	-	-	0.54	-	0.63	-	-	-		-
K_{total}	-	-		0.59	-	0.72	-	-	-	X	-	-	-	0.49	-	-	-	-		-	-		-	-	-	0.51	0.47	-
Mg_{total}	+ .60	-	+ .78	-	+0.73	-	-	-	-	-	X	-	-	-0.47	-	-0.65	-	-		-	-	-0.53	-	-	0.58	0.65	-0.64	0.79
$P_{disponible}$	-0.57	-		-		-	+ .65	+ .60	-		-	X	-	-	-	-	-		-	-	-	0.59	-	-	-	-	-	-
Cu_{total}	-	-	-	-	-	-	-	-	+0.59	-	-	-	X	-	0.58	0.46	0.53	-	0.44	0.49	0.90	-	0.70	+ .47	-	-	-	-
Mn_{total}	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.49	-0.49		-	X	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-0.48
Zn_{total}	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.58	-	X	-	-	-	0.65	-	0.45	-	0.45	-	0.33	-0.46	+0.31	-
Fe_{total}	-	-	-0.47	-	-	-	-	-	-	-	-0.63	-	0.46	+ .83	-	X	-	-	0.48	-	-		-	-		-	-	-0.57
Cd_{total}	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.53	-	-	-	X	-	-	-	-	-	-	-		-	-	-
Pb_{total}	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	X	-	0.49	-	-	-	-		-	-	-
Ni_{total}	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.44	-	+0.65	0.48	-	-	X	-	-	-	-	-	-	-	-	-
$Pb_{extractable}$	-	-	-	-	-	-0.47	-	-	-	-	-	-	0.49	-	-	-	-	+ .49	-	X	0.48	-	-	+ .50	-	-	-	-
$Cu_{extractable}$	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.90	-	0.45	-	-	-	-	0.48	X	-	+ .81	+ .69	-	-	-	-
$Mn_{extractable}$	-0.55		-	-		-	-		-	-	-0.52	0.59	-	-	-	-	-	-	-	-	-	X	-	+ .53	-	-	-	
$Zn_{extractable}$	-		-			-	-		0.63	-			0.70	-	0.45	-	-	-		-	.81	-	X	0.58		-	-	-
$Fe_{extractable}$	-0.48	-	-					-	-		-		0.47	-			-	-	-	0.50	.69	.53	0.58	X		-	-	-
$B_{extractable}$		-	+0.46	-	.73	-		-	-	-	0.79			-0.48	-	-0.57	-		-				-		0.53	0.63	-0.61	

TABLA 92

ESTADISTICA DESCRIPTIVA

SUELOS PROFUNDOS (Sp)
Factores de correlación de Pearson
nivel de significancia=.01

	pH	cond.	Na_i	K_i	Mg_i	CIC	% N	% C	P total	K total	Mg total	P disp.	Cu total	Mn total	Zn total	Fe total	Cd total	Pb total	Ni total	Pb ext.	Cu ext.	Mn ext.	Zn ext.	Fe ext	% Arcilla	% Limo	% Arena	B ext.
pH	X	-	-0.5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Conductividad	-0.56	X	0.98	0.91	-	0.46	-	-	-	0.55	0.56	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-0.45	0.46
$Na_{int.}$	-0.51	0.98	X	0.91	-	0.53	-	-	-	0.57	0.63	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.45	-0.54	0.51
K	-	0.91	0.91	X	-	0.53	-	-	-	0.67	0.55	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-0.49	-	-	-	0.48	-0.49	-
$Mg_{int.}$	-	-	-	-	X	-	0.58	0.59	-	-	0.73	-	-	-	-	-0.5	-	-	-	-	-	-0.46	-	-	-	0.67	-0.56	-
CIC	-	0.46	0.53	0.53	-	X	-	-	-	0.59	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.60	0.60	-0.53	-
% N	-	-	-	-	0.58	-	X	0.98	-	-	0.63	-	-	-	-	-0.5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
% C	-	-	-	-	0.59	-	0.98	X	-	-	0.62	-	-	-	-	-0.56	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
P_{total}	-	-	-	-	-	-	-	-	X	-	-	-	0.56	-	0.56	-	0.79	0.65	-	-	-	-	0.45	-	-	-	-	-
K_{total}	-	0.55	0.57	0.68	-	0.59	-	-	-	X	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Mg_{total}	-	0.56	0.64	0.55	0.73	-	0.63	0.62	-	-	X	-	-	0.54	-	0.67	-	-	0.54	-	-	-	-	-	-	0.72	-0.7	0.48
$P_{disponible}$	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	X	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.47	-	-	-	-	-
Cu_{total}	-	-	-	-	-	-	-	-	0.56	-	-	-	X	-	0.96	-	0.88	0.77	0.56	0.80	0.72	-	0.87	-	-	-	-	-
Mn_{total}	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-0.54	-	-	X	0.45	0.72	-	-	0.57	-	-	0.56	-	0.52	-	-	-	-
Zn_{total}	-	-	-	-	-	-	-	-	0.56	-	-	-	0.96	0.45	X	-	0.85	0.75	0.58	0.79	0.73	-	0.87	-	-	-	-	-
Fe_{total}	-	-	-	-	-0.5	-	-0.5	-0.56	-	-	-0.67	-	-	0.72	-	X	-	-	0.72	-	-	0.57	-	0.48	-	-	-	-
Cd_{total}	-	-	-	-	-	-	-	-	0.79	-	-	-	0.88	-	0.84	-	X	0.87	-	0.70	0.45	-	0.74	-	-	-	-	-
Pb_{total}	-	-	-	-	-	-	-	-	0.66	-	-	-	0.77	-	0.75	-	0.87	X	-	0.70	0.46	-	0.67	-	-	-	-	-
Ni_{total}	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.54	-	0.56	0.57	0.58	0.72	-	-	X	-	-	-	-	-	-	-	-	-
$Pb_{extractable}$	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.80	-	0.79	-	0.7	0.70	-	X	0.69	-	0.78	-	-	-	-	-
$Cu_{extractable}$	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.72	-	0.73	-	0.45	0.46	-	0.69	X	-	0.78	-	-	-	-	-
$Mn_{extractable}$	-	-	-	-0.49	-0.46	-	-	-	-	-0.42	-	-	-	0.56	-	0.58	-	-	-	-	-	X	-	0.90	-	-	-	-
$Zn_{extractable}$	-	-	-	-	-	-	-	-	0.45		-	0.47	0.87	-	0.87	-	0.75	0.68	-	0.78	0.78	-	X	-	-	-	-	-
$Fe_{extractable}$	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-0.45	-	-	-	0.52	-	0.48	-	-	-	-	-	0.90	-	-	-	-	-	-
$B_{extractable}$		0.46	0.51	-	0.45	-	-	-	-	-	0.47	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.51	-0.48	-	-	-	-

TABLA 93

ESTADISTICA DESCRIPTIVA

ALFALFA

Elemento	Hierro (ppm)										
Muestra	Alfalfa Lavada										
Zona	Z.T.		D.R.88		D.R.03		Medias/Región			Medias/épnoca	
época	V	I	V	I	V	I	Z.T.	88	03	V	I
Media	223.33	272.5	157.14	298.57	241.6	311.1	247.9	227.8	276.3	209.7	296.5
Desviación std.	40.82	125	31.99	138.01	42.4	38.3	92.3	121.	123	91.03	120.2
Mediana	210	212	166.6	210	200	33.0	210	175	227.5	182.5	227.5
Moda	260	200	170	-	180	-	-	170	200	-	200
Rango	800	300	90.0	310	430	290	300	360	430	430	330
Máximo	260	450	210	480	550	450	450	480	550	550	480
Mínimo	180	150	120	170	120	160	150	120	120	120	150

	Al	Al/1	Al/sl	Al/sl	Al/sl	Al/sl	Al/sl	Al/sl
Hierro(ppm)				Z.T.	88	03	V	I
Media	335.5	253.1	417.8	341.2	455.3	439.7	346.	489.7
des.std.	253.6	114.1	321.4	145.1	495.8	232.1	218	390.9
Mediana	242.5	201.7	300	262.5	232.5	405	232.5	430
Moda	-	200	210	260	210	-	22[illegible]	-
Rango	1880	430	1850	470	1830	820	850	1820
Máximo	2000	550	2000	620	2000	1000	1000	2000
Mínimo	120	120	150	150	170	180	150	180

TABLA 94
ESTADISTICA DESCRIPTIVA

ALFALFA

Elemento	Zinc (ppm)										
Muestra	Alfalfa Lavada										
Zona	Z.T.		88		03		Medias/Región			Medias/época	
época	V	I	V	I	V	I	ZT	88	03	V	I
Media	29.5	32.8	35.4	38.42	42.1	41.6	31.1	36.9	41.8	36.5	38.2
Desviación std.	5.9	7.4	607	11.05	9.4	11.2	6.6	8.7	10.08	9	10.4
Mediana	31	36	37	36	42	39.7	43	36.5	40	35.5	37.5
Moda	31	39	40	-	37	40	35	-	-	31	39
Rango	15	17	16	33	31	36.0	19	33	36	42	45
Máximo	35	39	43	60	62.0	67.0	39	60	67	62	67
Mínimo	20	22	27	27	31.0	31.0	20	27	31	20	22

	Al	Al/1	Al/sl	Al/sl	Al/sl	Al/sl	Al/sl	Al/sl
Zinc				Z.T.	88	03	V	I
Media	37.9	37.3	38.5	30.7	38.2	43.9	38.9	38.1
des.std.	9.9	9.68	10.2	5	7.5	11.6	9.9	10.8
Mediana	36.6	36.7	36.5	30.6	36.5	40.16	35.5	36.5
Moda	31	31	-	-	33	40	31	40
Rango	55	47	53	15	29	44	33	53
Máximo	75.0	67.0	75	37	56	75	58	75
Mínimo	20.0	20.0	22	22	27	31	25	22

TABLA 95

ESTADISTICA DESCRIPTIVA

ALFALFA

Elemento	Manganeso (ppm)										
Muestra	Alfalfa Lavada										
Zona	Z.T.		88		03		Medias/Región			Medias/época	
época	V	I	V	I	V	I	ZT	88	03	V	I
Media	45.8	43.5	32.2	37.7	48.8	43.6	44.6	35	46.27	42.7	41.7
Desviación std.	9.36	6.3	8.3	12.6	13.9	11.3	7.7	10.6	12.6	13.04	10.59
Mediana	42.5	44	32.5	39	48	47	43	34.5	47.5	41	43
Moda	-	45	32	-	41	48	-	-	-	-	-
Rango	22.0	18.0	26.0	35	38	35.0	22	35	40	47	42
Máximo	58	54.0	45.0	54.0	66	61.0	58	54	66	66	61
Mínimo	36	36.0	19.0	19.0	28	26.0	36	19	26	19	19

	Al	Al/1	Al/s1	Al/s1	Al/s1	Al/s1	Al/s1	Al/s1
				Z.T.	88	03	V	I
Media	43.9	42.2	45.5	47.5	39.7	48.8	44.8	46.3
des.std.	12.2	11.75	12.6	9.8	16.1	10.0	12.6	12.9
Mediana	42.8	41.5	45	45.5	38.5	48.5	44.5	45
Moda	41	-	41	-	-	41	-	-
Rango	64	47	64	37	64	37	47	64
Máximo	83	66	83	69	83	66	66	83
Mínimo	19	19	19	32	19	29	19	19

TABLA 96

ESTADISTICA DESCRIPTIVA

ALFALFA

Elemento	Cobre (ppm)										
Muestra	Alfalfa Lavada										
Zona	Z.T.		88		03		Medias/Región			Medias/época	
época	V	I	V	I	V	I	ZT	88	03	V	I
Media	6.66	6.5	9.1	7.0	8.2	10.2	6.58	8.05	9.2	8.0	8.1
Desviación std.	2.1	1.8	8.8	3.5	2.1	4.8	1.92	6.5	3.7	5.0	4.0
Mediana	7.5	7	6	7	8.6	8	7.1	6.5	8.5	7	7.3
Moda	8	7	5	3	-	-	8	-	6	-	7
Rango	5.0	5.0	24	10.	6.	13	6	26	13	25	16
Máximo	9.0	8.0	29	13.	12.	19	9	29	19	29	19
Mínimo	4.0	3.0	5	13.0	6.	6	3	3	6	4	3

	Al	Al/l	Al/sl	Alfalfa sin lavar				
				Z.T.	88	03	V	I
Media	12.97	8.13	17.8	6.6	6.7	33.8	27.6	7.9
Des.std.	47.2	4.5	66.7	2	2.1	103.9	94.3	4
Mediana	7.3	7.167	7.5	7.5	6.5	8.5	7.5	7.5
Moda	-	7	8	8	-	7	7	8
Rango	447	26	447	6	8	444	446	20
Máximo	450	29	450	9	11	450	450	23
Mínimo	3.0	3	3	3	3	6	4	3

TABLA 97

ESTADISTICA DESCRIPTIVA

ALFALFA

Elemento	Sodio (% X 100)										
Muestra	Alfalfa Lavada										
Zona	Z.T.		88		03		Medias/Región			Medias/época	
época	V	I	V	I	V	I	ZT	88	03	V	I
Media	6.66	10.33	26.28	27.8	31.1	33.3	8.5	27.07	32.2	22.9	25.3
Desviación std.	2.65	7.7	12.7	12.19	21.4	8.6	5.8	12.02	15.9	18.2	13.3
Mediana	5.5	7.5	27.5	30	23.7	36	7.5	29.9	30	20	29.7
Moda	4	20	-	30	20	40	4	30	20	20	40
Rango	6	17	36	35	70	20	17	36	70	76	37
Máximo	4	20	40	40	80	40	20	40	80	80	40
Mínimo	10	3	4	5	10	20	3	4	10	5	3

	Al	Al/sl	Al/sl	Al/sl	Al/sl	Al/sl	Al/sl	Al/sl
				Z.T.	88	03	V	I
Media	24.7	24.1	25.4	8	32.7	31.3	24.2	26.6
des.std.	16.4	15.8	17.2	5.1	21.2	9.6	15.8	18.8
Mediana	20.4	20.3	20.5	7.5	30.1	30.3	20.3	29.6
Moda	20.	20.	30	-	40	30	20	30
Rango	87	77	87	1.7	86	30	47	87
Máximo	90	80	90	20	90	50	50	90
Mínimo	3	3.0	3	3	3	20	3	3

TABLA 98

ESTADISTICA DESCRIPTIVA

ALFALFA

Elemento	Fosforo (% X 100)										
Muestra	Alfalfa Lavada										
Zona	Z.T.		88		03		Medias/Región			Medias/época	
época	V	I	V	I	V	I	Z.T.	88	03	V	I
Media	45	40	50	47.1	51.1	52.2	42.5	48.5	51.6	49	47.2
Desviación std.	8.3	12.6	8.1	11.1	13.6	19.2	10.5	9.4	16.1	10.6	15.4
Mediana	47.5	45	50	47.5	50	56.2	46.4	49	53	49	49.2
Moda	50	50	50	-	50	60	50	50	-	50	50
Rango	20	30	20	30	40	70	30	30	70	40	70
Máximo	50	50	60	60	70	80	50	60	80	70	80
Mínimo	30	20	40	40	30	10	20	30	10	30	10

	Al	Al/1	Al/s1	Al/s1	Al/s1	Al/s1	Al/s1	Al/s1
				Z.T.	88	03	V	I
Media	48.8	49.5	48.1	44.1	50	52.7	50	49
Des.std.	12.8	12.5	13.1	10.8	10.3	14.4	11.1	14.1
Mediana	49.2	49.1	49.4	46.6	50	51.6	49	50
Moda	50	50	50	50	50	50	50	50
Rango	70	70	60	40	40	50	50	60
Máximo	80	80	80	60	70	80	80	80
Mínimo	10	10	20	20	30	30	30	20

TABLA 99

ESTADISTICA DESCRIPTIVA

ALFALFA

Elemento	Magnesio (% X 100)										
Muestra	Alfalfa Lavada										
Zona	Z.T.		88		03		Medias/Región			Medias/época	
época	V	I	V	I	V	I	Z.T.	88	03	V	I
Media	36.6	41.6	44.2	38.5	38.8	40	39.1	41.4	39.4	40	40
Desviación std.	12.1	11.6	25.7	8.9	3.3	5	11.6	18.7	4.1	15.4	8.1
Mediana	32.5	40	33.7	37.5	39.3	40	35	35	39.6	37	39.5
Moda	30	40	30	30	40	40	30	30	40	40	40
Rango	30	30	70	20	10	20	30	70	20	70	30
Máximo	60	60	100	50	40	50	60	100	50	100	60
Mínimo	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30

	Al	Al/1	Al/sl	Al/sl	Al/sl	Al/sl	Al/sl	Al/sl
				Z.T.	88	03	V	I
Media	40.73	40	41.4	42.5	42.8	39.7	42.2	40.6
Des.std.	12.1	12.2	12.1	11.3	18.5	4.3	14.7	9
Mediana	39.5	38.3	39.8	40	38.3	40	39.6	40
Moda	40	40	40	40	30	40	40	40
Rango	70	70	70	30	70	20	70	30
Máximo	100	100	100	60	100	50	100	60
Mínimo	30	30	30	30	30	30	30	30

TABLA 100

ESTADISTICA DESCRIPTIVA

ALFALFA

Elemento	Calcio (% X 100)										
Muestra	Alfalfa Lavada										
Zona	Z.T.		88		03		Medias/Región			Medias/época	
época	V	I	V	I	V	I	Z.T.	88	03	V	I
Media	163.3	173.3	172.8	147.1	150	157.7	168.3	160.5	153.8	160.9	158.6
Desviación std.	34.4	44.5	82.8	34.9	30	31.9	38.3	62.5	30.3	51.8	36.2
Mediana	160	160	140	123.7	140	150	160	135	147.5	147.5	151.6
Moda	150	160	120	120	-	150	200	120	-	-	120
Rango	90	160	230	80	80	90	140	230	240	240	130
Máximo	200	250	350	200	200	210	250	350	350	350	250
Mínimo	110	130	120	120	120	120	110	120	110	110	120

	Al	Al/1	Al/sl	Al/sl	Al/sl	Al/sl	Al/sl	Al/sl
				Z.T.	88	03	V	I
Media	164.2	159.7	168.6	188.3	167.8	156.1	165	172
des.std.	58.7	44.2	70.6	105.9	73.5	27.8	62.4	79.2
Mediana	150.7	149.2	152.1	155	155	150	151.6	152.5
Moda	120	120	120	-	120	-	120	120
Rango	390	240	390	390	280	90	290	380
Máximo	500	350	500	500	400	210	400	500
Mínimo	110	110	110	110	120	120	110	120

TABLA 101

ESTADISTICA DESCRIPTIVA

ALFALFA

Elemento	Potasio (% X 100)										
Muestra	Alfalfa Lavada										
Zona	Z.T.		88		03		Medias/Región			Medias/época	
época	V	I	V	I	V	I	Z.T.	88	03	V	I
Media	335	353.3	358.5	341.4	360	365	344.1	350	362.5	352.7	354.5
Desviación std.	52.4	142.7	35.7	50.4	75.4	57.6	102.9	42.9	65.2	57.5	83.4
Mediana	350	345	370	340	377.5	380	348.3	365	378.3	365	350
Moda	350	-	380	280	380	-	350	380	380	380	400
Rango	150	400	100	120	260	170	400	120	260	260	400
Máximo	400	600	400	400	450	440	600	400	450	450	440
Mínimo	250	200	300	280	190	270	200	280	190	190	200

	Al	Al/1	Al/s1	Al/s1	Al/s1	Al/s1	Al/s1	Al/s1
				Z.T.	88	03	V	I
Media	356.8	353.6	360	349.1	353.5	372.2	369	350.9
des.std.	66.1	70.8	61.8	87.1	45.6	53.7	48.3	72.8
Mediana	367.5	360	375	355	375	378.3	377	345
Moda	400	380	400	-	400	-	380	400
Rango	410	410	310	310	120	210	230	310
Máxima	600	600	510	510	400	480	480	510
Mínima	190	190	200	200	280	270	250	200

TABLA 102

ESTADISTICA DESCRIPTIVA

ALFALFA

Elemento	Nitrógeno (% X 100)										
Muestra	Alfalfa Lavada										
Zona	Z.T.		88		03		Medias/Región			Medias/época	
época	V	I	V	I	V	I	Z.T.	88	03	V	I
Media	368.3	368.3	452.8	462.8	486.6	482.2	368	457.8	484.4	443.6	445
Desviación std.	80.8	80.8	50.2	30.3	36.0	36.2	77	40.2	35.1	72.2	68.5
Mediana	388	388	463	468.7	472.5	468.7	388.3	467.8	470	465	466.1
Moda	400	400	470	470	-	470	400	470	470	470	470
Rango	200	200	140	100	100	100	200	140	100	280	280
Máximo	470	470	540	500	550	550	470	540	550	550	550
Mínimo	270	270	400	400	450	450	270	400	450	270	270

	A1	A1/1	A1/s1	A1/s1	A1/s1	A1/s1	A1/s1	A1/s1
				Z.T.	88	03	V	I
Media	446.5	444.3	448.8	379.1	448.5	495.5	449.5	448.1
des.std.	69.1	69.5	69.3	70.8	32	48.8	60.5	78.5
Mediana	465.3	465.6	465	395	466.2	471	461	466.1
Moda	470	470	470	400	470	470	-	470
Rango	360	280	360	200	70	180	280	360
Máximo	630	550	630	470	470	630	550	630
Mínimo	270	270	270	270	400	450	270	270

TABLA 103

ESTADISTICA DESCRIPTIVA

PASTO

Elemento	Hierro (ppm)										
Muestra	Pasto Lavado										
Zona	Z.T.		D.R.88		D.R.03		Medias/Región			Medias/época	
época	V	I	V	I	V	I	Z.T.	88	03	V	I
Media	263.3	315	371.8	500	466.4	677.8	289.1	432.4	572.1	389.5	538.6
Desviación std.	125.0	126	182.1	168.4	233.5	490.5	115.8	182.7	382.3	195.5	340.5
Mediana	320	375	300	452	488	600	332	375	494.1	340	432.5
Moda	-	-	-	-	500	-	-	-	500	500	-
Rango	230	230	518	440	675	1420	280	518	1420	780	1430
Máximo	350	400	750	700	900	1600	400	750	1600	900	1600
Mínimo	120	170	232	260	225	180	120	232	180	120	170

	Pa	Pa/l	Pa/sl	Pa/sl	Pa/sl	Pa/sl	Pa/sl	Pa/sl
				Z.T.	D.R.88	D.R.03	V	I
Media	794.1	462.8	1126	433.6	1222	1306	887.7	1377.7
des.std.	775.5	282.1	955.7	80.5	1020	989	726	1115.5
Mediana	500.2	380	825	401	983.3	1005	560	1000
Moda	500	-	1000	350	1000	-	1000	-
Rango	3880	1480	3750	177	3750	3200	2750	3650
Máximo	4000	1600	4000	527	4000	3600	3000	4000
Mínimo	120	120	250	350	250	410	250	350

TABLA 104

ESTADISTICA DESCRIPTIVA

PASTO

Elemento	Zinc (ppm)										
Muestra	Pasto Lavado										
Zona	Z.T.		88		03		Medias/Región			Medias/época	
época	V	I	V	I	V	I	Z.T.	88	03	V	I
Media	34.3	31.6	56.2	61.1	65.5	65.8	33	58.5	65.7	56.2	58
Desviación std.	13.3	12.4	14.9	22.8	15.3	18.8	11.6	18.5	16.5	17.6	
Mediana	31	25	55	47.5	73	68.5	25.5	52	70	58	49.5
Moda	-	-	45	47	75	70	-	-	75	75	-
Rango	26	22	51	58	42	58	26	65	58	63	76
Máximo	49	46	86	100	75	90	49	100	90	86	100
Mínimo	23	24	35	42	33	32	23	35	32	23	24

	Pa	Pa/l	Pa/sl	Pa/sl	Pa/sl	Pa/sl	Pa/sl	Pa/sl
				Z.T.	D.R.88	D.R.03	V	I
Media	60	57.1	63.08	34.8	64.5	73.4	62.1	64
des.std.	24.9	19.9	29.08	9	28.7	28.3	26.7	32.1
Mediana	54.5	55	54.2	32	53.7	70.5	55	50.5
Moda	-	75	46	-	-	120	-	46
Rango	112	77	111	22	100	94	93	111
Máximo	135	100	135	46	135	120	120	135
Mínimo	23	23	24	24	35	26	27	24

TABLA 105

ESTADISTICA DESCRIPTIVA

PASTO

Elemento	Manganeso (ppm)										
Muestra	Pasto Lavado										
Zona	Z.T.		88		03		Medias/Región			Medias/Región	
época	V	I	V	I	V	I	Z.T.	88	03	V	I
Media	57	78	49.5	55.3	58.8	78.8	67.5	52.2	68.8	54.1	68.2
Desviación std.	11.7	31.2	29.2	21.3	26.5	20.6	24	25.2	25.1	25.5	
Mediana	54	68	46	55	56	75.2	54.5	51	51	51	68.5
Moda	-	-	-	-	-	75	-	44	44	70	75
Rango	23	60	87	64	80	59	66	87	87	95	87
Máximo	70	113	100	90	108	100	113	100	100	108	113
Mínimo	47	53	13	26	28	41	47	13	13	13	26

	Pa	Pa/1	Pa/sl	Pa/sl	Pa/sl	Pa/sl	Pa/sl	Pa/sl
Mn ppm				Z.T.	D.R.88	D.R.03	V	I
Media	69.5	61.02	70.8	67.6	64.0	80.4	65.3	76.6
des.std.	28.5	25.6	30.6	33	32.2	27.2	29.9	31.1
Mediana	64.5	60	66	56	62	86.5	62	69.5
Moda	100	-	100	-	-	-	100	100
Rango	117	100	108	91	108	94	108	98
Máximo	130	113	130	129	130	130	130	130
Mínimo	13	13	22	38	62	36	22	32

TABLA 106

ESTADISTICA DESCRIPTIVA

PASTO

Elemento	Cobre (ppm)										
Muestra	Pasto Lavado										
Zona	Z.T.		88		03		Medias/Región			Medias/época	
época	V	I	V	I	V	I	Z.T.	88	03	V	I
Media	7.3	6.3	10.5	9.3	10.5	10.8	6.8	10	10.7	10.05	9.4
Desviación std.	1.1	1.5	6.42	4.1	4.3	3.7	1.3	5.3	3.9	5.1	
Mediana	7.5	6	9	8	11.7	10.2	6.5	8.7	10.5	8.3	8.5
Moda	8	-	7	-	12	10	8	7	12	-	-
Rango	2	3	22	11	12	10	3	22	12	22	11
Máximo	8	8	26	16	17	16	8	26	17	26	16
Mínimo	6	5	4	5	5	6	5	4	5	4	5

	Pa	Pa/l	Pa/sl	Pa/sl	Pa/sl	Pa/sl	Pa/sl	Pa/sl
Cu				Z.T.	D.R.88	D.R.03	V	I
Media	10.1	9.757	10.5	7.8	10.05	12.4	11.1	10
des.std.	5.9	4.5	10.8	1.3	5.7	9.4	8.3	5.5
Mediana	8.4	8.3	8.4	7.8	8	10.8	9	8.3
Moda	7	7	-	8	7	11	7	8
Rango	39	22	59	4	22	39	39	22
Máximo	43	26	43	10	26	43	43	26
Mínimo	4	4	4	6	4	4	4	4

TABLA 107

ESTADISTICA DESCRIPTIVA

PASTO

Elemento	Sodio (% X 100)										
Muestra	Pasto Lavado										
Zona	Z.T.		88		03		Medias/Región			Medias/épocа	
época	V	I	V	I	V	I	Z.T.	88	03	V	I
Media	3.6	3.6	7.6	11.5	16.2	18.7	3.6	9.4	17.5	10.2	13
Desviación std.	.57	.57	6	5.29	13.9	17.1	0.51	5.8	15.02	10.2	12
Mediana	3.7	3.7	5.1	10.1	14.7	10	3.7	8	10.5	5.08	9.7
Moda	4	4	5	10	-	-	4.	5	5	5.	10
Rango	1	1	16	17	36	47	1.	18	47	38	47
Máximo	4	4	18	20	40	50	4	20	50	40	50
Mínimo	3	3	2	3	4	3	3	2	3	2	3

	Pa	Pa/l	Pa/sl	Pa/sl	Pa/sl	Pa/sl	Pa/sl	Pa/sl
%NaX100				Z.T.	88	03	V	I
Media	11.9	11.5	12.3	3.6	11.7	16.8	9.2	15.6
Des.std.	10.9	11.1	10.8	.5	9.6	12.4	8.2	12.4
Mediana	7.5	7.0	7.6	3.7	7.7	10.5	5.2	10
Moda	5.0	5.0	5.	4	5	30	5	-
Rango	48	48	37	1	32	37	27	37
Máximo	50	50	40	4	35	40	30	40
Mínimo	2	2	3	3	3	3	3	3

TABLA 108

ESTADISTICA DESCRIPTIVA

PASTO

Elemento	Fósforo (% X 100)										
Muestra	Pasto Lavado										
Zona	Z.T.		88		03		Medias/Región			Medias/época	
época	V	I	V	I	V	I	Z.T.	88	03	V.	I
Media	36.6	30	36.6	27.7	31.4	35.7	33.3	32.4	33.55	34.7	31.2
Desviación std.	5.7	0	7	13.5	10.6	9.7	5.2	11.2	10.08	8.4	11.1
Mediana	37.5	30	36.2	29.6	30	36.6	32.5	30.5	33	34.3	30.2
Moda	40	30	-	30	30	40	30	30	30	30	30
Rango	10	0	20	40	30	30	10	40	30	30	40
Máximo	40	30	50	50	50	50	40	50	50	50	50
Mínimo	30	30	30	10	20	20	30	10	20	20	10

	Pa	Pa/l	Pa/sl	Pa/sl	Pa/sl	Pa/sl	Pa/sl	Pa/sl
				Z.T.	88	03	V	I
Media	32.9	33.02	32.9	35	33.2	31.7	36.8	28.8
des.std.	10.9	9.8	10.9	5.4	11.0	12.8	8.8	11.5
Mediana	30.6	30.5	31.9	35	32	32.5	37.7	30
Moda	30	30	-	-	-	-	40	30
Rango	46	40	46	10	40	46	30	46
Máximo	50	50	50	40	50	50	50	50
Mínimo	4	10	4	30	10	4	20	4

TABLA 109

ESTADISTICA DESCRIPTIVA

PASTO

Elemento	Magnesio (% X 100)										
Muestra	Pasto Lavado										
Zona	Z.T.		88		03		Medias/Región			Medias/época	
época	V	I	V	I	V	I	Z.T.	88	03	V	I
Media	33.3	43.3	34.4	31.2	22.8	40	38.3	32.9	31.4	30.	36.6
Desviación std.	5.7	5.7	7.2	8.3	9.5	66.6	7.5	7.7	12.3	9.4	9.07
Mediana	32.5	42.5	36	31.6	26.2	40	38.3	34.1	31.6	31.1	37.5
Moda	30	40	40	-	30	40	40	40	30	30	40
Rango	10	10	20	20	20	20	20	20	40	30	30
Máximo	40	50	40	40	30	50	50	40	50	40	50
Mínimo	30	40	20	20	10	30	30	20	10	10	20

	Pa	Pa/1	Pa/sl	Pa/sl	Pa/sl	Pa/sl	Pa/sl	Pa/sl
				Z.T.	88	03	V	I
Media	34.1	33.2	35	40	34.7	33.2	33.1	37
des.std.	9.9	9.7	10.1	6.3	8.7	12.7	7.4	12.3
Mediana	38.1	33.9	36.5	40	36.6	33	34.2	39.2
Moda	40	-	40	40	40	30	40	40
Rango	44	40	44	20	30	44	20	44
Máximo	50	50	50	50	50	50	40	50
Mínimo	6	10	6	30	20	6	20	6

TABLA 110

ESTADISTICA DESCRIPTIVA

PASTO

Elemento	Calcio (% X 100)										
Muestra	Pasto Lavado										
Zona	Z.T.		88		03		Medias/Región			Medias/época	
época	V	I	V	I	V	I	Z.T.	88	03	V	I
Media	53.3	56.6	49.4	57.5	47.1	64.2	55	53.2	55.7	49.2	601
Desviación std.	5.7	5.7	16.6	12.8	13.8	16.1	5.4	15	16.9	13.9	13.2
Mediana	52.5	57.5	48.1	55	50	60	55	50	57.5	49.2	58.3
Moda	50	60	50	50	60	60	-	50	60	50	60
Rango	10	10	60	40	30	50	10	60	70	60	60
Máximo	60	60	90	80	60	100	60	90	100	90	100
Mínimo	50	50	30	40	30	50	50	30	30	30	40

	Pa	Pa/1	Pa/sl	Pa/sl	Pa/sl	Pa/sl	Pa/sl	Pa/sl
%CaX100				Z.T.	88	03	V	I
Media	56.4	54.4	58.3	56.6	55.2	62.8	55.2	61.6
des.std.	17.03	14.5	19.2	5.1	12.3	28.1	15	22.8
Mediana	57.8	51.8	57.1	57.5	52.8	60	53.1	60
Moda	60	60	60	60	50	60	50	60
Rango	120	70	120	10	40	120	70	120
Máximo	130	100	130	60	80	130	100	130
Mínimo	10	30	10	50	40	10	30	10

TABLA 111

ESTADISTICA DESCRIPTIVA

PASTO

Elemento	Potasio (% X 100)										
Muestra	Pasto Lavado										
Zona	Z.T.		88		03		Medias/Región			Medias/época	
época	V	I	V	I	V	I	Z.T.	88	03	V	I
Media	356.6	383.3	294.4	196.2	250	280	370	248.2	265	287.8	260.5
Desviación std.	51.3	75.05	70.3	98.8	111	72.3	59.3	96.4	91.3	89.2	106.2
Mediana	370	380	302.5	200	250	302	375	280	275	300	298.3
Moda	-	-	-	200	-	300	-	200	-	-	-
Rango	100	150	220	260	290	200	160	360	290	310	400
Máximo	400	460	420	320	400	360	460	420	400	420	460
Mínimo	300	310	200	60	110	160	300	60	110	110	60

	Pa	Pa/l	Pa/sl	Pa/sl	Pa/sl	Pa/sl	Pa/sl	Pa/sl
% K X 100				Z.T.	88	03	V	I
Media	278.3	274.3	282.4	400	254.7	265.7	304.7	258.8
des.std.	99.03	97.5	101.6	56.9	94.0	93.8	93.4	107.2
Mediana	301.0	299.1	303.7	400	296.6	275	310	300
Moda	-	-	-	-	-	330	-	200
Rango	400	400	370	150	330	290	350	370
Máximo	460	460	460	460	420	400	460	460
Mínimo	60	60	90	310	90	110	110	90

TABLA 112

ESTADISTICA DESCRIPTIVA

PASTO

Elemento	Nitrógeno (% X 100)										
Muestra			Pasto Lavado								
Zona	Z.T.		88		03		Medias/Región			Medias/época	
época	V	I	V	I	V	I	Z.T.	88	03	V	I
Media	333.3	270	216.1	201.2	212.8	245.7	301	209.1	229.2	233.4	230
Desviación std.	65.0	0	57.4	63.2	66.5	72.3	53.8	58.8	68.8	73.4	65.3
Mediana	330	270	201.6	200	230	250	285	201	245	250	252.5
Moda	-	270	270	270	-	270	270	270	270	270	270
Rango	130	0	140	140	170	240	130	140	240	280	240
Máximo	400	270	270	270	290	360	400	270	360	400	360
Mínimo	270	270	130	130	120	120	270	130	120	120	120

	Pa	Pa/l	Pa/sl	Pa/sl	Pa/sl	Pa/sl	Pa/sl	Pa/sl
% N X 100				Z.T.	88	03	V	I
Media	230.6	231.7	229	311.6	207	221	233.4	225.3
des.std.	70.1	68.6	72.5	52.3	59.5	72.8	73.4	73.4
Mediana	250.1	252.2	250	300	200.6	233	250	240.5
Moda	270	270	270	270	270	270	270	270
Rango	280	280	280	130	140	240	280	240
Máximo	400	400	400	400	270	360	400	360
Mínimo	120	120	120	270	130	120	120	120

T A B L A 1 1 3

ESTADISTICA DESCRIPTIVA

"OTRAS PLANTAS"

	Avena	Betabel Forrajero	Eucalipto	Frijol	Maíz	Pirul	Trigo
No. de muestras	(1)	(7)	(1)	(13)	(8)	(3)	(1)
Fe (ppm)							
Media	150	321.4	150	872.3	163.7	136.6	160
Desviación std.	0	224.6	0	802.3	61.6	41.6	0
Mediana	150	300	150	640	140	150	160
Moda	-	-	-	-	-	-	-
Rango	0	680	0	2410	190	80	0
Máximo	150	800	150	2500	280	170	160
Mínimo	150	120	150	90	90	90	160
Zinc, ppm							
Media	58	25.8	81	46.5	54.2	27	64
Desviación std.	0	4.9	0	18.4	23.1	6.08	0
Mediana	58	26	81	45	46	30	64
Moda	-	-	-	-	-	-	-
Rango	0	12	0	65	72	11	0
Máximo	58	32	81	80	107	31	64
Mínimo	58	20	81	15	35	20	64
Manganeso ppm							
Media	34	27.5	64	80.8	24.3	20	28
Desviación std.	0	18.1	0	50.5	11.2	88	0
Mediana	34	32	64	75	19.5	17	28
Moda	-	-	-	-	-	-	-
Rango	0	51	0	165	33	17	0
Máximo	34	60	64	180	46	30	28
Mínimo	34	9	64	15	13	13	28

→

T A B L A 113
(continuación)
ESTADISTICA DESCRIPTIVA

"OTRAS PLANTAS"

	Avena	Betabel Forrajero	Eucalipto	Frijol	Maíz	Pirul	Trigo
No. de muestras	(1)	(7)	(1)	(13)	(8)	(3)	(1)
Cobre ppm							
Media	6	4	3	9.8	3.8	4.6	13
Desviación	0	1.5	0	4.6	2.9	2.5	0
Mediana	6	4	3	9	3.25	5	13
Moda	-	-	-	-	-	-	-
Rango	0	4	0	17	9	5	0
Máximo	6	6	3	22	11	7	13
Mínimo	6	2	3	5	2	2	13
% Na x 100							
Media	140	294.2	10	7.3	4	3.6	80
Desviación	0	209.0	0	10.0	3.07	1.5	0
Mediana	140	280	10	5	2	4	80
Moda	-	-	-	-	-	-	-
Rango	0	590	0	38	8	3	0
Máximo	140	610	10	40	10	5	80
Mínimo	140	20	10	2	2	2	80
% P x 100							
Media	60	38.5	10	43.07	35	60	75
Desviación	0	10.6	0	14.3	9.2	17.3	0
Mediana	60	40	10	50	35	62.5	75
Moda	-	-	-	-	-	70	-
Rango	0	30	0	50	30	30	0
Máximo	60	50	10	60	50	70	75
Mínimo	60	20	10	10	20	40	75

→

T A B L A 113
(continuación)

ESTADISTICA DESCRIPTIVA

"OTRAS PLANTAS"

	Avena	Betabel Forrajero	Eucalipto	Frijol	Maíz	Pirul	Trigo
No. de muestras	(1)	(7)	(1)	(13)	(8)	(3)	(1)
% Mg x 100							
Media	20	72.8	50	52.3	26.2	30	20
Desviación	0	24.3	0	13.0	7.4	10	0
Mediana	20	70	50	60	25	30	20
Moda	-	-	-	-	-	-	-
Rango	0	70	0	50	20	20	0
Máximo	20	100	50	70	40	40	20
Mínimo	20	30	50	20	20	20	20
% Ca x 100							
Media	30	86.4	400	270	29.3	86.6	40
Desviación	0	49	0	126.2	18.9	46.1	0
Mediana	30	80	400	250	25	80	40
Moda	-	-	-	-	-	60	-
Rango	0	145	0	385	60	80	0
Máximo	30	160	400	400	70	140	40
Mínimo	30	15	400	15	10	60	40
% K x 100							
Media	260	282	60	303.8	235	300	390
Desviación	0	173.8	0	85.1	52	95.3	0
Mediana	260	230	60	350	255	350	390
Moda	-	-	-	-	-	-	-
Rango	0	500	0	240	150	170	0
Máximo	260	630	60	430	290	360	390
Mínimo	260	130	60	190	140	190	390

→

T A B L A 113
(continuación)

ESTADISTICA DESCRIPTIVA

"OTRAS PLANTAS"

	Avena	Betabel Forrajero	Eucalipto	Frijol	Maíz	Pirul	Trigo
No. de muestras	(1)	(7)	(1)	(13)	(8)	(3)	(1)
% N x 100							
Media	340	224.2	170	280	210	296.6	420
Desviación	0	66.2	0	98.7	45.3	100.1	0
Mediana	340	210	170	270	250	290	420
Moda	-	-	-	-	-	-	-
Rango	0	170	0	350	130	200	0
Máximo	340	310	170	480	270	400	420
Mínimo	340	140	170	130	140	200	420

TABLA 115
ESTADISTICA DESCRIPTIVA
PLANTAS

Elemento	P	P/L	P/SL	Plantas lavadas			Plantas sin lavar			Plantas lavadas		Plantas sin lavar	
				Z.T. AD	DR 88 AR	DR 03 AM	Z.T. AD	DR 88 AR	DR 03 AM	V	I	V	I
Fe ppm.													
Media	530.9	371.2	722.8	261.6	295.2	498.4	372	823.8	800.6	294.6	461.9	606.4	847.3
Desviación std	598.4	351.5	759.3	99.3	192.8	489.8	132	875.7	787.9	204.9	455.5	601.1	888.9
Mediana	341	259.6	450.5	230	212.5	375	351	482.5	497.5	225.8	376.2	376	490
Moda	260	200	1000	200	170	200	260	1000	1000	260	-	-	300
Rango	3910	2410	3910	330	710	2380	470	3830	3510	910	2380	2910	3820
Máximo	4000	2500	4000	450	800	2500	620	4000	3600	1000	2500	3000	4000
Mínimo	90	90	90	120	90	120	150	170	90	90	120	90	180
Zn ppm.													
Media	47.4	46.4	48.6	31.7	46.5	52.3	32.1	50.2	55	46.3	46.4	49	48.1
Desviación std.	21.2	18.4	24.3	8.3	17.9	18.9	6.6	25.4	25.4	18.1	18.9	22.9	25.9
Mediana	42.1	42.2	42	31.1	43	49	31	44.5	47.7	42.5	42	43.5	39.8
Moda	31	31	-	-	43	-	-	33	40	31	39	31	40
Rango	120	87	120	29	80	87	24	115	105	87	80	105	115
Máximo	135	107	135	49	100	107	46	135	120	107	100	120	135
Mínimo	15	20	15	20	20	20	22	20	15	20	20	15	20

P = Plantas
L = Lavadas
SL = Sin lavar

Z.T. = Zona testigo
DR 88= Distrito de riego 88
DR 03= Distrito de riego 03

AD = Agua de riego dulce
AR = Agua de riego residual
AM = Agua de riego mezclada

V = Verano
I = Invierno

TABLA 11b
ESTADISTICA DESCRIPTIVA
PLANTAS

Elemento	P	P/L	P/SL	Plantas lavadas			Plantas sin lavar			Plantas lavadas		Plantas sin lavar	
				Z.T. AD	DR 88 AR	DR 03 AM	Z.T. AD	DR 88 AR	DR 03 AM	V	I	V	I
Mn ppm.													
Media	52.9	50.4	55.7	52.2	39.1	61.9	54.2	49.8	62	46.3	55.3	54.6	56.9
Desviación std	27.8	27.9	27.6	18.2	21.2	32.7	21.9	29.4	27.7	260	29.5	26.7	28.7
Mediana	46.2	44.2	49	45.5	34	54	47.5	40.5	54	41.5	47.7	49.5	48.7
Moda	-	32	100	-	32	41	-	100	-	-	-	-	100
Rango	171	167	121	77	87	156	97	121	115	117	164	115	121
Máximo	180	180	130	113	13	180	129	130	130	130	180	130	130
Mínimo	9	13	9	36	100	24	32	9	15	13	16	15	9
Cu ppm.													
Media	10.8	8.3	13.7	6.6	7.39	10	7.	8.1	22.1	8.1	8.5	18.6	8.5
Desviación std.	31.9	4.6	47.0	1.7	5.49	4	1.8	4.7	72.6	5.3	3.8	65.2	4.8
Mediana	7.5	7.2	7.8	7.1	6.1	9	7.6	7.2	9.3	7	7.4	8	7.7
Moda	7	-	8	8	7	6	8	7	-	-	-	7	8
Rango	448	27	448	6	27	17	7	24	448	27	16	448	24
Máximo	450	29	450	9	29	22	10	26	450	29	19	450	26
Mínimo	2	2	2	3	2	5	3	2	2	2	3	2	2

P = Plantas
L = Lavadas
SL = Sin lavar

Z.T. = Zona testigo
DR 88= Distrito de riego 88
DR 03= Distrito de riego 03

AD = Agua de riego dulce
AR = Agua de riego residual
AM = Agua de riego mezclada

V = Verano
I = Invierno

TABLA 117
ESTADISTICA DESCRIPTIVA
PLANTAS

Elemento	P	P/L	P/SL	Plantas lavadas			Plantas sin lavar			Plantas lavadas		Plantas sin lavar	
				Z.T. AD	DR 88 AR	DR 03 AM	Z.T. AD	DR 88 AR	DR 03 AM	V	I	V	I
% Na x 100													
Media	28.0	32.2	22.9	6.8	50.7	23	6.5	32.5	22.1	23.8	42.1	15.8	30.6
Desviación std	65.6	82.9	34.6	5.2	123.1	19.2	4.6	52.2	14.1	79.6	86.4	14.6	46.5
Mediana	10.5	10.1	15.3	4.3	10.3	19.9	4.3	19.8	20.4	7	19.9	8.1	20.1
Moda	5	5	20	4	2	5	4	20	30	5	40	5	30
Rango	608	608	278	17	608	78	17	277	48	608	497	48	277
Máximo	610	610	280	20	610	80	20	280	50	610	500	50	280
Mínimo	2	2	2	3	2	2	3	3	2	2	3	2	3
% P x 100													
Media	41.7	41.2	42.2	39.4	39.1	44.3	41.1	41	43.8	41.0	41.5	44.1	40.2
Desviación std	14.4	14.2	14.6	9.9	13.8	15.8	10.2	13.01	17.7	12.6	16.0	13.2	15.9
Mediana	40.3	40.2	41.2	40	39.8	42.2	41.6	40.6	42.6	40.7	40.4	43.7	40
Moda	40	40	40	50	40	50	-	40	50	40	50	40	30
Rango	76	70	76	30	60	70	40	60	76	60	70	70	76
Máximo	80	80	4	50	70	80	60	70	80	70	80	80	80
Mínimo	4	10	80	20	10	10	20	10	4	10	10	10	4

P = Plantas
L = Lavadas
SL = Sin lavar

Z.T. = Zona testigo
DR 88= Distrito de riego 88
DR 03= Distrito de riego 03

AD = Agua de riego dulce
AR = Agua de riego residual
AM = Agua de riego mezclada

V = Verano
I = Invierno

TABLA 118
ESTADISTICA DESCRIPTIVA
PLANTAS

Elemento	P	P/L	P/SL	Plantas lavadas			Plantas sin lavar			Plantas lavadas		Plantas sin lavar	
				Z.T. AD	DR 88 AR	DR 03 AM	Z.T. AD	DR 88 AR	DR 03 AM	V	I	V	I
% Mg x 100													
Media	39.2	39.1	39.3	38.8	38.6	39.7	41.6	40	37.5	36.7	42.0	38.4	40.2
Desviación std	14.4	15.9	12.5	10.2	20.1	12.8	9.8	15.7	10.2	16.4	14.9	12.8	12.3
Mediana	39.2	37.0	39.3	36.6	33.7	39.4	40	37.5	39.4	34	40	37.9	40
Moda	40	40	40	30	30	40	40	40	40	30	40	40	40
Rango	94	90	94	30	80	60	30	20	54	90	80	80	64
Máximo	100	100	100	60	100	70	60	100	60	100	100	100	70
Mínimo	6	10	6	30	20	10	30	20	6	10	20	20	6
% Ca x 100													
Media	106.4	98.2	116.1	130.5	91.9	91.5	144.4	103.6	113.9	95.8	101.1	113.1	119.4
Desviación std	73.1	70.0	75.8	63.1	79.6	58.6	106.5	73.8	56.1	78.4	59.1	71.5	80.9
Mediana	81	60.9	119	145	60.5	60.9	125	78.3	128.7	60	78.7	117	119.5
Moda	60	60	60	-	50	60	60	50	60	-	60	50	60
Rango	490	390	490	200	390	193	450	385	200	390	233	385	490
Máximo	500	400	500	250	400	210	500	400	210	400	250	400	500
Mínimo	10	10	10	50	10	17	50	15	10	10	17	15	10

P = Plantas
L = Lavadas
SL = Sin lavar

Z.T. = Zona testigo
DR 88= Distrito de riego 88
DR 03= Distrito de riego 03

AD = Agua de riego dulce
AR = Agua de riego residual
AM = Agua de riego mezclada

V = Verano
I = Invierno

TABLA 119
ESTADISTICA DESCRIPTIVA
PLANTAS

Elemento	P	P/L	P/SL	Plantas lavadas			Plantas sin lavar			Plantas lavadas		Plantas sin lavar	
				Z.T. AD	DR 88 AR	DR 03 AM	Z.T. AD	DR 88 AR	DR 03 AM	V	I	V	I
% K x 100													
Media	313.3	310.9	316.1	352.7	287	319	366.1	286.4	319.1	304.1	319.	332.6	298.6
Desviación std	95.8	97.2	94.5	89.7	102.8	88.4	80.4	95.9	90.9	86.2	109	81.6	104.7
Mediana	328.4	320	330.8	351.6	293	346.6	375	305	332	318	321	351.6	317
Moda	400	300	400	350	-	380	400	300	-	-	200	400	400
Rango	570	570	420	400	570	340	310	330	370	390	570	370	420
Máximo	480	630	510	600	630	450	510	420	480	450	630	480	510
Mínimo	60	60	90	200	60	110	200	90	110	60	60	110	90
% N x 100													
Media	332	324.6	340.9	346.1	296.4	345.8	356.6	302.7	368.2	311.9	339	346.4	335
Desviación std	126	122.6	132.0	75.7	123	133.6	71.6	132.8	147.5	124.4	120	126.7	138.8
Mediana	290	271.9	360	360	269.7	300	377.5	270.3	448.5	270.6	310	398.1	330
Moda	270	270	270	270	270	-	400	470	470	270	270	400	-
Rango	510	430	510	200	410	430	200	340	510	430	430	430	510
Máximo	630	550	630	470	540	550	470	470	630	550	550	550	630
Mínimo	120	120	120	270	130	120	270	130	120	120	120	120	120

P = Plantas
L = Lavadas
SL = Sin lavar

Z.T. = Zona testigo
DR 88= Distrito de riego 88
DR 03= Distrito de riego 03

AD = Agua de riego dulce
AR = Agua de riego residual
AM = Agua de riego mezclada

V = Verano
I = Invierno

TABLA 120
ESTADISTICA DESCRIPTIVA
PLANTAS

Intervalos de clase
frecuencias relativas (%)

Elemento	Categoría	Limites (1) (2)	P/L	Al/L	Pa/L	Plantas lavadas			Alfalfa lavada			Pasto lavado		
						AD	AR	AM	AD	AR	AM	AD	AR	AM
Fe (ppm)	deficiente	0 - 20	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	bajo	21 - 50	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	medio	51 - 250	47.7	63.6	18.9	50	56.5	37.2	58.3	78.6	55.6	33.3	17.6	14.3
	alto (2)	251	52.3	36.4	81.1	50	43.5	62.8	41.7	21.4	44.4	66.7	82.4	85.7
Zn (ppm)	deficiente	0 - 10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	bajo	11 - 20	2.8	2.3	0	5.6	2.2	2.3	8.3	0	0	0	0	0
	medio	21 - 70	92	97.7	78	94.4	87.0	81.4	91.7	100	100	100	76.5	57.1
	alto	71 - 150	12	0	27	0	10.9	16.3	0	0	0	0	23.5	42.9
	tóxico	151	0	0	0	0								
Mn (ppm)	deficiente	0 - 10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	bajo	11 - 20	11.2	4.5	5.4	0	26.1	0	0	14.3	0	0	11.8	0
	medio	21 - 200	88.8	95.5	94.6	100	73.9	100	100	85.7	100	100	88.2	100
	alto	201 - 350	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	tóxico	351	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Cu (ppm)	deficiente	0 - 4	15	11.4	2.7	16.7	28.3	0	25	14.3	0	0	5.9	0
	bajo	5 - 10	62.6	75	62.2	83.3	54.3	62.8	75	71.4	77.8	100	58.8	50
	medio	11 - 20	19.6	11.4	32.4	0	13	34.9	0	7.1	22.2	0	29.4	50
	muy alto	21 - 70	2.8	2.3	2.7	0	4.3	2.3	0	7.1	0	0	5.9	
	tóxico	71									0	0		
% Na x 100	bajo	0 - 3	12.1	2.3	13.5	16.7	17.4	4.7	8.3	0	0	33.3	11.8	7.1
	medio	4 - 20	57.9	52.3	73.0	83.3	52.2	53.5	91.7	35.7	38.9	66.7	88.2	57.1
	alto	21 - 80	25.2	45.5	13.5	0	19.6	41.9	0	64.3	61.1	0	0	35.7
	tóxico	81	4.6	0	0	0	10.9	0	0	0	0	0	0	0

(1) Ref. Apéndice B
(2) En el caso del Fe, muchos investigadores no reconocen niveles tóxicos, sin embargo fijan 600 ppm como límite muy alto.

P = Plantas
Al = Alfalfa
Pa = Pasto

AD = Agua de riego dulce
AR = Agua de riego residual
AM = Agua de riego mezclada

TABLA 121
ESTADISTICA DESCRIPTIVA
PLANTAS

Intervalos de clase
frecuencias relativas (%)

Elemento	Categoría	Limites (1) (2)	P/L	Al/L	Pa/L	Plantas lavadas			Alfalfa lavada			Pasto lavado		
						AD	AR	AM	AD	AR	AM	AD	AR	AM
% P x 100	deficiente	0 - 17	3.7	2.3	5.4	0	6.5	2.3	0	0	5.6	0	11.8	
	bajo	18 - 20	7.5	2.3	10.8	5.6	6.5	9.3	8.3	0	0	0	5.9	21.4
	medio	21 - 30	22.4	9.1	43.2	33.3	23.9	16.3	16.7	7.1	5.6	66.7	41.2	35.7
	alto	31 - 100	66.4	86.4	40.5	61.1	63	72.1	75	92.9	88.9	33.3	41.2	42.9
	muy alto	101	0			0	0	0	0	0	0	0		
% Mg x 100	bajo	0 - 16	1.9		5.4	0	0	4.7	0	0	0	0	0	14.3
	medio	17 - 30	41.1	34.1	48.6	44.4	54.3	25.6	50	50	11.1	33.3	52.9	50
	alto	31 - 200	57	65.9	45.9	55.6	45.7	69.8	50	50	88.9	66.7	47.1	35.7
	tóxico	201	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
% Ca x 100	deficiente	0 - 15	1.9	0	0	0	4.3	0	0	0	0	0	0	0
	medio	16 - 100	55.1	0	100	33.3	60.9	58.1	0	0	0	100	100	100
	alto	101 -1000	43	100	0	66.7	34.8	41.9	100	100	100	0	0	0
	tóxico	1001	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
% K x 100	deficiente	0 - 100	6.54	0	2.7	0	8.6	0	0	0	0	0	5.9	0
	medio	101 - 280	28.6	15.9	40.5	16.7	37.1	30.2	25	14.3	11.1	0	47	50
	muy alto	281 - 1000	65.4	84.1	56.8	83.3	54.3	69.8	75	85.7	88.9	100	47.1	50
% N x 100	deficiente	0 - 200	21.5	0	37.8	0	32.6	18.6	0	0	0	0	58.8	28.6
	medio	201 - 400	48.6	29.5	62.2	88.9	43.5	37.2	83.3	21.4	0	100	41.2	71.4
	muy alto	401 - 800	29.9	70.5	0	11.1	23.9	44.2	16.7	78.6	100	0	0	0

(1) Ref. Apéndice B
(2) En el caso del Fe, muchos investigadores no reconocen niveles tóxicos, sin embargo fijan 600 ppm como límite muy alto.

P = Plantas
Al = Alfalfa
Pa = Pasto

AD = Agua de riego dulce
AR = Agua de riego residual
AM = Agua de riego mezclada

TABLA 122

PASTO LAVADO

Factores de correlación

nivel de significación ≤ .01

Determinaciones	Fe/Pa (ppm)	Zn/Pa (ppm)	Mn/Pa (ppm)	Cu/Pa (ppm)	Na/Pa %	P/Pa %	Mg/Pa %	Ca/Pa %	K/Pa %	N/Pa %
Fe/Pasto (ppm)					0.43					
Zn/Pasto				0.44	0.42					
Mn/Pasto								0.44		
Cu/Pasto		0.43				0.45				
Na/Pasto	0.43	0.42								
P/Pasto				0.45					0.70	0.56
Mg/Pasto								0.40	0.49	0.45
Ca/Pasto			0.44				0.40			
K/Pasto						0.68	0.49			
N/Pasto						0.56	0.45		0.73	
pH/Ss						-0.46			-0.43	-0.45
Conductividad/Ss					0.38					-0.40
% CO_3 /Ss			-0.53							
Na int/Ss						-0.43				-0.40
K int/Ss									-0.39	-0.45
Mg int/Ss			-0.40							
% N/Ss			-0.57							
% C/Ss			-0.58							
K total/Ss									-0.42	-0.48
Mg total/Ss			-0.53							
Cu total/Ss		0.44		0.37						
Mn total/Ss			.47							
Zn total/Ss		0.44								
Fe total/Ss			0.46							
Pb ext/Ss		0.37								
Cu ext/Ss		0.43		0.37						
Mn ext /Ss			0.37						0.40	0.40
Zn ext/Ss		0.52								
Fe ext/Ss						0.43			0.43	0.40

Sigue→

TABLA 123 (Continuación de la 122)

PASTO LAVADO

Factores de correlación
nivel de significancia ≤.01

Determinación	Fe/Pa	Zn/Pa	Mn/Pa	Cu/Pa	Na/Pa	P/Pa	Mg/Pa	Ca/Pa	K/Pa	N/Pa
% Limo/Ss			-0.39							
% Arena/Ss			+0.38							
pH/Sp					0.53					
% $CaCO_3$/Sp			-0.40							
Na soluble/Sp						-0.38				-0.38
K soluble/Sp										-0.39
K int /Sp						-0.38				
Mg int/Sp			-0.54							
%N/Sp			-0.58							
%C/Sp			-0.57							
K total/Sp					0.44					
Mg total/Sp			-0.55							
Mn total/Sp			0.38							
Fe total/Sp			0.49							
Pb ext/Sp		0.407								
Cu ext/Sp						0.57			0.38	0.38
Zn ext/Sp		0.37				0.37				
pH/S*			-0.45			-0.38				
Conductividad/S*			0.38		0.48					
% $CaCo_3$/S*			-0.53							
K soluble/S*										0.44
Mg int/S*			-0.44							
K total/S*		0.38			0.58					
Mg total/S*			-0.53							
P disponible/S*									0.40	0.48
Mn total/S*					0.61					
Fe total/S*					0.40					
Mn extractable/S*			0.40							

TABLA 124

ALFALFA LAVADA

Factores de correlación
nivel de significancia ≤ .01

	Fe/Al	Zn/Al	Mn/Al	Cu/Al	Na/Al	P/Al	Mg/Al	Ca/Al	K/Al	N/Al
Zn/Alfalfa		-		0.57		0.69		-0.40	0.40	0.46
Cu/Alfalfa		0.57		-		0.36				
Na/Alfalfa										0.37
P/Alfalfa		0.69		0.36				-0.57	0.5	0.5
Mg/Alfalfa										
Ca/Alfalfa		-0.40				-0.57	0.58	-	-0.53	
K/Alfalfa		0.40				0.50		-0.54	-	
N/Alfalfa		0.46			0.38	0.51				
pH/Ss					0.56					0.37
% CO_3= /Ss			-0.53		0.48		0.52			
Na soluble/Ss							0.36	0.36		
Na int/Ss			-0.45		0.35					
Mg int/Ss					0.46		0.46			
CIC/Ss					0.50					0.54
%N/Ss			-0.35		0.41		0.46			
% C/Ss					0.44					
K total/Ss					0.56					0.48
Mg total/Ss			-0.52		0.38		0.56			
P disponible/Ss										
Cu total/Ss		0.43				0.35				0.38
Mn total/Ss			0.45							
Zn total/Ss		0.46		0.35						0.37
Fe total/Ss							-0.54			
Ni total/Ss		0.36								
Pb ext./Ss		0.44								
Cu ext/Ss		0.35		0.30						
Mn ext/Ss			0.30		-0.63					
Zn ext/Ss		0.49		0.41						0.48
Fe ext/Ss					-0.62					

Sigue →

TABLA 125 (Continuación)

ALFALFA LAVADA

Factores de correlación
nivel de significancia ≤ .01

	Fe/Al	Zn/Al	Mn/Al	Cu/Al	Na/Al	P/Al	Mg/Al	Ca/Al	K/Al	N/Al
% Limo/Ss			-0.47				0.37			
B extractable/Ss			-0.61				0.43			
pH/Sp					0.60					0.37
% $CO_3^=$/Sp			-0.42		0.36		0.40			
Mg int/Sp			-0.45				0.69	0.35		
CIC/Sp					0.36					0.47
%N/Sp							0.39			
%C/Sp							0.45			
K total/Sp				0.53						0.43
Mg total/Sp			-0.53				0.68	0.44		
Cu total/Sp		0.48			0.37					
Mn total/Sp							-0.36			
Zn total/Sp		0.46		0.34		0.34				
Fe total/Sp							-0.48			
Ni total/Sp							-0.40			
Pb ext/Sp		0.40		0.38						
Cu ext/Sp		0.51		0.48						
Mn ext/Sp					-0.41		-0.36			
Zn ext/Sp		0.49		0.36		0.35				
Fe ext/Sp					-0.51					
% Limo/Sp			-0.50				0.45			
% Arena/Sp							-0.43	-0.37		
pH/S*			-0.38							
% $CO_3^=$/S*					0.36		0.46	0.36		
Na int/S*			-0.49		0.32		0.59	0.40		
Mg int/S*			-0.38				0.46	0.37		
Mg total/S*			-0.45							
P disponible/S*					-0.45					
Cu total/S*					0.44					

Sigue →

TABLA 126 (Continuación)

ALFALFA LAVADA

Factores de correlación
nivel de significancia ≤ .01

	Fe/Al	Zn/Al	Mn/Al	Cu/Al	Na/Al	P/Al	Mg/Al	Ca/Al	K/Al	N/Al
Mn total/S*							-0.34			
Fe total/S*							-0.44			
Ni total/S*					0.36				-0.34	
Mn ext/S*					-0.60					-0.40
Zn ext/S*				0.37						
% Arcilla/S*								0.50		
% Limo/S*								0.46		
% Arena/S*								-0.50		

T A B L A 127

ANALISIS DE VARIANZA

(3x2) (Región x Epoca)

P A S T O

Elemento	Tratamiento del Pasto	Efectos Principales		Interacción	Pruebas de Tukey	
		Región	Epoca	Región Epoca	Diferencias entre Regiones	Diferencias entre Epocas
Hierro	Lavado					
	Sin lavar					
Zinc	Lavado	√			Z.T. ≠ 88; Z.T ≠ 03	
	Sin lavar	√			Z.T ≠ 03	
Manganeso	Lavado					
	Sin lavar					
Cobre	Lavado					
	Sin lavar					
Sodio	Lavado	√			Z.T. ≠ 88	
	Sin lavar	√	√		Z.T. ≠ 88	Verano ≠ Invierno
Fósforo	Lavado					
	Sin lavar					
Magnesio	Lavado		√	√		Verano/03 ≠ Invierno/03
	Sin lavar					
Calcio	Lavado		√			Verano ≠ Invierno
	Sin lavar					
Potasio	Lavado	√			Z.T. ≠ 88 Z.T. ≠ 03	
	Sin lavar	√			Z.T. ≠ 88 Z.T. ≠ 03	
Nitrogeno	Lavado	√			Z.T. ≠ 88 Z.T. ≠ 03	
	Sin lavar	√			Z.T. ≠ 88 Z.T. ≠ 03	

ALFALFA

Elemento	Tratamiento del Pasto	Efectos Principales		Interacción	Pruebas de Tukey	
		Región	Epoca	Región Epoca	Diferencias entre Regiones	Diferencias entre Epocas
Hierro	Lavado		√			V ≠ I
	Sin lavar					
Zinc	Lavado	√			; Z.T ≠ 03	
	Sin lavar	√			Z.T ≠ 03	
Manganeso	Lavado				88 ≠ 03	
	Sin lavar					
Cobre	Lavado					
	Sin lavar					
Sodio	Lavado	√			Z.T. ≠ 88 ;Z.T. ≠ 03	
	Sin lavar	√			Z.T. ≠ 88 ;Z.T. ≠ 03	
Fósforo	Lavado					
	Sin lavar					
Magnesio	Lavado					
	Sin lavar					
Calcio	Lavado					
	Sin lavar					
Potasio	Lavado					
	Sin lavar					
Nitrógeno	Lavado	√			Z.T. ≠ 88 Z.T. ≠ 03	
	Sin lavar	√			Z.T. ≠ 88 Z.T. ≠ 03	

REGRESIONES LINEALES

Zn

ppm Zn en pasto lavado = 37.75 + .99 (Zn_{ext} en suelo) + 26.1 $(TA_1)^{\Phi}$ - 13.6 (% C en suelo) + 20.48 $(TA_2)^{\Phi}$ + 1.71 (textura) + 0.77 (% carbonatos en suelo).

variación explicada= 59.5%

---

ppm Zn en pasto lavado = 48.1 + 1.126 (Zn_{ext} en suelo) + 16.9 $(TA_1)^{\Phi}$ - 0.73 (% C en suelo).

variación explicada = 46.2%

---

ppm Zn en Alfalfa lavada = 24.4 + 0.015 (Zn_{ext} en suelo) + 1.26 (textura) - 0.0053 (P_{total} en suelo) + 7.87 $(TA_1)^{\Phi}$ + 0.025 (Zn_{total} en suelo) + 4.75 (TA_2) - 0.042 (% CO_3^{2} en suelo) + 1.68 (época de recolección) + 0.014 (% C en suelo)

variación explicada = 40.3%

Φ(Variables dummy)

TA_1 = 1 cuando el agua de riego es residual.
TA_2 = 1 cuando el agua de riego es mezclada.
Tm_1 = 1 cuando es alfalfa.
Tm_2 = 1 cuando es pasto.
prox 1 = 1 cuando la distancia a la zona industrial es media.
prox 2 = 1 cuando la distancia a la zona industrial es lejana.

REGRESIONES LINEALES

Fe

ppm Fe en pasto lavado = -164.2 + 18 (C.I.C. en suelos) + 143 (época) + 32.2 (textura) - 8.6 (% $CO_3^{=}$ en suelos)

variación explicada = 29.8%

ppm Fe en pasto lavado = -220.68 + 6.98 (C.I.C.) + 140 (época de muestreo) + 3.96 (ppm Zn en plantas) + 4.69 textura -0.37 (Ptotal) + 170 $(TA_2)^{\Phi}$ + 111 (% C en suelos) + 83 (% Fe total en suelos)

variación explicada = 40.4%

ppm Fe en alfalfa lavada = 127.7 + 86.8 (época) + 13.5 (textura suelo) - 7.6 (% $CO_3^{=}$ en suelo) + 2.6 (C.I.C. suelo) + .38 (Fe extractable en suelo).

variación explicada = 28%

ppm Fe en plantas lavadas = 112.4 + 62.8 (textura) - 192.4 $(TM_1)^{\Phi}$ + 146.9 (época) - 84.9 (% Fe total en suelos) + 13.5 (C.I.C. en suelo) - 15 (% $CO_3^{=}$ en suelo) - 47.9 (% C en suelo) + 128.1 $(TA_2)^{\Phi}$ - .098 (Ptotal)

variación explicada = 37.2%

Φ variables Dummy, referirse a pag. 182

ppm Fe en plantas = .123.2 + 314.9 $(TM_2)^{\Phi}$
+ 200.9 (época) + 510.8 (TA_2) - 0.255 (P total)
+ 252.1 $(TA_1)^{\Phi}$ + 2.8 (Fe ext en suelo)
- 135.3 $(TM_1)^{\Phi}$ + 10 (CIC en suelos) + 25.2 textura suelos - 51.4 (% C en suelos)

variación explicada = 24.1%

ppm Fe ext en Ss = 331.23 37.7 pH - 30.11 $(TA_2)^{\Phi}$ + 11.75% Fe total

variación explicada = 69%

ppm Fe extractable en Sp = 106.4 + 27.2 (% Fe total)
- 97.7 $(TA_2)^{\Phi}$ - 59.6 $(TA_1)^{\Phi}$ - 66.2 (Prox 1)$^{\Phi}$
+ 12.4 (% C en suelos) - 18.5 (conductividad) - 8.03 (pH)

variación explicada = 81.3 %

ppm Fe extractable en S* = 587.8 - 77.8 (pH)
- 89.2 (Prox 2)$^{\Phi}$ + 0.22 P total - 32.3 (%C) + 44.6 $(TA_1)^{\Phi}$

variación explicada = 58.4%

$^{\Phi}$ Ref. a pág. 182

REGRESIONES LINEALES

Mn

ppm Mn en pasto lavado = 117.7 - 23 (% C en suelo) + 26.7 (TA_2) - 2.33 (mes muestreo) + 2.44 (textura) - 0.63 (CIC en suelo) + 0.39 (% $CO_3^=$ en suelo)

variación explicada = 59.1%

ppm Mn en alfalfa lavada = 49.5 + 0.69 (% $CO_3^=$ en suelo) + 23.2 (TA_2)$^{\Phi}$ + .0098 (Ca_i en suelo)$^{\Phi\Phi}$ - 7.6 (% C en suelo) - 0.01 (P_{total} en suelo) + 0.097 (Mn extractable)

variación explicada = 54.8%

ppm Mn en plantas lavadas = 71.57 + 0.018 (Mn total en suelos) - 18.2 (TM_1)$^{\Phi}$ - 12.8 (% C en suelo) + 24.6 (TA_2)$^{\Phi}$ + 0.0077 (Ca_i en suelos)$^{\Phi\Phi}$ + 2.05 (textura) - 0.012 (P_{total})

variación explicada = 49%

Si se introducen variables determinadas en las plantas se obtiene mejores resultados, por ejemplo en la siguiente correlación, se introdujo el contenido de Fe en la planta, y de 49%, la variación explicada aumentó a 60.7%:

Φ referirse a variables dummy pag.182

$\Phi\Phi$ Ca_i calculado como C.I.C. - (Ki + Mgi + Nai)

ppm Mn en plantas lavadas = 59.08 + 0.034 (ppm Fe en plantas) + 0.88 (% $CO_3^=$ en suelos) - 11.85 $(TM_1)^{\Phi}$ - 16 (%C en suelos) + 23.9 $(TA_2)^{\Phi}$ + 0.01 $(Cai)^{\Phi\Phi}$ + 0.11 (Mn ext en suelos).

variación explicada = 60.7%

ppm Mn en plantas = 94.4 + 0.0187 (Mn total en suelos) - 21.8 $(TM_1)^{\Phi}$ - 13 (%C en suelos) + 25.1 $(TA_2)^{\Phi}$ + 0.0098 $(Cai)^{\Phi\Phi}$ - 1.2 (mes de muestreo) - 0.011 (P_{total})

variación explicada = 46.1%

ppm Mn en plantas = 62.63 + 0.034 (ppm Fe en plantas) - 0.837 (% $CO_3^=$) - 11.19 $TM_1)^{\Phi}$ - 10 (% C en suelos) + 13.8 $(TA_2)^{\Phi}$

variación explicada = 56.8%

ppm Mn extractable en Ss = 88.79 - 10.33 (pH) + 6.4 (% C) + 0.269 (Mn total) - 56.6 $(TA_2)^{\Phi}$ - 1.5 (C.I.C.) - 12.5 (Prox 1)$^{\Phi}$

variación explicada = 90.7%

Φ variable Dummy, referirse a la pág. 182

$\Phi\Phi$ Cai ≃ C.I.C. - Nai + Ki Mgi

ppm Mn extractable en Sp = 182.2 - 3.75 (%$CO_3^=$) + 0.162 (Mn total) + 7.89 (textura) + 36 (%C) - 10.65 (pH) -16.8 (conductividad) - 87.1 (Prox 1)$^{\Phi}$ - 89.3 (TA_2)$^{\Phi}$ - 58.9 (TA_1)$^{\Phi}$

variación explicada = 91.3%

ppm Mn extractable en S* = 32.3 - 2.6 (% $CO_3^=$) + 3.7 (textura) + 7.8 (%C) + 58 (conductividad) + 23.7 (Prox 1)$^{\Phi}$ + 0.3 (C.I.C.) + 0.022 (Ptotal) + 17.6 (TA 1)$^{\Phi}$ + 0.041 (Mn total) - 6.9 (pH)

variación explicada = 82%

$^{\Phi}$ variable dummy, ver pág. 182

REGRESIONES LINEALES

Cu

ppm Cu en pasto lavado = 3.5 + .098 (Cu total en suelo) - 1.9 (%C en suelos) + 4.28 $(TA_1)^{\Phi}$ + 0.22 (C.I.C. en suelos) - 0.214 (% $CO_3^{=}$ en suelos)

variación explicada = 44.1%

ppm Cu en alfalfa lavada = 3.27 - 0.61 (% $CO_3^{=}$) + .036 (Cu total en suelos) + 5.92 $(TA_1)^{\Phi}$ + 0.38 (textura) + 1.85 $(TA_2)^{\Phi}$ + 0.93 (% C en suelo)

variación explicada = 33.5%

ppm Cu en plantas lavadas = 5.53 - 0.336 (% $CO_3^{=}$ en suelo) + 0.089 (Cu total en suelo) + 3.5 $(TA_1)^{\Phi}$ + 1.85 $(TM_2)^{\Phi}$

variación explicada = 35.7%

Si se introducen variables determinadas en las plantas:

ppm Cu en plantas lavadas = 3.6 + 0.07 (ppm Zn en plantas) - 0.32 (% $CO_3^{=}$ suelo) + 0.064 Cu total + 2.8 $(TA_1)^{\Phi}$ + 0.70 $(TM_2)^{\Phi}$

variación explicada = 41.0 %

Φ) variables Dummy, referirse pag. 182

ppm Cu en plantas (lavadas y no lavadas) = -31 - 0.108 (Cu total en suelo) - 0.054 (% C en suelos) + 0.12 (C.I.C. suelo) + .0066 (Cai) $^{\Phi\Phi}$ + 0.080 (Cu ext en suelo) + 0.0136 (P total) - 7.55 $(TA_2)^{\Phi}$ + 4.55 $(TM_1)^{\Phi}$ + 1.07 (textura de suelos) + 0.34 (mes de muestreo) + 1.16 $(TM_2)^{\Phi}$ + 2.21 $(TA_1)^{\Phi}$ - 0.021 (%$CO_3^{=}$ en suelo)

variación explicada = 7.3%

ppm Cu extractable /Ss = 1.952 + 0.38 (Cu total) - 0.18 (CIC) - .0037 (P total) + 1.04 (% C)

variación explicada = 87.8%

ppm Cu extractable en Sp = -2.19 + 0.28 Cu total - 0.002 (P total) + 0.225 (textura) + 0.62 (%C)

variación explicada = 82.4%

ppm Cu extractable en S* = 2.433 + 0.41 Cu total - 1.67 (Prox 2) $^{\Phi}$ - 0.708 (pH)

variación explicada = 89.1%

Φ ref. página. 182

$\Phi\Phi$ Cai $\simeq$ C.I.C. - Nai + Ki + Mgi

REGRESIONES LINEALES

K

% K en pasto lavado = 4.13 + 0.12 mes muestreo - 0.069 K intercambiable - 0.22 pH - 0.8 $(TA_2)^{\Phi}$ - 0.68 $(TA_1)^{\Phi}$ + 0.196 (% C)

variación explicada = 44%

% K en alfalfa lavada = 4.74 + 0.06 (mes muestreo) - .21 (conductividad suelos) + 0.1 (textura) + 0.08 (Ki en suelo) - 0.019 (C.I.C. del suelo) - 0.16 (pH de suelo) - 4 x 10^{-4} (P total del suelo) + 0.43 $(TA_2)^{\Phi}$ + 0.06 (% $CO_3^{=}$) - 0.22 (% C en suelo) - 0.28 $(TA_1)^{\Phi}$

variación explicada = 24.4%

% K en plantas lavadas = 3.22 + 0.6 $(TM_1)^{\Phi}$ + 0.1 (textura suelo) + .05 (mes de muestreo) - 0.17 (conductividad del suelo) - 0.24 $(TM_2)^{\Phi}$ - 0.13 (pH).

variación explicada = 25%

Si se introducen variables de las plantas, el porciento de variación explicada aumenta, por ejemplo, en la siguiente regresión:

Φ variables Dummy, referirse pag. 182

% K en plantas lavadas = 1.3 + 3.88 (% P en plantas) - 0.31 (pH) + 0.23 $(TM_1)^{\Phi}$ + 0.07 (textura) -0.54 $(TA_2)^{\Phi}$ - 0.49 $(TA_1)^{\Phi}$

variación explicada = 48%

meq/100g K intercambiable en Ss = -19.4 + 2.7 pH - 0.33 (textura) + 0.08 (C.I.C.) - 0.8 (%C) + .002 (P total) + 1.16 $(TA_1)^{\Phi}$ + 0.24 (conductividad)

variación explicada = 61.5%

meq/100 g de K intercambiable en Sp = -2.16 + 0.36 (C.I.C.) - 0.46 (pH) + 0.77 $(TA_1)^{\Phi}$ + 0.12 (% $CO_3^{=}$) - 1.3 (% C) - 1.47 $(TA_2)^{\Phi}$ + 0.016 (textura)

variación explicada = 62%

meq/100 g de K intercambiable en suelos no cultivados = - 20.63 + 0.48 (textura) + 2.7 (pH) + 1.5 (% C) + 0.7 (conductividad) + 0.1 (% arcilla)

variación explicada = 67%

Φ variables Dummy, referirse a pag. 182

REGRESIONES LINEALES

N

% N en pasto lavado = 4.32 - 0.267 pH + 0.113 textura - 0.005 (C.I.C.) - 0.58 $(TA_1)^{\Phi}$ - 0.69 $(TA_2)^{\Phi}$ + 0.0002 (P total) + 0.52 (% N en suelo)

variación explicada = 37.1%

% N en alfalfa lavada = 3.58 + 0.019 (C.I.C. suelo) + 1.009 $(TA_2)^{\Phi}$ + 0.94 $(TA_1)^{\Phi}$ - 0.036 (% $CO_3^{=}$ suelo) - 0.035 (mes de muestreo) - 0.035 (textura) + 0.78 (% N en suelos)

variación explicada = 54.9%

% N en Ss = .02 + .09 (% C) - .05 $(TA_2)^{\Phi}$ + .062 x 10^{-4} (P total) + .006 (textura) + .0018 (CIC) - 0.011 (pH)

variación explicada = 92.7%

% N en Sp = 0.032 + 0.098 (%C) - .0019 (pH)

variación explicada = 97.1%

Φ Variables Dummy, referirse a la página 182.

$$\% \text{ N en S}^* = -2.23 + 0.105\ (\% \text{ C}) + .013\ (\text{C.I.C.}) - .010\ (\% \text{ CO}_3^{=})$$

variación explicada = 98%

CAPITULO VI

RESULTADOS Y CONCLUSIONES

RESULTADOS

Evaluación de los efectos del riego con agua residual en suelos..... pag. 197

Evaluación de los efectos del riego con agua residual en plantas. pag.200

Evaluación de las condiciones de los suelos cultivados, respecto a los niveles considerados adecuados para la productividad agrícola..... pag. 201

Evaluación de los contenidos de elementos inorgánicos en alfalfas y pastos, respecto a los niveles considerados adecuados para la productividad agrícola y ganadera. ..... pag. 204

Evaluación de los contenidos de elementos inorgánicos, en muestras vegetales con síntomas foliares ..... pag. 205

Evaluación de los resultados de los análisis químicos efectuados en muestras vegetales seleccionadas..... pag. 205

Determinación de los principales factores que condicionan la disponibilidad de los elementos vestigiales.... pag. 206

Comparación de los resultados obtenidos en este estudio con los ya publicados..... pag. 207

CONCLUSIONES..... pag. 208

RESULTADOS

Evaluación de los efectos que sobre los suelos, tuvo el riego con agua residual.*-

Con base en el análisis de las diferencias, que únicamente se presentan entre suelos no cultivados y cultivados de las regiones regadas con aguas residuales, y no en la zona regada con agua dulce (tabla 89), y considerando que a excepción del tipo de riego, el resto de las técnicas agrícolas utilizadas son similares, se concluyó que los suelos han sido afectados directamente en los siguientes aspectos:

- Aumento del pH** (tabla 60)
- Aumento de la concentración de $Na_{intercambiable}$ (tabla 63)
- Aumento de la concentración de nitrógeno** (tabla 67)
- Aumento del porciento de materia orgánica**(tabla 68)
- Leve aumento del fósforo total*** (tabla 69)
- Leve aumento del fósforo disponible***(tabla 72)
- Leve aumento del potasio total***(tabla 70)
- Aumento del boro extractable (tablas 5 y 6)

Con la excepción del boro, solo son significativos los aumentos en el distrito de riego 03 y no el 88. El fósforo, potasio y sodio, han disminuido en la zona regada con agua dulce.

Algunos de estos aumentos, en una forma indirecta, están alterando el contenido y la disponibilidad de minerales.

(*) Referirse a la tabla 89

(**) Aumentos estadísticamente significativos

(***) Mas que un aumento en los distritos de riego, se observó una disminución en la zona testigo.

Por el alto pH y la gran cantidad de fosfatos y carbonatos que contienen los suelos de estas regiones, los iones vestigiales tienden a formar compuestos insolubles y no a estar unidos a las arcillas, por lo que el aumento de la capacidad de intercambio no se puede considerar, en este caso, un factor importante. En cambio, el aumento del porciento de carbono, ha alterado la disponibilidad de estos elementos, pues los agentes quelatantes(que resultan de la acción bacteriana sobre la materia orgánica),secuestran a los iones que provienen de las aguas de riego o de los minerales propios de la región, formando compuestos que pueden ser solubles, aun bajo condiciones desfavorables. (56)

El aumento de materia orgánica, es la causa posible de los siguientes cambios:

- Aumento del contenido de cobre total* (tabla 73)
- Aumento del contenido de zinc total* (tabla 75)
- Aumento del contenido de plomo total (tabla 77)
- Aumento del contenido de niquel total* (tabla 78)
- Aumento del contenido de plomo extractable* (tabla 79)
- Aumento del contenido de cobre extractable* (tabla 80)
- Aumento del contenido de zinc extractable* (tabla 82)
- Aumento del contenido de cadmio total (tabla 44)

Estos cambios solo son significativos estadísticamente en suelos del distrito de riego 03 y no en el 88, esta diferencia, se puede deber a que:

- Los aumentos del % carbono, % de nitrógeno y arcilla solo son significativos en el D.R.03**
- Los contenidos originales de Cu, Mn, Zn y Fe de los suelos del distrito de riego 03 son mayores que los del 88.
- El contenido de carbonatos de distrito de riego 88 es mucho mayor que el del 03, lo que puede facilitar la formación de carbonatos y otros compuestos insolubles que dificultan la formación de quelatos

(*) Aumentos estadísticamente significativos

(**) Estos aumentos pueden estar relacionados con el número de años de aplicación de aguas residuales.

De los elementos determinados, se observó que el aumento de la materia orgánica afectó principalmente la concentración del cobre, zinc y plomo y no alteró la del hierro y manganeso.

La relación entre el porciento del carbono y la disponibilidad de los tres primeros elementos ha sido ya discutida, se ha comprobado que en suelos donde se añade frecuentemente material orgánico, se favorece la acumulación de zinc (56) que es liberado por la acción microbiana (45); el cobre se fija en el suelo, formando quelatos con lignoproteinas y otros compuestos orgánicos y la fijación del plomo, se explica por la formación de compuestos de coordinación con la materia orgánica. (18) y (56)

Simultáneamente al aumento de materia orgánica, en estos suelos, también está aumentando el sodio y consecuentemente el pH, lo que produce un efecto contrario, pues a excepción del molibdeno, el resto de los elementos vestigiales tienden a formar compuestos insolubles. Posiblemente el manganeso y el hierro, en estas condiciones, estén oxidados y solo puedan solubilizarse bajo condiciones reductoras o cuando formen esporádica y temporalmente quelatos.

Además de las diferencias entre suelos cultivados y no cultivados, también se estudiaron las que se presentan entre los suelos superficiales y los profundos. Se encontró que los contenidos de los elementos inorgánicos en las capas interiores, son menores que en las exteriores, lo que puede estar relacionado con la menor concentración de materia orgánica y capacidad de intercambio de los horizontes profundos, y además con la tendencia de las plantas a remover metales de las capas profundas y a depositarlas en la superficie. Las diferencias solo son significativas en el distrito de riego 03. (tabla 87)

Evaluación de los efectos del riego con agua residual en plantas.-

Respecto a los niveles determinados en la zona testigo(riego con agua dulce), se observaron en las alfalfas, las siguientes diferencias:

- Mayor concentración de zinc* (tabla 94)
- Mayor concentración de cobre (tabla 96)
- Mayor concentración de sodio* (tabla 97)
- Mayor concentración de fósforo (tabla 98)
- Mayor concentración de nitrógeno (tabla 102)

La época del año en que se muestreó no influyó en los resultados. Los niveles detectados en verano (época de lluvias) fueron similares a los del invierno(época de riego). Las diferencias observadas en las alfalfas, corresponden a las que se presentaron en los suelos.

En los pastos, se observaron las siguientes diferencias:

- Mayor concentración de zinc* (tabla 104)
- Mayor concentración de cobre (tabla 106)
- Mayor concentración de sodio* (tabla 107)
- Menor concentración de potasio* (tabla 111)
- Menor concentración de nitrógeno*(tabla 112)

La estación no influyó en los resultados, solo se observó que la concentración de hierro en invierno era mayor que en verano, pero la diferencia no es significativa estadísticamente.

(*) Cambios significativos estadísticamente (tabla 127)

Evaluación de las condiciones de los suelos cultivados, respecto a los niveles considerados adecuados para la productividad agrícola.(**)

pH) En los distritos de riego 03 y 88, los valores son altos. Especialmente en el 88, donde los máximos alcanzaron valores de 10.

Conductividad) La mayoría de la muestras de los suelos cultivados en los distritos de riego 03 y Z.T. presentan valores bajos. En el distrito de riego 88, medios. (el valor máximo se localizó en la Z.T. y fue de 4.45 respecto a un valor medio de 1.0 mmhos.)

Na intercambiable) En la Z.T. los valores son medios y en los distritos de riego, altos.(El máximo se determinó en el 88 y fue de 27.9 meq/100g, respecto a un valor medio de 1 meq/100 g)

Porciento de carbonato) El nivel en la Z.T. es bajo, en el D.R. 03, medio y en el D.R.88 muy alto.(El valor máximo se determinó en esta última región y fue de 22%, respecto a un valor medio de 1 a 3 %)

Mg intercambiable) En las tres zonas los valores son altos. (El máximo se determinó en el D.R.88 y fué de 20.4 meq/100g respecto de un valor medio de 0.5 a 4.0 meq/100g)

Potasio intercambiable) En las tres zonas los valores son altos. (Se determinarón los valores máximos en el D.R.88 y fueron de 14.2 meq/100g, el valor mínimo se localizó en la zona testigo y fue de 0.3 meq/100g. El valor medio reportado es de 0.2 a 0.6 meq/100g)

Capacidad de intercambio catiónico) En los distritos de riego 03 y 88 los valores son altos, mientras que en la zona testigo son medios.(El máximo se determinó en el D.R.88 y fue de 39.7 meq/100g, respecto a un valor medio de 6 a 25 meq/100g)

Porciento de nitrógeno) Las tres zonas presentan contenidos medios.(No se presentan valores extremos, pero se observa que los suelos no cultivados de los distritos de riego tienen niveles bajos.)

Porciento de carbono) Los contenidos de los distritos de riego 03 y 88 son medios y los de la zona testigo, bajos. (No se observaron valores extremos, solo que a diferencia de los suelos cultivados, los no cultivados de los distritos de riego, son muy pobres en materia orgánica)

(**) Referirse a las tablas 55 a 59 (pp. 107-111) y al apéndice B.

Fósforo total) Las tres regiones tienen contenidos medios. (el valor máximo se determinó en el D.R.03 y fue de 1 930 ppm, respecto de un valor medio de 200-300 ppm)

Potasio total) Los distritos de riego 03 y 88 tienen contenidos medios y la zona testigo, bajos. (El valor máximo, se determinó en el D.R.88 y fue de 10 200 ppm. respecto a un valor medio de 4 000 a 10 000 ppm)

Magnesio total) En el D.R.03 y en la zona testigo, los contenidos son medios y en el D.R. 88, muy altos. (El valor máximo se determinó en esta última región y fue de 10%, respecto a un valor medio de 0.2 a 1.0%)

Fósforo disponible(Olsen) Las tres regiones presentan altos contenidos. (El valor máximo se determinó en el D.R.03 y fue de 101 ppm y el valor mínimo en la Z.T. de 6 ppm,respecto a un valor medio de 5 a 15 ppm)

Níquel total) Las tres regiones presentan contenidos bajos sin valores extremos.

Cobre total) El distrito de riego 03, presenta concentraciones medias y altas, mientras que el D.R. 88 y la zona testigo, bajas.(El valor máximo se determinó en el D.R. 03 y fue de 95 ppm, respecto a un valor medio de 20 ppm)

Manganeso total) Las tres regiones presentan concentraciones medias, sin valores extremos.

Zinc total) El distrito de riego 03 presenta niveles altos, mientras que el D.R.88 y la zona testigo, medios. (El valor máximo se localizó en el D.R.03 y fue de 345 ppm, el mínimo en la zona testigo y fue de 20 ppm, respecto un valor medio de 50 ppm)

Hierro total) El distrito de riego 03 y la zona testigo, presentan concentraciones medias y el distrito de riego 88, bajas. No se observaron valores extremos.

Cadmio total) Solo se detectó Cd en el D.R. 03.(El valor máximo fue de 8 ppm, respecto a un valor medio de 0.5 ppm)

Plomo total) Las tres regiones presentan valores bajos, pero en ambos distritos de riego, se localizan algunos sitios con niveles muy altos.

Plomo extractable) En el distrito de riego 88 y la zona testigo los niveles son bajos, en el distrito de riego 03, altos. (En esta última zona se localizaron algunos sitios con valores máximos de 51 ppm, siendo el nivel medio de 5.3 ± 1.5 ppm.)

Cobre extractable) El distrito de riego 88 y la zona testigo presentan niveles bajos, el D.R.03, niveles medios, con algunos valores muy altos. (El máximo se localizó en este último distrito y fue de 29 ppm, respecto a un valor medio de 5.1± 0.7 ppm.)

Manganeso extractable) El nivel en la zona testigo es alto, en el D.R.03, medio y en el D.R.88, bajo. (Los máximos se determinaron en la zona testigo y en el D.R.88, y fueron de 163 ppm, respecto a un valor medio de 68 ppm)

Zinc extractable) Los contenidos en el distrito de riego 03 son altos y en cambio los del distrito de riego 88 y la zona testigo son bajos.(En el D.R.88 se localizaron valores deficientes, < 1.4 ppm y los máximos de 40 ppm, en el distrito de riego 03, respecto a un valor medio de 16 ppm.)

Hierro extractable) Los contenidos de las tres regiones son bajos. (El mínimo valor se localizó en el D.R. 88 y fue de 0.4 ppm, siendo el valor medio de 11 a 100 ppm)

Boro extractable*) Los niveles en el D.R. 88 son muy altos. (El máximo en ese distrito fue de 25.9 ppm y el valor mínimo que se determinó en la zona testigo de 1.5 ppm, el valor medio es de 0.6 ppm)

Plomo total*) Los valores determinados por rayos X, en muestras del distrito de riego 03,fueron altas.

Cobalto total*) Los valores determinados por rayos X, están dentro de los límites considerados normales: 1-50 ppm. Sin embargo los valores mas altos corresponden al D.R. 03.

Cromo total*) Los niveles detectados corresponden a los valores medios: 200± 100 ppm.

Molibdeno total*) Todos los contenidos de este elemento en las muestras analizadas eran menores de 25 ppm (límite de detección)

Cadmio total*) Todos los contenidos de este elemento en las muestras analizadas eran menores de 250 ppm. (límite de detección)

Niquel total*) Todas las muestras contenían menos de 250 ppm.(límite de detección), los suelos que pueden presentar problemas, contienen de 400 a 5000 ppm.

(*) Estos análisis se efectuaron en algunas muestras seleccionadas. (pag. 46) y (tablas 9-12)

Evaluación de los contenidos de elementos inorgánicos en alfalfas y pastos, respecto a los niveles considerados adecuados para la productividad agrícola y ganadera. (*)

Hierro) Los valores están comprendidos dentro de los niveles considerados normales-altos para fines agrícolas y pecuarios. La mayoría del ganado tolera grandes cantidades de este elementos. (75)

Zinc) Los valores están comprendidos dentro de los niveles considerados normales-medios, para fines agrícolas y pecuarios. Algunos pastos del D.R. 03 y del D.R.88 contienen 100 ppm. Si el ganado ingiere mas de 1 000 mg/día, puede empezar a presentar problemas. (75)

Manganeso) Los valores están comprendidos dentro de los límites considerados normales-medios, para fines agrícolas y pecuarios. Algunos pastos de las tres regiones, presentan niveles altos de 130 ppm. Si el ganado ingiere mas de 1000 mg/día, puede empezar a presentar problemas.(75)

Cobre) Los valores están comprendidos dentro de los límites considerados normales-medios, para fines agrícolas y pecuarios. Los valores máximos que se determinaron en el D.R.03, son altos para el ganado, especialmente el ovino (75). Pero considerando que el ganado come una mezcla de forrajes, que proceden de diversos puntos, resulta improbable que se presenten casos de toxicidad, aunque también hay que considerar, que el efecto sobre los organismos animales es mayor, cuando el cobre esta formando parte de biomoléculas,que cuando está en forma iónica. (mineral)

Sodio) Los niveles en las alfalfas son altos y en los pastos medios, respecto al criterio agrícola.

Fósforo) Los valores se clasifican,respecto al criterio agrícola,como medios-altos, en el D.R. 88 se localizaron muestras deficientes. Para fines pecuarios, todos los valores están comprendidos dentro de los límites considerados normales-altos.

Magnesio) Los valores se clasifican, respecto al criterio agrícola, como medios-altos, y para fines pecuarios como altos.

(*) Referirse a las tablas 93 a 112 y 120 a 121.

Calcio) Los resultados fueron muy variable, clasificándose para fines agrícolas, como medios, y para fines pecuarios, dependió del tipo de planta: en el caso de las alfalfas, resultaron altos y los de los de los pastos, medios.

Potasio) Los valores obtenidos resultaron normales-altos, para fines agrícolas y pecuarios.

Nitrógeno) Todas las muestras están comprendidas dentro de el nivel considerado normal-alto.

Evaluación de los contenidos de elementos inorgánicos, en muestras vegetales con síntomas foliares: *

Distrito de riego 88) Se detectaron, en muestras de betabel forrajero y maíz, deficiencias de cobre y manganeso y muy altos niveles de boro y sodio.

Distrito de riego 03) Se detectaron, en muestras de maíz y frijol, niveles muy elevados de hierro y altos de zinc y manganeso. Se determinó que muestras estaban contaminadas con suelo, analizando su contenido de titanio, pues cuando ese es el caso, los resultados de hierro siempre resultan elevados. Sin embargo se pudo comprobar que los contenidos de las muestras vegetales, eran realmente altos.

Evaluación de los resultados de los análisis químicos efectuados en muestras vegetales seleccionadas.**

Los análisis efectuados en un Espectrofotómetro de Rayos X, ofrecieron poca información. Los únicos elementos que pudieron detectarse fueron el plomo, cromo y molibdeno. Sin embargo, se pudo concluir que no hay peligro de toxicidad de cobalto para el ganado que ingiere forrajes de estas zonas.

Respecto al cromo y molibdeno, es necesario precisar, los contenidos por otros métodos.

(*) Referirse a las tablas 113 y 114

(**)Referirse a las tablas 19 a 24

Los resultados de los análisis de plomo y cadmio, efectuados en 12 muestras, por absorción atómica en un horno de gráfito, estuvieron comprendidos dentro de los siguientes límites: plomo de 0.4 a 8.0 ppm y cadmio de 0.3 a 1.0 ppm. Estos resultados son mucho menores que los obtenidos por rayos X y que los reportados en otros estudios que se realizaron en estas mismas regiones.

Los niveles de boro, determinados en cinco muestras del D.R.88, resultaron muy altas (niveles considerados tóxicos por algunos autores) y dado que se observaron síntomas foliares que corroboran los resultados, resulta necesario, realizar mas análisis de este elemento, en esa zona.

Determinación de los principales factores que condicionan la disponibilidad de los elementos vestigiales.*

- El pH de los suelos condicionan la disponibilidad del manganeso y hierro extractable y está correlacionado con el contenido total de estos elementos y con la concentración de sodio en suelos y plantas.

- Excepto el hierro, las cantidades totales de cobre zinc y manganeso, están correlacionadas con sus contenidos extractables y con las concentraciones de los mismos elementos en las plantas.

- La cantidad de materia orgánica de los suelos resultó un factor determinante en la retención y disponibilidad del cobre, zinc y plomo. Está correlacionado negativamente con el contenido de manganeso extractable en suelos y con la concentración de este mismo elemento en plantas.

(*) Referise a las tablas 90 a 92 y a las páginas 182 a 195.

- La arcilla no está correlacionada con los contenidos de elementos metálicos en suelos y plantas, únicamente está relacionada con el sodio y potasio intercambiables y con el contenido de sodio en alfalfa y pasto.

- El clima y la estación, no fueron factores determinantes, pues los resultados en verano e invierno fueron similares.

- El lavado de las muestras vegetales solo influyó en los resultados de hierro.

- Los contenidos extractables de los suelos se explican ampliamente con base en otros factores de los suelos (ref. a regresiones lineales). En cambio la explicación de la variación en las muestras vegetales, con base en los factores de los suelos, fue muy baja y para mejorarla, resulta necesario incluir otros factores determinados en las propias plantas, y que son muy difíciles de medir.

Comparación de los resultados obtenidos en este estudio con los ya publicados.

Al comparar los resultados obtenidos con los datos ya publicados,* se encontró, que a excepción del boro, los contenidos de iones vestigiales en plantas son mucho mas bajos que los reportados. Especialmente en los que se refiere a elementos metálicos que se encuentran en concentraciones ínfimas, como son el plomo, cadmio, cobre, etc.

En un estudio efectuado por la SARH, ya habían notado la acumulación de iones metálicos en los suelos,pero lo relacionaban al aumento del contenido de arcilla y no al de la materia orgánica.

(*) Referencias 47, 50 y 68

En este estudio no se confirmaron los elevados niveles de cadmio en aguas, pero en general,si se corroboró la presencia de altas concentraciones de elementos vestigiales en sedimentos y aguas de los canales de riego. Los niveles obtenidos son similares a los reportados en estudios efectuados en otros paises. (14), (65) y (67)

CONCLUSIONES

El efecto de las aguas residuales sobre los suelos de los distritos de riego 03 y 88, puede considerarse benéfico, ya que ha aumentado la cantidad de nitrógeno, materia orgánica y fósforo; se han mantenido los niveles de potasio y ha sido una fuente de micronutrimentos. Sin embargo, en forma paralela, se han producido cambios que en una plazo mediato pueden dar origen a problemas, como son:

- El aumento de sodio y en consecuencia del pH.
- El aumento de boro.
- La acumulación lenta y alteración de la disponibilidad de iones metálicos, debido al aumento de la materia orgánica.
- La insolubilización de los micronutrimentos, por el aumento del pH.

El efecto actual de estos cambios sobre las plantas, no es notorio, los contenidos de elementos inorgánicos en estas, son adecuados. Sin embargo en el D.R. 88, donde hay problemas de drenaje y los valores del pH del suelo son muy altos, se presentan deficiencias de micronutrimentos y toxicidades de boro y sodio.

En el D.R.03, donde el aumento de materia orgánica ha sido significativo, y está alterando la disponibilidad y retención de iones metálicos, resulta necesario controlar, en tejidos

vegetales, el contenido de cobre, zinc y plomo. Si en el futuro se mejora el drenaje de esta zona y disminuye el pH, este control será aun mas necesario, pues entonces la disponibilidad de estos metales puede aumentar peligrosamente.

El plomo producido principalmente por la contaminación vehicular, resultó el metal tóxico que mas se ha depositado en los suelos de estas regiones, reteniéndose como compuesto de coordinación. Pero hay que considerar que su absorción por las plantas, vía el suelo, resulta muy difícil, pues estos complejos, al igual que otros muchos compuestos de este elemento, son insolubles. Resultaría muy interesante continuar investigando el comportamiento de los complejos de plomo, pues los resultados obtenidos, podrían utilizarse para predecir los efectos de la contaminación de los suelos por otros elementos similares, que si en la actualidad no resultan peligrosos, en el futuro pueden, al aumentar su dispersión, presentar problemas.

Respecto a la dispersión causada por la industria del Valle de México, vía las aguas residuales, se puede decir que debido a los pocos años que tiene funcionando(*) aun no ha tenido consecuencias, pero resulta necesario prever que esta situación no cambie en un futuro próximo. Y además resulta aconsejable controlar otras zonas del país, donde las condiciones del suelo no sean tan alcalinas, ya que en este caso, este factor ha funcionado como amortiguador.

Por último basta decir que en este trabajo no se pretendió analizar exhaustivamente toda la información recabada. Simplemente se inició un trabajo que se continuará posteriormente.

(*) La etapa de industrialización del Valle de México, data aproximadamente del año 1940.

BIBLIOGRAFIA

(1) Aburto Cesar. Elementos de Bioestadística. Fondo Educativo Interamericano. México, (1979).

(2) Allan, J.E. " The determination of Zinc in Agricultural Materials by Atomic Absorption Spectrophotometry". The Analyst. V.86, No.1025 (1961)

(3) Ammerman, Miller, Fick and Hansard. "Contaminating Elements in Mineral Supplements and their Potential Toxicity: a Review". Journal of Animal Science. V. 44, No. 3 (1977)

(4) Aspectos Agroeconómicos de la Cuenca del Valle de México. Dirección de Agrología. Subsecretaría de de Planeación. SRH. México (1975)

(5) Arvik and Collins. " The influence of temperature, pH and Metabolic Inhibitors on Uptake of Lead by Plants Roots". Journal of Environmental Quality. V.3, No.4 (1974).

(6) Babor e Ibarz. Química General Moderna. Ed. Marín 7a Ed. España.(1974)

(7) Bauer,E.L. Manual de Estadística para Químicos. Alhambra. España (1974).

(8) Bear, F. Chemistry of the Soil. "Trace Elements in Soils". 2a Ed. Reinhold. New York (1964).

(9) Bearington. "Some Aspects of Contamination of Herbase with Copper, Zinc and Iron". Environmental Pollution.V.8 No.1 (1975).

(10) Berrow and Webber."Trace Elements in Sewage Sludges" J. Sci. Fd. Agric. 23 (1972)

(11) Cary, Allaway, Olsen."Control of Chromiun Concentration in Food Plants. 1 Absorption and Translocation of Chromiun by Plants. J. Agric. Food. Chem. V 25, No.2 (1977).

(12) Cary, Allaway,Olsen. " Control of Chromiun Concentration in Food Plants. 2 Chemistry of Chromiun in Soils and its Availability to Plants. J. Agric. Food Chem. V. 25, No.2 (1977)

(13) Coulbourn and Thornton." Lead Pollution in Agricultural Soils". J. of Soil Science. 29 (1978).

(14) Chaney, R.L. "Plant Uptake of Heavy Metals from Sewage Sludge Applied Heavy Metals from Sewage Sludge Applied to Land". Proceedings of the 1975 National Conference on Municipal Sludge Management and Disposal. August 18 a 20. Anaheim, California (1975).

(15) Davis, G. "Magnesium in Animal Nutrition". Feedstuffs. Volumen 49, No. 26 (1977)

(16) De Alba. "Alimentación del Ganado en América Latina" Centro Regional de Ayuda Técnica. México (1971)

(17) Devlin. Fisiología Vegetal. Editorial Omega. México.

(18) Diagnostic Criteria for Plants and Soils. Edited by Chapman, Californica (1965).

(19) Diagnóstico y Rehabilitación de Suelos Salinos y Sódicos. Personal del Laboratorio de Salinidad de los Estados Unidos de Norteamérica. Editorial Limusa. México, (1973).

(20) El Manejo de Datos Experimentales. The Open University Mc. Graw Hill. México (1970)

(21) Erichse, J. Fish and River Pollution. Butterworths. London (1973).

(22) Estudio Agrológico Especial del ex-lago de Texcoco, Edo. de México. Publicación No. 2 Dirección de Agrología. Dirección general de grande irrigación y control de ríos. SRH, México. (1971)

(23) Gullon, A. Introducción a la Estadística Aplicada. Alhambra. España (1971)

(24) Hardy, F. Suelos Tropicales, con énfasis en América Herrero Hermanos. México (1970).

(25) Hesse, P.R. Soil Chemical Analysis. John Murray. London (1971).

(26) Hewitt and Smith. Plant Mineral Nutrition. Unibooks, English Universities Press. London (1975).

(27) Hibbard. Soil Sci. 50 (1940) pp 53-55.

(28) Hinesly, T.D. et al. "Agricultural Benefits and Environmental Changes Resulting from the Use of Digested Sewage Slude on Field Crops. Environmental Protection Agency U.S.A. (1975)

(29) Hoell. "Lead and Plants". Residue Review: Residues of Pesticides and Others Contaminants in the Total Environment. 54(1975) pp.79-111.

(30) Huheey, J. Inorganic Chemistry. Harper and Row. New York (1972).

(31) Irvine, D.E. and Knights, B. Poluttion and the Use of Chemicals in Agriculture. Butterworths. London (1974)

(32) Issac and Kerber. Atomic Absorption and Photometry. Soil Science Society of America. Edited by Walsh. (1974)

(33) Jackson. Análisis Químico de Suelos. Editorial Omega. 4a Edición, Barcelona, España (1982)

(34) Jarvis and Jones. "The Contents and Sorption of Cadmium in some Agricultural Soils of England and Wales" The Journal of Soil Science. V 31, No.3 (1980)

(35) Jenne, E.A. "Controls on Mn, Fe, Co, Ni, Cu y Zn Concentrations in Soil and Waters, the Dominant Role of Hydrous Mn and Fe Oxides". Adv. Chem. Ser. 73 (1967) pp. 337-387.

(36) Jones, A."Elemental Analysis by X-ray Emission Spectrography". Department of Soil Science. University of Reading, England. (no publicado)

(37) Kerber, Russo, Peterson and Edger. "Performance Improvements with the Graphite Furnace" Atomic Absorption Newsletter. V 12, No. 4 (1973).

(38) Klein Louis. River Pollution: Chemical Analysis. Butterworths. 6a Ed. (1973).

(39) Kolb Erich. Microfactores en Nutrición Animal. Ed. Acribia. España (1972).

(40) "La Industria Mexicana. Situación Actual y Perspectivas". Confederación de Camaras Industriales de los Estados Unidos Mexicanos. México. (1971- 1981)

(41) Legislación Ambiental de México. Subsecretaría de Mejoramiento del Ambiente. Secretaría de Salubridad y Asistencia. México (1977).

(42) Leithe. W. The Analysis of Organic Pollutants in Water and Waste Water. Ann Arbor Science Publishers Inc. Michigan. (1972).

(43) La Ciudad mas Grande del Mundo. Publicación Especial. Revista de Geografía Universal. 3A Editores. México (1982).

(44) Lindsay Y Norvell."Development of a DTPA Soil Extraction Procedure for Zn, Fe, Mn, Cu". J. Soil Science Society of America. V42, No.3 (1978) pp.421-428.

(45) Liquid Fertilizer Manual. National Fertilizer Solutions Association. 1701 W. Detwiller Dr. Peoria, Illinois 61614. U.S.A.

(46) Loehr, R.C. Pollution Control for Agriculture. Academic Press. New York (1977).

(47) Mascareño, C.F. "Estudio Preliminar sobre Contaminación de Suelos y la Producción Agrícola en el D.R. 03, por el uso de Aguas Negras de la Cd. de México". Tesis. Colégio de Posgraduados. Escuela Nacional de Agricultura. Chapingo, México (1975).

(48) Mapa Metalogénico de la República Mexicana. Consejo de Recursos Minerales. México (1975).

(49) Mc. Dowell, L.P. "Determinación de Deficiencias y Toxicidades de Minerales en el Ganado en América Latina". Universidad de Florida. No publicado (1972).

(50) Mendoza, H. " An Evaluation of the Use of Mexico City Wastewater on the Irrigation of Crops". Water Reuse Symposium II. Washigton, D.C. August 23-28 (1981).

(51) Mertz, W."Chromium as a Dietary Essential for Man". Trace Element Metabolism in Animals. University Park Press. Baltimore. U.S.A.

(52) Mertz, W. "Criteria for Adequacy and Safety of Trace Elements in Animal Nutrition". J. of Animal Science V 44, No.3 (1977).

(53) Método Internacional de Clasificación de las Fracciones Obtenidas por Análisis Mecánico de Suelos. Imp. Bureau Soil Sci. Tech. Comm. 26(1933)

(54) Métodos para el Análisis Físico y Químico de Suelos, Aguas y Plantas. Dirección de Agrología. Subsecretaría de Planeación. SRH. México (1975).

(55) Mitchell, Reith and Johnston. "Soil Copper Status and Plant Uptake". 2nd. Symposium on Analyse des Plants et Problemes des Engrais Mineraux. VIth Int. Congr. Soil Sce. Paris, (1956) pp. 249-261

(56) Morvedt, J. Micronutrients in Agriculture. Soil Science Society of America. U.S.A. (1972)

(57) Neathery, W.M. and Miller, W.J. "Tolerance Levels, Toxicity of Essential Trace Elements for Livestock and Pultry" Feedstuffs. V. 49, No. 36 (1977)

(58) Necesidades Nutritivas del Ganado Vacuno. Academia de Ciencias de Estados Unidos. Colección de Textos de Agronomía y Veterinaria. V 8. Editorial Hemisfério Sur. Argentina (1971).

(59) Nyle and Brady. The Nature and Properties of Soil. Mc Millan. New York (1974).

(60) Ochiai Ei-Ichiro. Bioinorganic Chemistry. Allyn and Bacon, Inc. Boston, U.S.A. (1977).

(61) Perkin Elmer. Analytical Methods for Atomic Absorption Spectrometrie. U.S.A.(1977).

(62) Permissible Levels of Toxic Metals in Sewage used on Agricultural Land. A.D.A.S. Advisory paper No. 10, Ministry of Agriculture, Fisheries and Food. England (1971).

(63) Phipps, D.A. Metals and Metabolism. Oxford Chemistry Series. Clarendon Press. London (1976).

(64) Pinta Maurice, Spectrometrie D' Absorption Atomique. Masson et Cie Editeurs. Paris (1971).

(65) Purves, D. Trace Element Contamination of the Environment. Esevier. Amsterdam (1977).

(66) Restrepo, I. "La Agricultura es la Actividad que en Mayor Medida Sufrirá los Efectos del Deterioro Ambiental". Periódico 1+1, Viernes 16 de Octubre (1981).

(67) Report of Working Party on the Disposal of Sewage Slude to Land. Dep. of the environment National Water Council Standing Technical Committee. Report No.5. London (1977).

(68) Reuso del Agua en la Agricultura, la Industria, los Municipios y en la Recarga de Acuíferos. 1a y 2a etapas. Dirección General de Usos del Agua y Prevención de la Contaminación. SRH (1973-1975).

(69) Ringbom, A. Formación de Complejos en Química Analítica. Alhambra. España (1979).

(70) Russell y Russell. Soil Condition and Plant Growth. Longmans. London (1961).

(71) Scott, Mitchel, Purves y Voss."Spectrochemical Methods for the Analysis of Soil Plants and Other Agricultural Materials". Consultive Committee for Development of Spectrochemical Work. The Macaulay Institue for Soil Research. Aberdeen, Scotland. (1971)

(72) Sinha, Dhillon, Dhillon and Dyanand. "Solubility Relationships of Iron, Manganese, Copeer and Zinc in Alkaline and Calcareous Soils". Aust. J. Soil. Res. 16 (1978) pp. 19-26

(73) Situación Actual de la Contaminación Atmosférica en el Area Metropolitana de la Cd. de México. Memorándum Técnico SMA/DGS At/o4-78. Subsecretaría de Mejoramiento del Ambiente. SSA. México (1978).

(74) Spears and Hatfield "Role of Nickel in Animal Nutrition" Feedstuffs. V 49, No.24 (1977).

(75) Stake, P. "Trace Element Absorption Factors in Animals" Feedstuffs. V 49, No.52 (1977).

(76) "The Determination of Small Amounts of Copper in Organic Matter. Report prepared by The Metallic Impurities in Organic Matter, Subcomittee. The Analyst. V 88, No.1045 (1965) pp. 253-258.

(77) Thomas, J.A. et al. "Lead and Camium Content of some Vegetable Foodstuffs. J. Sci. Fd. Agric. 23 (1972) pp. 1493-1498.

(78) "Trace Elements in Soils and Crops". Technical Bulletin 21. Ministry of Agriculture, Fisheries and Food. England.

(79) Tropical Soil Analysis Unit. Analytical Methods. Land Resources Development Centre. Coley Park, Reading. England.(sin publicar)

(80) Ullrey, D.E. "Analytical Problems in Evaluating Mineral Concentrations in Animal Tissues". J. of Anim. Sci. V 44, No. 3 (1977).

(81) Varian Techron.Analytical Methods for Carbon Rod Atomizer. California, U.S.A.(1975).

(82) Vizcaíno Murray, F. La Contaminación en México. Fondo de Cultura Económico. México (1975).

(83) Ward and Johnston. Chemical Methods of Plant Analysis. Canada, Department of Agriculture. Pub. No. 1064. Canada (1960).

(84) Wilkins, C. " The Distribution of Mn, Fe, Cu and Zn in Topsoils and Herbage of North West Pembrokeshire". J. Agric. Sci. Camb. 92 (1979) pp.61-68

(85) Williams, D.R. The Metals of Life. Van Nostrand. London (1971).

LISTA DE ABREVIATURAS Y TERMINOS

Agua dulce	= agua no contaminada
Agua residual	= agua de deshecho industrial, doméstica y agrícola.
Agua mezclada	= mezcla de aguas residuales con blanca.
Agua negra	= se refiere a una mezcla de diferentes a guas residuales.
Epoca	= Se refiere a una división del año convencional, que concuerda aproximadamente con los meses en que llueve (verano) y en los que se tiene que utilizar riego (invierno).
Extractable	= Se refiere a la cantidad que puede ser extraída del suelo, con cietas soluciones y que esta correlacionada con la cantidad que absorbe la planta.
Invierno	= época convencional que abarca seis meses, de noviembre a abril.
Tratamiento	= se refiere al proceso de lavado de las muestras, o sea hay dos tratamientos: muestras lavadas y muestras sin lavar.
"Otras"	= Se refiere a las siguientes muestras vegetales: avena, betabel, eucalipto, frijol, maíz, pirul y trigo.
Verano	= época convencional que abarca seis meses de mayo a octubre.
AD	= agua dulce
AM	= agua mezclada
AR	= agua residual
a.d.s.	= suelo secado al aire.
Al	= alfalfa
Av	= avena
Be	= betabel
C.E.	= conductividad eléctrica.
C.I.C.	= capacidad de intercambio catiónico.
cps	= conteos por segundo
Cond.	= conductividad eléctrica.
Cp	= conteo de la muestra
Cb	= conteo de fondo(ruido)
D	= agua dulce

D.R.03	= distrito de riego 03
03	= " " " "
D.R.88	= distrito de riego 88
88	= " " " "
Eu	= eucalipto
Ext.	= extractable (referirse a lista términos)
extrac.	= "
Fr	= frijol
I	= invierno
Int.	= intercambiable
L	= lavado
M	= agua mezclada
Ma	= maíz
ND	= no detectado (abajo del límite de detección)
o.d.s.	= suelo secado en horno
P	= plantas(comprede todas las muestras vegetales que se recolectaron)
Pa	= pasto
Pi	= pirul
R	= agua residual
SL	= muestra no lavada (sin lavar)
S.L.	= " " "
Ss	= suelo superficial cultivado
Sp	= suelo profunto (50 cm.)
S*	= suelo superficial no cultivado
Sat.	= saturación
Tr	= trigo
V	= verano
ZT	= zona testigo
Z.T.	= " "

LISTA DE FIGURAS, MAPAS Y TABLAS*

Figura 1 = "Crecimiento e la Población Vehicular de la Ciudad de México" p. 14

Figura 2 = "Consumo de Gasolina en el Area Metropolitana de la Ciudad de México" p. 15

Figura 3 = "Localización Industrial del Area Metropolitana de la Ciudad de México" p. 18

Figura 4 = "Croquis del Sistema Hidrólogico" p. 28

Mapa 1 = Descripción de las Zonas de Estudio. p 25

Mapa 2 = Descripción de las Zonas de Estudio, Sistema hidrológico, Tipos de Agua de Riego y Sitios de Muestreo. p. 42

TABLA 1 Alteración de la Calidad del Agua del Gran Canal. p. 9

TABLA 2 Localización Industrial del Area Metropolitana de la Ciudad de México p. 17

TABLA 3 Descripción de los Elementos Inorgánicos que se Utilizan en la Industria p. 19

TABLA 4 Valor del Producto Interno Bruto Real del Sector Manufacturero. p. 21

TABLAS 5-26 Resultados de los Análisis Químicos Efectuados. p. 50-75

TABLAS 27-127 Resultados Estadísticos. p. 79-194

(*) Para mayor información sobre las tablas 5 a la 127, referirse a la primera página de cada capítulo a que pertenezcan.

APENDICE A

FUNCIONES Y TOXICIDAD DE LOS ELEMENTOS QUIMICOS EN SISTEMAS BIOLOGICOS.

Número Atómico	Elemento	Funciones Biológicas	Toxicidad	Comentarios
1	Hidrógeno	Hidrógeno molecular es metabolizado por algunas bacterias.		Forma parte del agua y de moléculas orgánicas.
2	Helio	No se conocen		Se utiliza para sustituir al nitrógeno como diluyente del O_2, en mezclas para respirar que evitan "daños" al organismo cuando trabaja a alta presión
3	Litio	No se conocen	Ligeramente tóxico.	Tiene usos farmacológicos para tratar pacientes maniaco-depresivos.
4	Berilio	No se conocen	muy tóxico	Es un elemento contaminante que procede de los humos industriales.
5	Boro	Desconocidas, pero es esencial para las algas verdes y plantas superiores.	Moderadamente tóxico para plantas, muy tóxico para mamíferos.	
6	Carbón	Síntesis de todas las moléculas orgánicas y carbonatos biogenéticos.	El CO es moderadamente tóxico para las plantas, muy tóxico para los mamíferos. El CN es muy tóxico para todos los organismos.	El CO y CO_2 son contaminantes universales que se producen al quemar combustibles fósiles; el CN^- es un contaminante local que se encuentra en los ríos cercanos a minas.

Número Atómico	Elemento	Funciones Biológicas	Toxicidad	Comentarios
7	Nitrógeno	Síntesis de las proteínas, ácidos nucléicos, etc. Etapas del ciclo del nitrógeno($N_{org.}$ ——— NH_3 ——— NO_2^- —— NO_3^- —— N_2 — $N_{org.}$) son actividades importantes de ciertos microorganismos.	Relativamente inofensivo	La lixiviación de de fertilizantes nitrogenados en suelos agrícolas y otros materiales procedentes de los desagues, producen problemas de contaminación de las aguas.
8	Oxígeno	Atómo estructural del agua y de la mayoría de las moléculas orgánicas de los sistemas biológicos; es necesario para la respiración de la mayoría de los organismos.	Produce convulsiones a alta presión. Muy tóxico como ozono.	
9	Flúor	Endurece los dientes de los mamíferos y es utilizado como CaF_2 por algunos moluscos.	Moderadamente tóxico.	Se produce contaminación por el flúor presente en los fertilizantes fosfatados.
10	Neón	Desconocida		
11	Sodio	Importante para el funcionamiento nervioso de los animales. Principal componente del plasma sanguíneo de los vertebrados.	Relativamente inofensivo,excepto en cantidades excesivas.	La tolerancia y/o dependencia del NaCl, puede ser un importante aspecto en la supervivencia de plantas y animales acuáticos. Esto depende mas de la regulación osmótica que de la especificidad del sodio.
12	Magnesio	Esencial para todos los organismos, está presente en todas las clorofilas. Tiene otras funciones electroquímicas y de coordinación.	Moderadamente tóxico, cuando se inyecta por vía intravenosa en los mamíferos.	Debido al efecto de la alcalinidad de la dolomita, puede causar deficiencias de otros elementos (p.ejem.del hierro)

Número Atómico	Elemento	Funciones Biológicas	Toxicidad	Comentarios
13	Aluminio	Puede activar la deshidrogenasa succínica.	Moderadamente tóxico, para la mayoría de las plantas. Ligeramente tóxico para los mamíferos.	Debido a la insolubilidad del $Al(OH)_3$, no está disponible excepto en medios ácidos.
14	Silicio	Elemento esencial para el crecimiento y desarrollo del esqueleto en pollos y ratas. Se utiliza con fines estructurales en forma de SiO_2, en diatomeas, algunos protozoarios, algunas esponjas y una familia de plantas.	No es químicamente tóxico pero grandes cantidades de polvo de silicatos o silica, son dañinos para los pulmones de los mamíferos.	El polvo de amianto producido en las construcciones, puede representar un problema de salud.
15	Fósforo	Importante constituyente del ADN, ARN, huesos, dientes, algunas conchas, DFA, TFA e intermediarios metábolicos. Los polifósfatos inórganicos se presentan en algunos organismos inferiores.	Los fósfatos inorgánicos son relativamente inofensivos; P_4 y PH_3 son muy tóxicos para los mamíferos Los ésteres de fosfato, son utilizados como insecticidas (venenos que afectan al sistema nervioso).	Lixiviado de los fertilizantes aplicados a los suelos agrícolas, está presente en detergentes y lodos y aguas residuales (negras).
16	Azufre	Elemento esencial en la mayoría de las proteínas, como ácido sulfúrico en fluidos digestivos en las ascidias, el H_2S sustituye al H_2O, en la fotosíntesis de algunas bacterias; el H_2S y el S_8 son oxidados por otras bacterias.	El S elemental es altamente tóxico para la mayoría de las bacterias y hongos, relativamente inofensivo para los organismos superiores; el H_2S es muy tóxico para los mamíferos; el SO_2 muy tóxico.	El SO_2 es un serio contaminante de la atmósfera; especialmente cuando se deposita en depresiones topográficas; se oxida a H_2SO_4 y es causa de que el drenaje de de las minas sea ácido.

Número Atómico	Elemento	Funciones Biológicas	Toxicidad	Comentarios
17	Cloro	Esencial para plantas superiores y mamíferos.	Relativamente inofensivo como Cl^-, muy tóxico en sus formas oxidantes: Cl_2, ClO^-, ClO_3^-.	
18	Argón	No se conocen		
19	Potasio	Esencial para todos los organismos, con la excepción de las algas azul-verde; es el catión principal del citoplasma; importante en la actividad nerviosa.	Cuando se inyecta por vía intravenosa es moderadamente tóxico para los mamíferos, de otra forma es inofensivo.	Por la lixiviación de los fertilizantes en suelos agrícolas, puecausar problemas de contaminación.
20	Calcio	Esencial para todos los organismos; componente estructural de las paredes celulares, huesos y algunas conchas, cáscaras y otras cubiertas; es importante por su participación en procesos electroquímicos y de coordinación.	Relativamente inofensivo.	Puede causar deficiencias de otros elementos, p. ejem. el Fe, debido a la alcalinidad del carbonato de de calcio.
21	Escandio	No se conocen	Un poco tóxico.	
22	Titanio	No se conocen	Relativamente inocuo.	No está disponible por la insolubilidad del TiO_2.
23	Vanadio	Esencial para las ascidias que lo concentran a partir del agua un millón de veces. Esencial para los pollos y ratas. Su deficiencia provoca un menor crecimiento, problemas en la reproducción, disminuye la supervivencia.	Si se inyecta por vía intravenosa es altamente tóxico para los mamíferos	Es un posible contaminante que forma parte de los humos industriales, puede causar enfermedades pulmonares.

Número Atómico	Elemento	Funciones Biológicas	Toxicidad	Comentarios
23	Vanadio	...la supervivencia de los animales jóvenes, deterioro en los dientes y en el metabolismo de los huesos. Se piensa que inhibe la biosíntesis del colesterol en los mamíferos, tiene efectos bénefícos contra la caries.		
24	Cromo	Participa como un factor de tolerancia de la glucosa. Se relaciona con la insulina y en consecuencia con el metabolismo del azúcar y con la diabetes	Muy tóxico como Cr VI y moderadamente tóxico como Cr III.	Es un contaminante potencial, debido a que las cantidades que se utilizan en la industria, son muy grandes comparadas con los niveles biológicos normales. Generalmente no está disponible por su baja solubilidad.
25	Manganeso	Esencial para todos los organismos, activa numerosas enzimas; su deficiencia en los suelos es causa de infertilidad en los mamíferos y malformaciones óseas, en los pollos en crecimiento.	Moderadamente tóxico.	
26	Hierro	Esencial para todos los organismos.	Ligeramente tóxico.	Elemento muy abundante(5% de la corteza terrestre); a pH altos no está disponible.
27	Cobalto	Esencial para muchos organismos, incluyendo los mamíferos; activa muchas enzimas.	Muy tóxico para las plantas, moderadamente para los mamíferos cuando se inyecta por vía intravenosa.	

Número Atómico	Elemento	Funciones Biológicas	Toxicidad	Comentarios
28	Niquel	Los pollos y las ratas que crecen con una dieta deficiente en níquel, muestran daños en el funcionamiento y en la morfología del hígado. Es esencial.	Muy tóxico par la mayoría de las plantas, moderadamente para los mamíferos.	Contaminante industrial y local de aire y agua.
29	Cobre	Esencial para todos los organismos; constituyente de las enzimas redox y de los pigmentos transportadores de oxígeno.	Muy tóxico para la mayoría de las plantas de alta toxidad para los invertebrados y moderadamente para los mamíferos.	Contaminante que procede de humos industriales y otros usos como los agrícolas.
30	Zinc	Esencial para todos los organismos, se utiliza en las enzimas.	Entre moderada y escasamente tóxico.	La contaminación que procede de los humos industriales puede causar enfermedades pulmonares, el uso de Zinc promueve la contaminación por Cd.
LA MAYORIA DE LOS ELEMENTOS MAS PESADOS TIENEN COMPARATIVAMENTE POCA IMPORTANCIA BIOLOGICA, ALGUNAS EXCEPCIONES SON :				
33	Arsénico	No se conocen	Moderadamente tóxico para las plantas, muy tóxico para los mamíferos.	Causa serios problemas de contaminación en algunas zonas; las fuentes de donde procede, incluyen a la minería, la combustión del carbón, el H_2SO_4 impuro, insecticidas y herbicidas.
34	Selenio	Esencial para los mamíferos y algunas plantas superiores.	Moderadamente tóxico para las plantas y muy tóxico para los mamíferos.	El ganado que se cría en suelos ricos en Se se intoxican al ingerir Astragalus, la cual lo concentra. Las ovejas criadas en tierras deficientes en este elemento, contraen la enfermedad de " los músculos blancos"

Número Atómico	Elemento	Funciones Biológicas	Toxicidad	Comentarios
35	Bromo	Puede ser esencial par los mamíferos.	No es tóxico, excepto en sus formas oxidantes.	
42	Molibdeno	Esencial para todos los organismos con la posible excepción de las algas verdes; es utilizado por las enzimas relacionadas con la fijación del nitrógeno y la reducción del nitrato.	Moderadamente tóxico. Las plantas no presentan síntomas de toxicidad.	La contaminación producida por los humos industriales puede relacionarse con algunas enfermedades pulmonares.
48	Cadmio	No se conocen	Moderadamente tóxico para todos los organismos. En los mamíferos es un veneno que se acumula y causa problemas renales se ha relacionado con la hipertensión en el hombre.	Se pueden presentar problemas de contaminación asociados con el uso del Zn, p.ejem. en la galvanización. Debido a la contaminación por este elemento en Japón se presento una seria enfermedad llamada Itai, Itai.
50	Estaño	Elemento esencial para el crecimento de las ratas, en concentraciones de 1 a 2 ppm en la dieta. No se conoce la función biólogica.	Los compuestos de organoestaño, se utilizan como bacteriostáticos y y fungiestáticos.	
53	Iodo	Esencial para muchos organismos; la tiroxina es importante en el metabolismo y regulación del crecimiento; es importante en la metamorfosis de los anfibios.	Escasamente tóxico.	Concentrado en un factor de hasta 1.5 ppm por algunas algunas algas marinas.

Número Atómico	Elemento	Funciones Biológicas	Toxicidad	Comentarios
80	Mercurio	No se conocen	Muy tóxico para los hongos, las plantas verdes y los mamíferos cuando está en forma soluble, es un veneno acumulativo para los mamíferos.	Problemas locales de contaminación, causados por usos industriales y agrícolas (eran utilizados como fungicida algunos compuestos organo mercuriales).
82	Plomo	No se conocen	Muy tóxico para la mayoría de las plantas, veneno acumulativo para los mamíferos.	Contaminante mundial de la atmósfera, se centra en las areas urbanas por la combustión del tetraetilo de plomo de la gasolina. Contaminante local en minas, posible veneno como pigmento en pinturas a base de plomo, etc.
88-92	Radio y actínidos.		Se puede concentrar en los organismos y son tóxicos debido a su radioactividad.	Contaminantes potenciales debido a su uso como combustibles nucleares, en la generación de energía.

FUENTE PRINCIPAL: Huheey, J. Inorganic Chemistry. Harper and Row. New York. (1978)

Completado con información obtenida de las siguientes fuentes:

(3), (11), (18), (31), (51), (56), (63), (64) y (65)

A P E N D I C E B

VALORES REPORTADOS DE ELEMENTOS VESTIGIALES Y OTROS FACTORES EN SUELOS, PLANTAS SEDIMENTOS Y AGUAS.

(clasificados en clases)

SUELOS:

Determinación	bajo (menor que)	medio	alto (mayor que)	REFERENCIAS
pH(1:5,H_2O)	5.0	5.0-7.0	7.0	(79)
Cond. mmhos (1:5,H_2O)	0.5	0.5-1.5	1.5	(79)
Na soluble (meq/100 g)ads	1.0	1.0-3.0	3.0	(79)
K soluble (meq/100g) ads	0.2	0.2-0.6	0.6	(79)
Mg soluble (meq/100g) ads	0.3	0.3-1.0	1.0	(79)
Na intercambiable (meq/100g) ads	0.3	0.3-1.0	1.0	(79)
K intercambiable (meq/100g) ads	0.2	0.2-0.6	0.6	(79)
Mg intercambiable (meq/100g) ads	0.5	0.5-4.0	4.0	(79)
Ca intercambiable (meq/100g) ads	4.0	4.0-10.0	10.0	(79)
C.I.C. (meq/100g) ads	6.0	6.0-25.0	25.0	(79)
% N_{total} ods	0.1	0.1-0.3	15.0	(79)
% $C_{orgánico}$ ods	1.5	1.5-4.5	4.5	(79)
% carbonatos	1.5	1.5-4.5	4.5	(79)
P_{total} ppm	200	200-1 000	1 000	(79)
K_{total} ppm	4 000	4 000-10 000	10 000	(79)
Mg_{total} ppm	2 000	2 000-10 000	10 000	(79)
Na_{total} ppm	200	200-600	600	(79)
Cu_{total} ppm	20	20-100	100	(79)

Determinación		bajo (menor que)	medio	alto (mayor que)	REFERENCIAS.
Mn_{total}	ppm	200	200-2 000	2 000	(79)
Zn_{total}	ppm	40	40-150	150	(79)
$P_{disponible}$ (Olsen)	ppm	5	5-15	15	(79)
Fe_{total}	%	2.5	2.5-5.5	5.5	(32)
Cd_{total}	ppm	0.6	0.6-1.0	1.0	(34) y (59)
Pb_{total}	ppm	10	10 -70	70	(18),(64) y (65)
Ni_{total}	ppm	50	50 -500	500	(18) y (64)
Mo_{total}	ppm	1.0	1 -5	5	(8) y (32)
Cr_{total}	ppm	5	5-200	200	(8),(59) y(65)
Co_{total}	ppm	2	2-40	40	(8),(32) y(59)
$Pb_{ext.}$ (EDTA)	ppm		5.33 ± 1.48		(65)
$Cu_{ext.}$ "	ppm	5	5-50	50	(65)
$Mn_{ext.}$	ppm	50	50-100	100	(65)
$Fe_{ext.}$	ppm	10	10-1 000	1 000	
$B_{ext.}(H_2O)$	ppm	0.5	0.5-5.0	5	(1º) y (65)
$Cd_{ext.}$	ppm	0.1	0.1-0.3	0.3	(34)

SUELOS Y LODOS:

Elemento	Contenido en suelos. ppm (ref. 67)	Contenido en lodos residuales. ppm (ref. 67)	Contenido en lodos residuales.ppm (ref. 65)	Valores medios de los contenidos en lodos residuales. ppm (ref. 65)
Arsénico	0.1 - 40.0	7.5	---	---
Boro	2.0 - 100.0	50.0	3.0 - 29.0	13.6
Cadmio	0.1 - 1.0	7.0 - 50.0	---	---
Cadmio(ext)	---	---	0.2 - 10.6	3.3
Cobre	2.0 - 100.0	600.0 - 800.0	---	---
Cobre(ext)	---	---	11.0 - 108.0	81.0
Cromo	5.0 - 500.0	100.0 - 400.0	---	---
Cromo(ext)	---	---	o.2 - 10.6	---
Mercurio	0.01 - 0.3	3.0 - 5.0	1.8 - 22.6	6.7
Molibdeno	2.0	5.0	---	---
Níquel	5.0 - 500.0	50.0 - 80.0		
Níquel(ext)	---	---	---	18.5
Plomo	2.0 - 200.0	200.0 - 700.0	---	---
Plomo(ext)	---	---	1.0 - 557.0	65.0
Zinc	10.0 - 300	1 500 - 3 000	---	---
Zinc(ext)	---	---	112.0- 1 600	552.0

AGUAS:

Elemento	Para cualquier suelo		Textura fina		Referencias
Boro	0.75	ppm	2.0	ppm	Hausenbuiller y EPA
Cobre	0.1	ppm			SRH-SSA
	0.2	ppm			U.S. WPCA
	0.2	ppm	5.0	ppm	Hausenbuiller y EPA
Cadmio	0.01	ppm			SRH-SSA y EPA
	0.005	ppm			U.S. WPCA
	0.05	ppm	0.05	ppm	Hausenbuiller
Cobalto	0.2	ppm	10.0	ppm	Hausenbuiller
Cromo	0.1	ppm			SRH-SSA y EPA
	5.0	ppm			U.S. WPCA
	5.0	ppm	20.0	ppm	Hausenbuiller
Mercurio	0.01	ppm			SRH-SSA y EPA
Manganeso	2.0	ppm			U.S.WPCA
	0.2	ppm			EPA
Molibdeno	0.005	ppm	0.05	ppm	Hausenbuiller
	0.010	ppm			EPA
Níquel	0.5	ppm			U.S. WPCA
	0.5	ppm	2.0	ppm	Hausenbuiller
Plomo	0.1	ppm			SRH-SSA
	5.0	ppm	20.0	ppm	Hausenbuiller
	5.0	ppm			U.S.WPCA
Zinc	0.5	ppm			U.S.WPCA
	5.0	ppm	10.0	ppm	Hausenbuiller
Hierro	5.0	ppm			EPA

Ref: (a) EPA, "Water Quality Criteria" EPA/R373-033(1972)
(b) Hausenbuiller, R.L. Soil Science Principles and Practices. Tabla 20-1 (1973).
(c) SRH-SSA Reglamento para la prevención y control de la contaminación de aguas. Secretaría de Recursos Hidraúlicos y Secretaría de Salubridad y Asistencia. México (1973)
(d) U.S. WPCA . Water Quality Criteria, U. S. Federal Water Pollution Control ADministration. United States of America (1968)

Los datos no se obtuvieron de las fuentes señaladas, sino en su reproducción publicada en otros estudios. (a) se obtuvo en la ref. 49 y (b)(c) y (d) en la ref. (66)

PLANTAS:

Elemento	Muestra	Valores en materia seca (ppm) deficiente	bajo	medio	alto	tóxico	valores sin clasificar	requerimentos diarios del ganado	REFERENCIAS
Boro	plantas	0-3				≥ 60			(45)
	maíz	1-2		27-72					(18)
	maíz	0-3	4-5	6-25	26-60	> 60			(45)
	alfalfa	0-15	16-30	31-80	> 81				(45)
	betabel	0-10	11-20	21-50	50				(45)
	frijol	0-10	11-20	21-80	81-100	>100			(45)
	plantas	2-15		5-50		75-300			(68)
	plantas						30 - 75		(59)
	Beta Vulgaris	52		104-370		637			(18)
	pasto			6-10					(45)
Calcio	plantas						1,000-10,000		(32)
	frijol			1,500					(58)
	maíz			200					(58)
	alfalfa			17,200					(58)
	forrajes		300	400-800	1,000				(39)
								1800-6000	(58)
Cadmio	plantas						0.2-0.8		(59)
Cobre	forrajes			9.7					
	alfalfas			2.5			2-15		(58)
	alfalfas	0-2				> 70			(60)
	plantas						1-25		(45)
	plantas						4-15		(32)
	plantas			6.0					(59)
	plantas	0-4		1-20			> 20		(65)
	plantas	3-5		5-15			> 20		(57)
									(68)

Elemento	Muestra	Valores en materia seca (ppm) deficiente	bajo	medio	alto	tóxico	valores sin clasificar.	requerimientos diarios del ganado.	REFERENCIAS
Cobre	alfalfa			5.1-9.6					(18)
	alfalfa	0-6	7-10	11-50	51				(45)
	alfalfa			9.9					(58)
	betabel			6-44					(45)
	maíz	0-2	3-5	6-40	41-70	> 70			(45)
	frijol			15					(58)
	frijol	0-4	5-9	10-50	51-70	> 70			(45)
	pasto			5-15					(45)
	pastizales*			10-30					(58)
	pasto*			9.1			4.3-17.3		(39)
	pasto*		3	4.8	10				(39)
	alfalfa*			11			8-13		(39)
	remolacha*			13.2			9.2-14.4		(39)
	alfalfa*			9.9					(58)
	forrajes*							4-10(100 tóxico)**	(57) y (58)
Cobalto	plantas					≥0.1			(45)
	plantas						0.01-1.0		(32)
	alfalfa			0.02					(60)
	alfalfa			0.02-0.24					(18)
	alfalfa			0.15					(58)
	maíz			0.01					(18)
	pastizales*			0.05-0.1					(58)
	pastizales					> 20			(57)
	pasto*			0.169			0.04-0.55		(39)
	alfalfa*			0.11			0.06-0.18		(39)
	remolacha*			0.25			0.06-0.32		(39)
	pastizales							0.05-0.1(10-20tóxico)**	(57) y (58)

(*) Criterio pecuario, cuando no está señalado significa que el criterio es agrícola.
(**) Nivel de seguridad, arriba del cual se pueden presentar problemas

Elemento	Muestra	Valores en materia seca (ppm) deficiente	bajo	medio	alto	tóxico	valores sin clasificar.	requerimientos diarios del ganado.	REFERENCIAS
Cromo				0.22-2.07		4-8			(18)
Fósforo (ref. pag.235)									
Hierro	alfalfa	0-20	21-40	41-250	+351				(45)
	alfalfa			27					(60)
	frijol	0-30	31-50	51-500	501-750	>750			(45)
	maíz	24-56		56-178					(18)
	maíz		< 30	30-300	301-550	> 550			(45)
	plantas			20-200	200				(32)
	plantas	10-30		30-150					(68)
	pastizales*			10-30		> 4,000			(58)
	alfalfa*			180			110-300		(39)
	forraje*			30-150					(68)
	pasto*			229			47-564		(39)
	pasto*		45	50-100	> 200				(68)
	remolacha*			236			95- 352		(39)
	pastizales*							10-30	(58)
								40-80	(39)
								400-1,000(tóxico)**	(57)
Potasio	plantas				2000-10000				(32)
	alfalfa				1000				(18)
	alfalfa				20300				(58)
	frijol				1200				(58)
	pastizales*							6,000-8,000	(49)
Magnesio	alfalfa			800					(60)
	alfalfa			2700					(58)
	forrajes			1200-2600	3000				(39)
	frijol			1590					(58)
	plantas						500-20000		(32)

(*) criterio pecuario.
(**) nivel de seguridad, arriba del cual se pueden presentar problemas.

Elemento	Muestra	Valores en materia seca (ppm) deficiente	bajo	medio	alto	tóxico	valores sin clasificar.	requerimientos diarios del ganado.	REFERENCIAS
Magnesio	plantas		1600-1900	2000-2900					
	forrajes*							400-1000	(58)
Manganeso	alfalfa	0-20	21-40	41-250	251-500	>500			(45)
	alfalfa			50.5					(58)
	frijol			10					(58)
	frijol	0-14	15-20	21-200	201-550	>550			(45)
	pasto			20-120					(45)
	maíz			6.4					(58)
	plantas	0-20		20-500		500			(56)
	plantas	5-20		15-100		>1000			(68)
	plantas			15-100					(59)
	plantas			80					(65)
	pastizales*			1-10					(58)
	pastizales*					1000			(49)
	pasto*			182			80-285		(39)
	alfalfa*			40			36-49		(39)
	remolacha*			86			20-187		(18)
	pastizales*							20-50	(39)
								20-40	(49)
								1-10	(58)
								1000(tóxico)**	(75)
molibdeno	plantas						0.01-25		(32)
	plantas			1-100					(68)
	plantas	0-0.1		0.05					(56)
	plantas			1.5					(65)
	alfalfa			1.0					(60)

(*) Criterio pecuario.

(**) Nivel de seguridad, arriba del cual se pueden presentar problemas.

Elemento	Muestra	Valores en materia seca (ppm) deficiente	bajo	medio	alto	tóxico	valores sin clasificar.	requerimientos diarios del ganado.	Referencias
Molibdeno	forrajes*	0.01	0.4	0.5-3	5	6-20			(58)
	forrajes*					30-50			(39)
	forrajes*	0.1							(18)
	forrajes*							0.01	(58)
								≈ 6.0	(57)
Niquel	alfalfa			1-4		4000			(18)
	maíz			0.14					(18)
	pasto			0.6-3.0					(18)
	frijol			0.59					(18)
	forraje			3.0					(68)
Plomo	plantas			10.0					(68)
	plantas						0.1-10		(59)
Potasio (ref. a pag. 233)									
Fósforo	plantas						300-10,000		(32)
	alfalfa	1, 700	2,000	2,800					(18)
	alfalfa			3,100					(58)
	maíz			2,900					(58)
	forrajes*		2,000	2,000-3,500		4,000			(39)
	forrajes*							1,800-4,300	(49)
Selenio	forrajes*			0.16					(39)
	forrajes*							0.05-0.1	(49)
								0.05-1.0	(39)
								3-5(tóxico)**	(57)
Sodio	plantas						100-50,000		(32)
	alfalfa			2,000	8,100	11,000-19,000			(18)
	frijol			100					(58)
	plantas		300		600				(39)
	forrajes*							1,000	(49)

(*)Criterio pecuario
(**) se refiere a un nivel de seguridad, arriba del cual, se pueden presentar problemas.

Elemento	Muestra	Valores en materia seca (ppm) deficiente	bajo	medio	alto	tóxico	valores sin clasificar.	requerimientos diarios del ganado.	Referencias
Zinc	alfalfa	0-8		13.8					(18)
	alfalfa	0-15	16-20	21-70	71				(45)
	maíz	0-9		31-36					(18)
	maíz	0-10	11-20	21-70	71-150	150			(45)
	pasto			15-80					(45)
	betabel	0-10	11-20	21-70	70				(45)
	frijol	0-10	11-20	21-70	71-150	151			(45)
	forrajes	0-10		10-50		200			(68)
	plantas	0-20		25-150		400			(56)
	plantas						15-200		(59)
	plantas			20					(65)
							5-300		(35)
	pastizales*			10-30					(58)
	pasto*			34					(39)
	pasto*		25	20-80	100				(39)
	alfalfa*			24			18-33		(39)
	alfalfa*			17.6					(58)
	remolacha*			54			27-64		(39)
	forrajes*							10-30	(58)
								10-50	(49)
								30-50	(39)
								500-1000(tóxico)**	(57)

(*) criterio pecuario
(*) se refiere a un nivel de seguridad, arriba del cual puede presentarse problemas.

APENDICE C

TECNICAS Y METODOS

Técnicas de muestreo.

El muestreo se llevo a cabo, con base en los siguientes lineamientos:

- Se seleccionaron tres áreas de trabajo (zonas) de acuerdo al tipo de agua utilizada en el riego:

  Area regada con Agua dulce.

  Area regada con Agua negra (residual combinada y residual doméstica).

  Area regada con Agua mezclada(negra y dulce)

- Las áreas de trabajo se subdividieron en unidades pequeñas, sitios de muestreo, que correspodían a parcelas planas, con un máximo de inclinación de 10°y con una superficie promedio de 5 000 m^2.

- Se limitó el número máximo de sitios de las tres áreas de trabajo, a treinta, para que resultara factible efectuar los análisis químicos necesarios en un tiempo razonable.*

- Se muestrearon todos los sitios seleccionados en época de secas (invierno), cuando se utiliza el riego y se repitió el muestreo en época de lluvias (verano).

- En cada sitio se anotaron los siguientes datos: fecha, observaciones sobre el tipo de suelo, en lo que se refiere a textura y origen geológico; tipo de drenaje, tipo y madurez del cultivo, tipo y calidad de la fertilización, presencia de plagas, problemas de salinidad, síntomas foliares, cercanía a carreteras, presencia de tepetate y algunas otras situaciones específicas que se observaron.

- En cada sitio, se recolectaron muestras de suelo superficial cultivado, suelo superficial no-cultivado, suelo profundo, cultivo y pastos.

- Se conformó cada muestra, mezclando submuestras recolectadas en diferentes puntos de la respectiva parcela.

(*) para mayores datos referirse al capítulo ETAPA EXPERIMENTA.

- Las submuestras de suelos superficiales, se recolectaron a una profundidad de 0 a 10 cm. y con diametro aproximado de 3 a 4 cm.

- Las submuestras de suelos, se mezclaron inmediatamente y se conservó un volumen aproximado de 1.5 litros, con lo cual se aseguró un peso mínimo de 1 Kg de muestra.

- Las submuestras de suelos profundos, se recolectaron en la parte cultivada, a una profundidad de 50 cm. y el número de éstas, se redujo a dos,por las dificultades que presentaba la excavación.

- Las muestras de suelo se empacaron en bolsas de polietileno.

- En las muestras de plantas se respetó la proporción natural de hojas y tallos, se cortaron unos 3 cm. arriba del nivel del suelo.

- Una vez mezcladas las submuestras vegetales, se conservó un volumen aproximado de 1 litro.

- Las muestras vegetales se empacaron en bolsas de papel, para evitar putrefacciones.

- Cada muestra se etiquetó con una clave que contenía la siguiente información: lugar/tipo de muestra/fecha/tipo de agua de riego/observaciones.

- En los canales seleccionados, se tomaron muestras de agua de riego, directamente en frascos de polietileno, donde se conservaron hasta llegar al laboratorio.

Preparación de las muestras.

Antes de iniciar la preparación de las muestras, se elaboró una lista en la que se asignó un número a cada muestra que venía etiquetada con una clave.

SUELOS:

Secado.- Se vació el contenido de cada bolsa dentro de recipientes de aluminio, limpios, secos y numerados. Se colocaron en un espacio libre de contaminación por 48 horas. Las muestras que después de ese tiempo continuaban húmedas o apelmazadas, se dejaron una semana mas, deshaciendo de vez en cuando, los trozos, hasta que todo el suelo quedaba perfectamente seco. (79)

Molido.- El suelo ya seco, se molió manualmente en un mortero de porcelana y se tamizó, pasándolo por una criba de 2 mm de diámetro. Como para algunos análisis se necesitaba un molido mas fino, se midieron 10 ml. del suelo ya seco y homogenizado y se molieron en un mortero mecánico de ágata (el polvo resultante atravezaba un tamiz de 60 mesh).

Embalaje.- Después de molida, las muestras se guardaron en bolsas gruesas de polietileno, perfectamente etiquetadas. La porción finamente molida se guardó en frascos de vidrio.

PLANTAS:

Después del muestreo, cada porción vegetal se dividió en dos: una se lavó y la otra se conservó tál cuál.

Lavado.- Primero se lavó cada muestra con agua destilada, después con detergente especial y finalmente se enjuagó con agua deionizada. (ref.56)

Secado.- Las muestras lavadas y no-lavadas, se colocaron en un horno, manteniéndolas durante 56 horas, a una temperatura constante de 80°C.

Molido.-Las muestras se molieron en un aparato mecánico, fabricado en acero inoxidable, que daba un molido grueso (20 mesh). Posteriormente se remolieron algunas muestras en un molino especial, construído con carburo de tungsteno con el cual, se logra un molido muy fino (100 mesh).

Embalaje.- Según se terminaban de moler las muestras vegetales, se guardaban en bolsas de polietileno perfectamente etiquetadas.

AGUAS:

Las muestras de agua se filtraron. Con la fase sólida(lodos) se procedió de igual forma que con los suelos y la fase líquida se dividió en dos porciones: una se conservó en el refrigerador y sirvió para hacer las mediciones inmediatas y a la otra, se le midió su volumen, se le añadió ácido nítrico y se concentró por simple evaporación, hasta 10 ml. (38) y (42)

Métodos de análisis de suelo*:

Humedad y Densidad.- Se colocan 10 ml. de suelo secado al aire, en una botella de 1 onza que ha sido pesada previamente. Se vuelve a pesar la botella y depués se pasa a uh horno, donde se mantiene el suelo a 105°C durante toda una noche, se deja enfriar y por último se vuelve a pesar.

% de húmedad= (peso de la botella con suelo secado al aire - peso de la botella con suelo secado en horno) ÷ (peso de la botella con suelo secado en horno- peso de la botella vacía) X 100

Densidad aparente (g/ml)= (peso de la botella con suelo secado al aire - peso de la botella vacía)/ 10

Determinación de pH.-

pH (suspensión 1:5, H_2O), se coloca la suspensión en un agitador por 30 minutos y se deja reposar 5 minutos. Se ajusta el potenciómetro con dos soluciones estandar (pH 7 y 9) y se llevan a cabo las lecturas, dejando un tiempo para que se estabilice la lectura (30-60 segundos). Antes de cada lectura se enjuagan los electrodos, cada cinco lecturas se lee un estandar y cuando resulte necesario se ajusta el aparato. (Potenciómetro 7030, electrodo tipo SCDN33B) (ref. 79)

pH (pasta de saturación), se prepara la pasta, añadiendo agua destilada a 200 gramos de suelo hasta formar la pasta (ver ref. 24 y 32), se deja reposar una hora y se insertan los electrodos

(*) Unicamente se presentan resúmenes de los métodos, para una información mas completa, referirse a las fuentes originales. Faltan algunas técnicas de los análisis que fueron realizaron por otras personas.

dentro de la pasta, se mueven hasta que haya un adecuado contacto y se toma la lectura. Por segunda ocasión, se mueven los electrodos y se repite la lectura, si es constante, se anota y se continúa con la siguiente muestra. Se observan las mismas precauciones descritas en el anterior método.*

Conductividad Eléctrica: (ref. 79)

Aparato: Philips, tipo PW9501, con una celda de conductividad Mullard, tipo E7591/A.
Se ajusta el aparato con estandares de KCl (0.01 M y 0.001 M, conductividad 1.41 y 0.16 $mohms^{-1}/cm$, respectivamente) y se lee la conductividad de la suspensión (1:5, H_2O) y del extracto de saturación, preparado filtrando al vacio la pasta**.
La celda se lava entre cada lectura y se ajusta el aparato cada cinco muestras.

Determinación de Carbonatos:(ref. 79)

Primero se comprueba la presencia de carbonatos en el suelo, añadiendo con una espátula,un poco de muestra,a un matraz que contenga HCl al 30% v/v. Si se observa efervecencia, la prueba es positiva y se necesita determinar el % de carbonatos.
Se utiliza un calcímetro, en el cual reaccionan 5 gramos de suelo(en caso de suelos muy ricos en carbonatos, basta con 2g), con aproximadamente 10 ml. de HCl al 50 % v/v. Se mide el volumen de agua desplazado por el CO_2 producido, que es proporcional al contenido de carbonatos.

Total de Bases Intercambiables, Cationes Solubles y Capacidad de Intercambio Catiónico: (ref. 79)

Para las tres determinaciones se preparan embudos numerados,

(*) En el caso del pH y de la conductividad, hay que especificar el método utilizado, pues como se refiere al sistema agua-suelo, puede variar dependiendo de las circunstancias.(68)

(**)Referirse a "Determinación de pH".

a los cuales, empezando en la parte mas angosta, antes del tubo de salida, se les coloca ordenadamente, un trozo de algodón, 5 ml. de arena lavada con ácido, una mezcla homogénea de 5 gramos de suelo con 10 gramos de arena, y 5 ml de arena. Para terminar se coloca un papel filtro que tenga el diámetro similar al del embudo, en su parte superior.

Cationes Solubles.- Se determinan las cantidades de cationes solubles, en las muestras de suelo que dieron lecturas de conductividad iguales o mayores a 0.5 $mohms^{-1}/cm$ (en la suspensión 1:5, H_2O). Se lavan sucesivamente los embudos que ya contienen el suelo, con cuatro alícuotas de alcohol metílico industrial al 80% v/v. Al acabar la lixiviación, se evapora el alcohol a sequedad y se le añaden 250 ml de acetato de amonio 0.8 M, se agita y se determina el contenido de sodio y potasio en un Espectrofotómetro de Flama. (79)

Total de Bases Intercambiables.- El calcio, magnesio, sodio y potasio intercambiables, son extraídos del suelo, lixiviándolo con acetato de amonio 1 M. El ión amonio sustituye a los cationes mencionados, ocupando sus posiciones de intercambio en el suelo y estos pasan a la solución en donde posteriormente se determinan por medio de un Autoanalizador que permite simultánemente determinar el sodio y el potasio en un Espectofotómetro de Flama y al calcio y magnesio en un Espectofotómetro de Absorción Atómica. (En el caso de los suelos muestreados, por contener yeso y cal, se determinó también calcio no intercambiable*) El procedimiento es muy sencillo, se colocan los embudos ya preparados, sobre matraces volumétricos de 250 ml, se lixivia con el acetato de amonio 1 M, adicionando pequeñas cantidades durante dos horas y se aforan los matraces con agua destilada. Posteriormente se agita, y se transfieren 15 ml a tubos de ensayo, en donde se llevan a cabo las determinaciones de las bases, como ya se indicó. (79)

(*) Por este motivo, no se reportaron resultados.

tricamente a 620 nm, usando un colorímetro especial, en que no se vierte la solución a determinar detro de la celda, sino que se sumerje en la muestra.

Fósforo Extractable, Olsen: (ref. 79)

Este método se utiliza en suelos con pH superior a 6 y que contienen carbonatos.
Extracción.- Se prepara un litro de solución extractora, con 42 g. de bicarbonato de sodio, 0.5 ml. de una solución al 0.5 % de poliacrilamida y la cantidad necesaria de NaOH, para que el pH final sea de 8.5. A 5 ml. de suelo, se le añaden 100 ml. de esta solución, se agita por 30 minutos y se filtra perfectamente.

Para determinar el fósforo extraído, se toman 1.5 ml de la solución filtrada, se diluyen a 6 ml., con una solución acuosa de ácido ascórbico (10 g de ácido/ 1 litro de solución), y se le añaden 4 ml. de solución preparada de molibdato de amonio (55 ml. de H_2SO_4(c) + 4.3 g de molibdato de amonio + 0.4 g de tartrato de antimonio y potasio + agua destilada / 1 litro). Posteriormente se agita, se deja reposar una hora y se lee, en un espectrofotómetro, la densidad óptica.

Elementos Totales en Suelos: (ref. 79 y 61)

Digestión.- Se utilizó únicamente ácido perclórico, este método no da el total real de los elementos de un suelo*, pero los datos que se obtienen están razonablemente correlacionados con el de fusión con carbonato de sodio y facilita el trabajo, cuando se tienen muchas muestras.
Se pesan 0.2 gramos de suelo finamente molido, se le añaden 2 ml. de ácido perclórico concentrado, y se digiere a 200°C,

(*) Para lograr una digestión total, se requiere utilizar HF. (61)

por cinco horas. Se aforan los tubos de ensayo, con agua destilada, hasta un volumen final de 15 ml. y se centrifugan a 2 000 r.p.m. durante 10 minutos.

El fósforo se determina colorimétricamente, exactamente igual, como se indicó en el caso del fósforo extractable. El potasio se determina en un espectrofotómetro de flama y el resto de los elementos: Mg, Cu, Mn, Zn, Fe, Cd, Pb y Ni, por absorción átomica, siguiendo los métodos indicados en el manual de Perkin-Elmer (61). Las lecturas se realizaron en un aparato Perkin, modelo 373.

Análisis mecánicos. (ref 79)

Estos análisis fueron realizados por el personal del "Tropical Soil Analysis Unit".

Contenidos Extractables: (*)

Extracción.- Se prepara una solución 0.25 M de $(NH_4)_2H_2EDTA$, si no se consigue el reactivo,se puede preparar a partir de $Na_2H_2EDTA.2H_2O$ acidificándolo con HCl y posteriormente lavando el precipitado hasta que quede libre de sodio. De la solución 0.25 M se toman 300 ml y se le añaden 1200 ml de agua destilada y se ajusta el pH a 7.

Por cada gramo de suelo se añaden 5 ml de solución extractora, se agita 1 hora y se deja reposar otra hora. Posteriormente se filtra, con embudos y papel filtro,que se han lavado anticipadamente con 5 a 10 ml de solución extractora.

En el filtrado se determinan por absorción atómica, los siguientes elementos: Cu, Mn, Zn, Fe y Pb. Se preparan los estandares con la misma solución de EDTA y se siguen las incaciones señaladas en el manual de Perkin-Elmer (61).

(*) Métodos proporcionados por David Purves, Edinburgh School of Agriculture, Edinburgh, Scotland.

Determinación de Boro Extractable: (ref. 79 y 25)

A 30 gramos de suelo, se le añaden 60 ml. de agua destilada y se hierve durante 5 minutos, en matraçes libres de boro. El extracto obtenido se filtra y una alícuota se transfiere a autoanalizador, donde se determina automáticamente al elemento, usando el método de la azometina. Se corrije el color producido por otros elementos interferentes que contiene el suelo, restando a los valores iniciales, los obtenidos en los extractos sin añadirles azometina.

Análisis de los Contenidos Totales por Rayos-X. (ref. 36)

Preparación de las muestras.- Se utiliza muestra de suelo finamente molida, de forma que las partículas sean menores a 50 µm. La cantidad de muestra que se requiere, depende de la composición de ésta y de los elementos que se van a analizar, pero generalmente con 2 gramos de muestra se logra un espesor adecuado.* Se prepara una base con ácido bórico, comprimiéndolo en una prensa hidraúlica, posteriormente se añade el suelo y se vuelve a comprimir, con una presión de 5 a 10 toneladas, durante un minuto. Las pastillas obtenidas (pelletes) se guardan en bolsas de plástico claramente etiquetadas.

En el caso de los tejidos vegetales, se sigue el mismo procedimiento, pero no se necesita utilizar el ácido bórico.

Preparación de los estandares.- Para prepara los estandares se selecciona una matriz similar a las muestras, en este caso se utilizó un suelo calcáreo que contenía 6.1% de Fe_2O_3, 0.96% de TiO_2, 13.7% de CaO, 3.8% de K_2O y muy poca materia orgánica y para las muestras vegetales, celulosa.

Fundamento del método.- Cuando se dirige un haz de rayos X sobre la superficie de un determinado especimen, se emite una radiación característica, con una longitud de onda particular

(*) Se logra un espesor "infinito" "

de cada elemento presente y la intensidad es proporcional a la concentración.

La realización de los análisis estuvo a cargo de la Dra. Angela Jones, del Departamento de Suelos de la Universidad de Reading, Inglaterra.

Métodos de Análisis Químicos en Plantas.

Determinación de Cu, Fe, Mn, Zn, P, Mg y Ca: (56, 61,71)

Digestión.- Se secan las muestras vegetales finamente molidas, a 80°C, durante 12 horas. Se dejan enfríar y se pesa 1.000± 0.005 gramos de tejido vegetal, se depositan en matraces Kjeldahl o en vasos de precipitado, en cuyo caso es necesario taparlos con vidrios de reloj, y se le añaden 5 ml. de HNO_3. Se dejan reposar 12 horas y posteriormente se inica el proceso, calentando suavemente hasta que toda la materia orgánica esté digerida, se le añaden 2 ml. de ácido perclórico concentrado y se continúa calentando, esta vez a mayor temperatura, hasta que la solución quede completamente transparente e incolora y el volumen final sea de 3 a 4 ml. Se deja enfriar a los matraces , se le añaden de 10 a 15 ml. de agua y se filtran. Se efectuan varios lavados posteriores con 5 ml. de HCl 6 N y agua destilada, hasta asegurarse de que se recolectó todo el producto de la digestión, el filtrado se recibe en un matraz aforado de 50 ml.

Se completa al volumen final a 50 ml., con agua destilada y se transfieren las muestras a frascos de polietileno perfectamente tapados, y se conservan,si es posible en la oscuridad y a una temperatura de entre 5 y 10 °C.

Análisis.- Las determinaciones de Cu, Fe, Mn, Zn, Mg y Ca se realizaron en un Espectofotómetro de Absorción Atómica.

Perkin-Elmer modelo 373, siguiendo los procedimientos de rutina, descritos en la sección de información general del manual (61)

El fósforo, se determinó colorimétricamente, siguiendo el método indicado en 1 pág. 244 (P extractable).

Determinación de Nitrógeno.-

Este método es una modificación de los publicados por Jackson (33), Hesse(25), Ward y Johnston (84) y TSAU(79). Se diseñó con el fin de poder efectuar los análisis, con la infraestructura disponible.

Fundamento.- Los compuestos nitrogenados, de la materia vegetal, son oxidados hasta obtener iones NH_4^+, los cuales, al hacerlos reaccionar con el reactivo de Nessler, forman un compuesto de coordinación amarillo café, que se cuantifica en un Colorímetro.

Procedimiento.- Se pesan 0.2 gramos de tejido vegetal finamente molido, se transfieren a tubos de ensayo de 50 ml. y se les añade 4 ml. de una mezcla de ácido sulfúrico con selenio (3 g de Se +1,500 ml de H_2SO_4 (c)), 1 ml. de $CuSO_4/Na_2SO_4$ (200 ml. de H_2SO_4 + 196 g de $NaSO_4$ + 4 g de $CuSO_4 \cdot 5H_2O$) y perlas de vidrio.
Se comienzan a calentar los tubos con precaución, a unos 50°C, sin permitir que se produzca espuma. Después de 2 horas se aumenta la temperatura hasta 370°C y se continua la digestión hasta que se obtiene una solución transparente de color verde claro. Se deja enfriar, se le añaden 10 ml. de agua destilada, se filtra y se afora a 100 ml. Se toma una alícuota de 0.5 ml, se transfiere a tubos de 25 ml. y se le añade: una gota de NaOG al 40%, 2 ml. de solución de sal de la Rochella al 12.5%, 10 ml de agua destilada, 1 ml. de reactivo de Nessler (75 g de KI + 55 g de I_2 + 50 ml de agua destilada + 70 g de mercurio).

En los tubos de ensayo, aparece un color amarillo, que se lee de inmediato en un Fotocolorímetro*Conviene leer en un rango de concentraciones entre 1 y 4 ppm,y preparar los estandares con todos los reactivos que se utilizan para preparar las muestras.

Determinación de Sodio y Potasio: (33)

Se pesan 0.25 gramos de muestra vegetal, que no este húmeda (secada a 100°C durante 12 horas) y se le añaden 50 ml de solución de acetato de amonio. La suspensión obtenida se agita mecanicamente durante 1 hora, se dejan reposar 10 minutos y se filtran.

En el filtrado se determina el sodio y el potasio, utilizando un Espectrofotómetro de Flama.

Determinación de Plomo y Cadmio por Absorción Atómica en un Horno de Grafito.- (81)

Las determinaciones se llevaron a cabo, en un Espectrofotómetro de Absorción Atomica Varian, modelo 475 con un Horno de Grafito CR-90.

Digestión.- Se pesan 2 gramos de tejido vegetal, se transfieren a un matraz Erlen-Meyer y se le añaden 20 ml. de ácido nítrico 7 N. Se calienta en una parilla eléctrica durante 20 minutos, se enfría y se filtra.

Las determinaciones de los elementos se realizaron en el Horno de Grafito, siguiendo las indicaciones señaladas en el " Analytical Methods for Carbon Rod Atomizer". Se variaron las condiciones de secado, a menos de 100°C, pues se perdía la muestra y se practicaron inyecciones, hasta que se logró la reproducibilidad deseada.

Hay que hacer notar, que lo mas dificil fue montar el equipo, lograr inyectar correctamente y fijar las condiciones de

(*) A una longitud de onda de 410 µm

secado, carbonizado y atomizado. Una vez que se tuvieron las temperaturas adecuadas y se había logrado habilidad para inyectar, los análisis resultaron muy sencillos, aunque muy lentos, pues se necesitan efectuar al menos 10 inyecciones por cada digestión.

Consideraciones Generales Respecto a Precauciones Generales, Seguidas en todo el Proceso de Análisis Químico.

Los análisis y digestiones se realizaron por triplicado, excepto en el caso de los análisis que se efectuaron en el " Tropical Soil Analysis Unit", en donde el control se realiza mediante el uso de estandares de suelos y plantas, con concentraciones conocidas, repeticiones periódicas de las digestiones y de las lecturas y frecuentes controles de la estabilidad de los aparatos, mediante lecturas de los estandares cada 5 a 10 muestras.

Sólo se reportaron las cifras significativas, que eran constantes en las tres lecturas efectuadas, cuando en algún caso, un resultado era muy diferente del resto se repetía la lectura y si esto no era posible, se desechaba.

En general se siguieron las siguientes precauciones:

- Los estandares se preparan en el mismo disolvente que la muestra y con los mismos reactivos que se le habían añadido a ésta.

- Los estandares se preparaban en mismo dia que se efectuaban las lecturas.

- En los casos en que no se utilizó el autoanalizador, se lavaba el recipiente (celda) , el nebulizador etc. entre cada lectura, con disolvente.

- Cada cinco muestras, se leían los estandares.

- Se vigiló que no se presentaran interferencias, revisando la bibliografía y en los casos necesarios, se utilizaron métodos especiales como el de " Adiciones". (64)

- Cuando era posible, se efectuaban los cálculos lo mas rápido posible, de forma de detectar los posibles errores y corregirlos de inmediato.

F E D E E R R A T A S