



3
20j

Universidad Nacional Autónoma de México

Facultad de Estudios Superiores Cuautitlán

**INFLUENCIA DE LA PRECIPITACION
PLUVIAL EN LA FERTILIDAD DE
LOS SUELOS DE LA ZONA
CENTRO-SUR DEL BAJIO**

T E S I S

Que para obtener el título de:

INGENIERO AGRICOLA

P r e s e n t a :

Gabriel Pablo Belmont Dávila

Director de Tesis: M. en C. Armando Baez Pedrajo

1988

**TESIS CON
FALLA DE CRÉDITO**



Universidad Nacional
Autónoma de México



UNAM – Dirección General de Bibliotecas Tesis Digitales Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS © PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

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

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

I N D I C E

1.	INTRODUCCION	1
2.	PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	7
3.	OBJETIVOS	8
4.	HIPOTESIS	9
5.	REVISION DE LITERATURA	10
5.1.	Procesos de La Precipitación Atmosférica.	10
5.2.	Aporte de Nutrientos por la Precipitación Atmosférica.	11
5.3.	Lluvia Acida.	13
6.	MATERIALES Y METODOS	17
6.1.	Descripción del área de estudio.	17
6.1.1.	Localización del área de estudio.	17
6.1.2.	Hidrología.	20
6.1.3.	Suelos.	24
6.1.4.	Vegetación.	26
6.1.5.	Geología.	29
6.1.6.	Clima.	30
6.2.	Metodología.	33
6.2.1.	Precipitación Total.	33
6.2.1.1.	Colecta de las muestras de la Precipitación total.	33
6.2.1.2.	Análisis de las muestras.	33
6.2.2.	Suelos.	37
6.2.2.1.	Colecta de las muestras de suelos.	37

6.2.2.1.1.	Etapa a nivel campo.	37
6.2.2.1.2.	Etapa a nivel laboratorio.	38
6.2.2.2.	Análisis de las muestras.	39
6.3.	Cálculos.	42
6.3.1.	Aporte de elementos nutritivos provenientes de la precipitación total.	42
6.3.2.	Incorporación de nutrimentos en el experimento a nivel laboratorio.	43
6.3.2.1.	Cálculo de la lámina de agua a aplicarse a los tubos del experimento.	43
6.3.2.2.	Cálculo de la incorporación de nutrimentos de los tubos.	44
7.	RESULTADOS	46
7.1.	Precipitación Total.	46
7.2.	Suelos.	49
8.	DISCUSION	60
8.1.	Precipitación Total.	60
8.2.	Aporte de elementos nutritivos por medio de la precipitación total.	67
8.3.	Suelos.	69
9.	CONCLUSIONES	74

BIBLIOGRAFIA

APENDICE

INTRODUCCION

El satisfacer las necesidades alimenticias de la población de México es uno de los objetivos prioritarios de las diversas instituciones relacionadas con la agricultura. La actividad agrícola desarrollada en el país ha permitido que la producción nacional de alimentos, complementada con la importación de los diversos productos que forman parte de la dieta alimenticia del pueblo mexicano, satisfagan en un alto porcentaje estas necesidades.

Con el paso de los años la situación económica, política, y social del país es cada vez más crítica, por lo cual, la producción agrícola debe incrementarse utilizando técnicas más eficaces que permitan aprovechar al máximo los recursos disponibles.

La superficie total de la República Mexicana es de 1'958,201 Km², de los cuales el 18.1% se dedica a la agricultura; con el 2.2% de riego y el 15.9% de temporal (S.P.P., 1979).

Un aspecto de gran relevancia es el referente al incremento demográfico de México el cual, en las últimas ocho décadas, ha tenido un aumento muy elevado. Por otra parte, la superficie de labor difícilmente se incrementará para poder

satisfacer las necesidades del crecimiento demográfico. Comparativamente se puede apreciar que el incremento en la producción de algunos de los principales cultivos en México en 1981, 1982 y 1983, fue debido al aumento de la superficie cosechada; mientras que, el rendimiento de dichos cultivos tuvo un comportamiento indistinto, incluso en algunos casos, este decreció, como se puede apreciar en la Tabla I del apéndice. Por tal motivo, la producción de alimentos deberá de ser más eficaz en los años subsecuentes, si se quiere satisfacer las necesidades alimenticias de la población.

Actualmente la agricultura de México se caracteriza por su avance lento, el cual se debe, entre otros aspectos, a los problemas socioeconómicos del campo, tales como, la división ejidal, falta de asistencia técnica y dificultad en la obtención de créditos agropecuarios; así como las condiciones agrícolas (topografía, suelos y disponibilidad de riego) y climáticas de la zona. La presencia, favorable o no, de estas características afecta directamente la productividad de los cultivos, que indudablemente, es un factor que influye en el desarrollo económico de una región.

Las regiones más importantes, por su actividad agrícola, la representan: el Noroeste, Noreste y Centro Occidente de la República. Su importancia es fundamental por las

especies que se cultivan, altos rendimientos, buena calidad de los productos y por el mercado que abastecen (Bassols, 1970).

Es conocida la importancia agrícola, que dentro de la región Centro Occidente, tiene el Bajío Guanajuatense; lugar donde se llevó a cabo el presente trabajo. Para reafirmar este conocimiento es necesario mencionar algunas características de la región, creando así, un panorama más amplio del mismo.

En el estado de Guanajuato la extensión territorial es de 3'059,000 Ha, de las cuales el 36% es superficie de labor; con un 14% de riego, que se ubica principalmente en el Bajío, y un 22% del temporal. Como se puede observar, la superficie menor es la de riego, en ésta, el uso del agua es deficiente, debido al control inadecuado en la aplicación de láminas de riego; lo que crea abatimiento de los almacenamientos superficiales y subterráneos e impide la ampliación de la zona de riego. Otro de los problemas que se presentan es el de la calidad del agua de riego, la cual es afectada por la contaminación causada por los desechos urbanos, industriales, y agropecuarios; como ejemplo, tenemos el río Lerma, que es contaminado al pasar por las zonas industriales de Salamanca, Irapuato y la Piedad (S.A.H.O.P., 1981).

En el área de estudio los niveles de contaminación se han incrementado, debido a la presencia de diversas industrias establecidas en el "Corredor Industrial del Bajío" (Celaya, Salamanca, Salvatierra e Irapuato), las que se caracterizan por ser fuentes fijas de contaminación (Fig. 1). Se menciona que hay un 85% de emisiones industriales hacia la atmósfera, producidas por industrias; como Refinerías, Termoeléctricas, Plantas de Cemento, Plantas Químicas y Petroquímicas, Plantas de Fertilizantes, y Fundidoras Ferrosas (López, 1982).

Los diversos compuestos, después de encontrarse en la atmósfera, son transferidos a los ecosistemas por diferentes fenómenos; uno de ellos es la precipitación pluvial (Hendry y Brezonik, 1980), la cual varía en su composición química, de región a región y de tormenta a tormenta (Galloway y Cowling, 1978).

Los ecosistemas al estar bajo una intensa degradación, causada por la prolongada explotación de sus recursos, requieren de un control a corto plazo antes de alcanzar niveles que pongan en peligro la actividad económica, política y social de la región o del país.

La región sur del Bajío se caracteriza por sus aceptables dotaciones de recursos naturales, más y mejores vías de

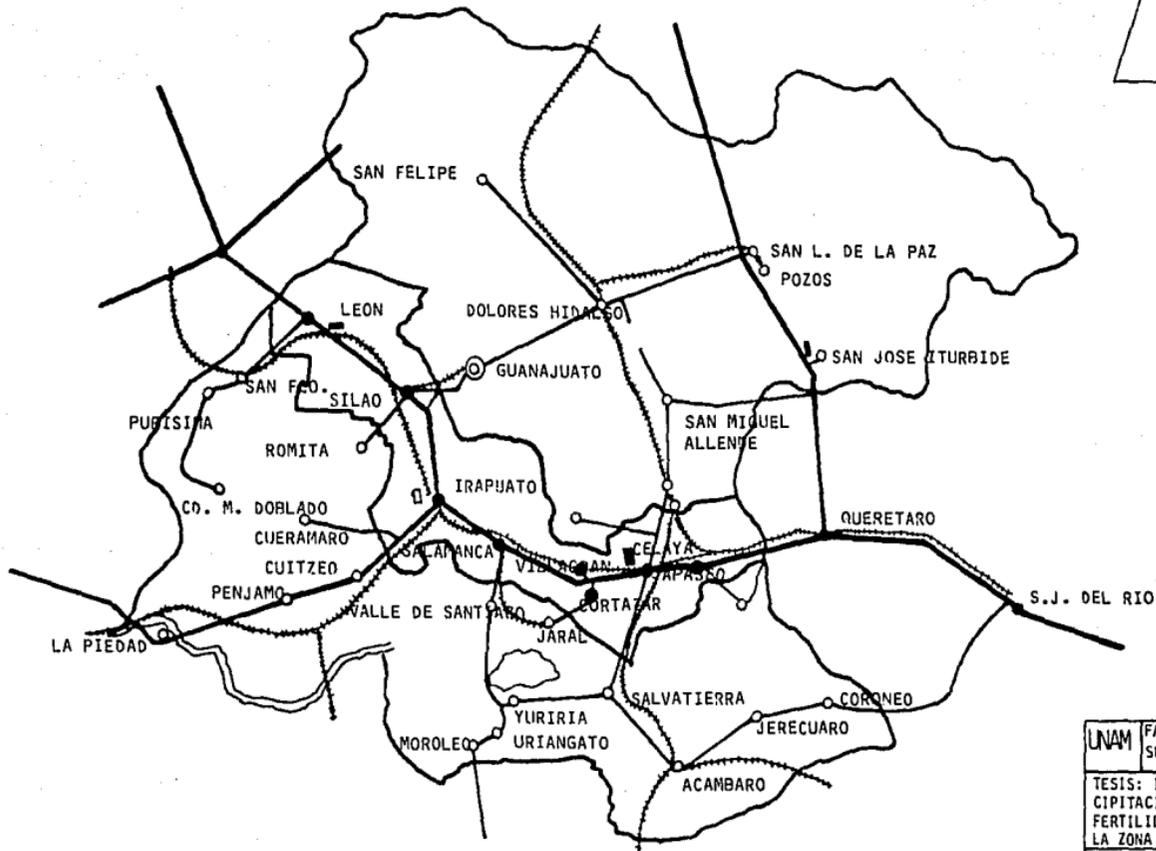


FIG. 1 EJE INDUSTRIAL.

UNAM	FACULTAD DE ESTUDIOS-SUPERIORES CUAUTITLAN
TESIS: INFLUENCIA DE LA PRECIPITACION PLUVIAL EN LA FERTILIDAD DE LOS SUELOS DE LA ZONA CENTRO-SUR DEL BAJIO	
GABRIEL P. BELMONT D. 1988.	

comunicación y una infraestructura productiva sumamente desarrollada y diversificada; por lo que respecta a su agricultura, tiene como objetivo primordial el obtener aumentos cuantitativos y cualitativos en la producción, para lograr este objetivo se ha observado y reconocido la importancia de un adecuado suministro de elementos nutritivos en las plantas; por esta razón, continuamente se está luchando por vencer las deficiencias nutricionales de los cultivos.

En la actualidad, los investigadores están encaminando sus estudios al conocimiento de la química de la precipitación atmosférica, la cual, al transferir las sustancias o elementos que se encuentran en la atmósfera a la superficie terrestre, juega un papel importante en la química de los suelos, por su aporte de nutrimentos a estos.

Esta investigación pretende contribuir al conocimiento del aporte de constituyentes atmosféricos a los suelos agrícolas, para determinar los beneficios posibles a estos, dado que los estudios realizados hasta el momento se han enfocado principalmente al conocimiento de su composición química y los daños que producen estos constituyentes al llegar a la superficie terrestre.

2.- PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

El Bajío, hoy en día, es una de las regiones más importantes en el país, tanto por su actividad agrícola como la industrial. Esto es debido a que en ella se ubican zonas de importancia; como la agrícola, en la que se aplican tecnologías avanzadas para la explotación de la tierra, y la industrial, en la cual se localizan numerosas industrias que contribuyen a elevar el nivel de contaminantes del aire; los que posteriormente se incorporan a la superficie terrestre, influenciando a todos los ecosistemas que existen en ella, incluyendo a los suelos agrícolas.

Estas características hacen del Bajío una zona de interés por el alto nivel de contaminación que se está presentando como consecuencia de la actividad industrial.

3 . OBJETIVOS

OBJETIVO GENERAL.

1.- Determinar el aporte de elementos nutritivos a los suelos por la precipitación total (húmeda y seca), así como el posible efecto de esta en ellos, mediante los cambios que sufren en su composición química durante la temporada de lluvias.

OBJETIVOS PARTICULARES.

1.- Determinar la importancia de la precipitación pluvial como medio de transporte de elementos nutritivos al suelo.

2.- Cuantificar en la precipitación total, los principales nutrimentos que son aportados a un suelo agrícola.

3.- Determinar las características de los suelos, antes y después de la temporada de lluvias, mediante el análisis físico y químico de las muestras de estos.

4. HIPOTESIS

A.- El aporte de elementos nutritivos, por la precipitación total (húmeda y seca), al suelo es significativa en una temporada de lluvias.

B.- Se presentan cambios, de tipo químico, en los suelos durante el período de lluvias.

5. REVISIÓN DE LITERATURA

5.1. Procesos de La Precipitación Atmosférica.

La contaminación del aire es actualmente uno de los grandes problemas por los que atraviesa la humanidad, esta es el resultado de la industrialización y el mundo mecanizado (Richardson y Merva, 1976). Varios contaminantes son emitidos a la atmósfera por las actividades humanas; la precipitación húmeda y la seca, son los fenómenos que se encargan de retornar esos contaminantes al suelo (Hendry y Brezonik, 1980), actuando la precipitación como un excelente acarreador y lavador de esos constituyentes atmosféricos (Galloway y Cowling, 1978). Es por eso la importancia del conocimiento de los procesos, mediante los cuales, las sustancias que se encuentran en la atmósfera son transferidos a la superficie terrestre, y los efectos de estos en la misma.

La precipitación (lluvia y nieve) es uno de los cuatro procesos por los cuales las sustancias que se encuentran en la atmósfera son transferidas a los ecosistemas terrestres y acuáticos. Los otros procesos son: la depositación seca, la impactación de aerosoles y la adsorción de gases (Galloway y Cowling, 1978). La precipitación húmeda está definida como el material depositado unicamente durante los eventos de lluvia y

nevadas; la depositación seca incluye, las partículas que son afectadas por la gravedad, a tal grado, que caen sobre la superficie de la tierra (vegetación, agua, suelos), estas partículas, son necesariamente grandes ($> 2 \mu\text{m}$ de diámetro) y generalmente, son derivadas de suelos, desechos vegetales o aerosoles condensados. Los aerosoles impactados, son partículas pequeñas depositadas sobre las superficies de la tierra; y los gases adsorbidos, los que se adsorben en o por las superficies de la tierra (Galloway y Likens, 1978).

5.2 . Aporte de Nutrientes por la Precipitación Atmosférica.

Uno de los aspectos más importantes de la precipitación atmosférica es el referente al aporte de nutrientes; al respecto, investigaciones realizadas en Escandinavia, Norte de Europa y Estados Unidos, han demostrado que la precipitación atmosférica es una fuente importante de elementos nutritivos (Erickson, 1966); citado por Chan y Kuntz (1982).

En otros estudios se ha analizado más profundamente a la precipitación húmeda y a la depositación seca, como un fenómeno de transporte de elementos nutritivos; esto es debido, a que los gases y partículas son removidas del aire por ambos mecanismos de remoción; depositación húmeda y seca (Dasch et al., 1984).

Los compuestos de azufre y nitrógeno son removidos de la atmósfera por dos procesos: 1.- Depositación seca, que incluye la adsorción de gases e impactación de aerosoles y 2.- Depositación húmeda (Galloway y Cowling 1978 y Glass et al., 1978).

La lluvia es el mecanismo predominante de la deposición de SO_4^{-2} , NH_4^+ , NO_3^- , Mg^{+2} , y K^+ , pero la depositación seca es de importancia comparable a la de la lluvia, por la deposición de Na^+ , Cl^- , y Ca^{+2} (Hendry y Brezonik, 1980). La importancia relativa del uno sobre el otro, depende de las condiciones ambientales, eficiencia de remoción, y la frecuencia de la precipitación (Dasch et al., 1984).

Los resultados iniciales del estudio realizado en el Lago Ontario en 1970 y 1971, por Shiomi y Kuntz (1973); citados por Chan y Kuntz (1982), mostraron la importancia que tiene el volumen de la precipitación, como fuente significante de nitrógeno y fósforo. Por otra parte; en Hubbard Brook y New Hampshire, Likens et al. (1976), encontraron que la entrada de nitratos y de sulfatos está directamente relacionada con la cantidad de precipitación anual.

En el estudio realizado por Boyce y Butcher (1976), en el Sur de Maine Central, los resultados del análisis de la

precipitación total mostraron que los nitratos, sulfatos y el sodio son, principalmente, incorporados a través de los procesos de la precipitación.

La precipitación, en el lago Rawson, contribuyó con más del 13.7% de las entradas totales de fósforo total, H^+ , Cl^- y agua; y menos del 13.7% de las entradas totales de Fe , Ca^{+2} , Mg^{+2} , Na^+ , K^+ y SO_4^{-2} (Schneider et al., 1976); citados por Scheider et al. (1979).

Hendry y Brezonik (1980), indican que los niveles de nutrientes en la lluvia están en función de los factores locales, tales como, las actividades agrícolas e industriales, pH del suelo, y cobertura vegetal. Asimismo, mencionan que el contenido de nutrientes en la lluvia ha sido medido en varios sitios: en el norte y el centro de Florida, E.U. (Brezonik et al., 1969, y Ewel et al., 1969), en las cercanías del lago Okeechobee (Joyner, 1969); en Fort Lauderdale (Mettram et al., 1977) y en Tallahassee (Burton et al., 1978).

5.3. Lluvia Ácida.

Este fenómeno ha llamado la atención de los investigadores, los cuales han enfocado sus estudios al conocimiento de la lluvia ácida; sus causas y efectos sobre los ecosistemas. Generalmente se acepta, que la acidez es causada por el grande

rango de transporte de SO_2 y NO_x , los cuales se oxidan en la atmósfera y se transforman en H_2SO_4 y HNO_3 (Dasch et al., 1984).

Los altos niveles de SO_4^{2-} producen fuerte acidez en la lluvia (Likens et al., 1972); citados por Richardson y Merva, 1976).

La mayoría de los eventos de la precipitación; en el oeste de Europa, Escandinavia, este de Estados Unidos, oeste de Canadá y algunas áreas del oeste de Estados Unidos, son conocidas como ácidas (Likens et al., 1979); citados por Dasch et al., 1984).

La tendencia del incremento de la acidez de la lluvia, ha sido tema de estudio para los científicos en el noreste de Europa (Barret y Brodin 1955, y Bormann 1975; citados por Richardson y Merva, 1976).

Pratt et al. (1983), mencionan a varios autores: Cogbill y Likens (1974); y Galloway et al. (1976), los cuales coinciden en afirmar que la acidez, y la concentración de sulfatos, nitratos, y de otros componentes de la precipitación, han sido incrementados en años recientes en ciertas localidades geográficas, como resultado de las actividades del hombre. Los da--

tos de azufre y SO_2 de la precipitación atmosférica, muestran que las emisiones industriales y calefacciones de casas y comercios, son fuentes predominantes de este azufre (Hoeft et al. 1972).

Los efectos de la lluvia ácida sobre los ecosistemas, son dañinos (Richardson y Merva, 1976; Glass et al., 1978; Slanina et al., 1983).

La importancia de estos estudios, como lo mencionan Tamm y Aronsson (1972); citados por Mc. Fee et al. (1977), es que los datos de las investigaciones han sido dirigidos hacia los efectos de los contaminantes del aire sobre el crecimiento y desarrollo de las plantas. Sin embargo, los efectos de los contaminantes del aire sobre el suelo han recibido poca atención (Bohn, 1972); citado por Mc. Fee et al. (1977).

Como se puede apreciar, la precipitación atmosférica, en la actualidad, es un fenómeno de gran importancia por el transporte de elementos nutritivos a la superficie terrestre, desafortunadamente, en la mayoría de los casos, este es de efectos negativos, por el daño que causa en general a los ecosistemas terrestres y acuáticos; sin embargo, para los suelos agrícolas, no se conoce ampliamente el beneficio o perjuicio de estos contaminantes del aire, principalmente, en lo referen

te al efecto en la fertilidad del suelo, que en el presente --
trabajo se trata de determinar, mediante la cuantificación de--
los nutrimentos aportados por la precipitación al suelo.

6. MATERIALES Y METODOS

6.1. Descripción del área de estudio.

Es espacio geográfico conocido como el Bajío, es una de las regiones agrícolas más conocidas e importantes de la República Mexicana; queda ubicada, principalmente, en el estado de Guanajuato; sin embargo, abarca también partes limitadas de Jalisco, Michoacán y Querétaro (Hernández X. 1954).

6.1.1. Localización del área de estudio.

El área de estudio se encuentra localizada en la región Sur de la zona agrícola del Bajío (Guanajuato sur) y comprendió las siguientes localidades.

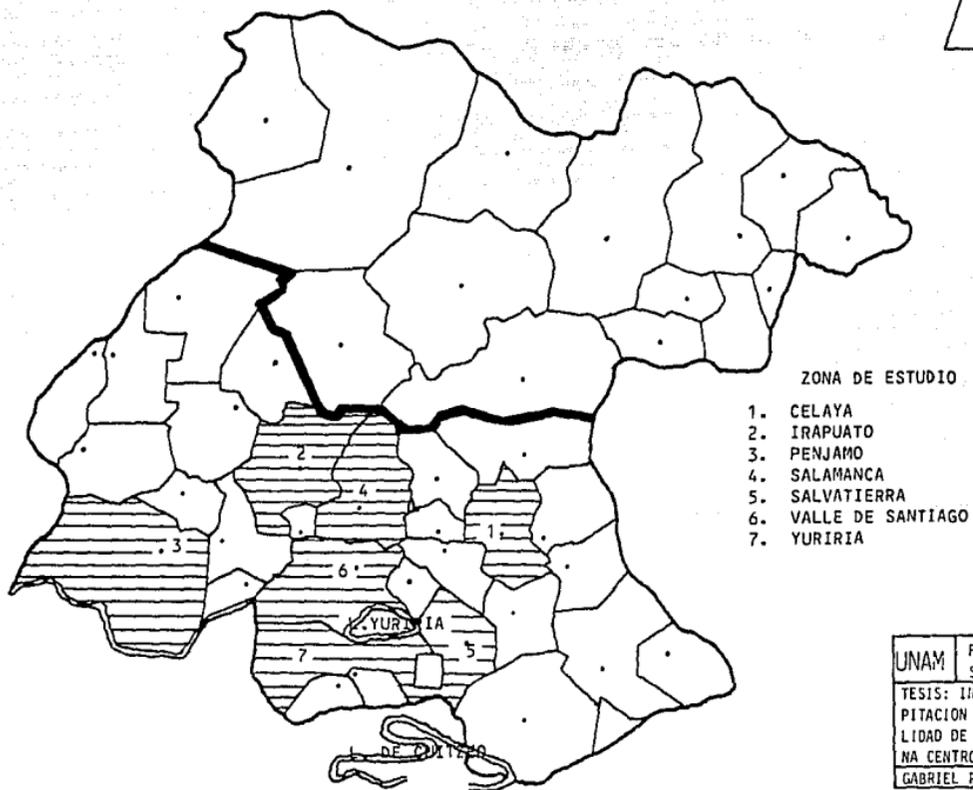
Celaya, Irapuato, Pénjamo, Salamanca, Salvatierra, -
Valle de Santiago y Yuriria.

En la Tabla II se presentan algunas características de cada localidad, que como se puede apreciar, quedan ubicadas en la parte sur del estado de Guanajuato (Fig. 2).

TABLA II
 UBICACION GEOGRAFICA, ALTITUD Y
 SUPERFICIE DEL AREA DE ESTUDIO.

LOCALIDAD	LATITUD N	LONGITUD W	ALTITUD m.s.n.m.	SUPERFICIE Km cuadrado
Celaya	20°31'02"	100°48'08"	1,754	521.378
Irapuato	20°40'03"	101°20'08"	1,725	807.801
Pénjamo	20°25'08"	101°43'03"	1,759	1'546.348
Salamanca	20°47'03"	101°11'08"	1,723	773.975
Salvatierra	20°12'06"	100°52'08"	1,751	596.776
Valle de Santiago	20°23'04"	101°10'08"	1,720	795.953
Yuriria	20°12'06"	101°07'08"	1,771	656.035

FUENTE: S.P.P. (1980)



ZONA DE ESTUDIO

1. CELAYA
2. IRAPUATO
3. PENJAMO
4. SALAMANCA
5. SALVATIERRA
6. VALLE DE SANTIAGO
7. YURIRIA

UNAM	FACULTAD DE ESTUDIOS- SUPERIORES CUATITLAN
TESIS: INFLUENCIA DE LA PRECI- PITACION PLUVIAL EN LA FERTI- LIDAD DE LOS SUELOS DE LA ZO- NA CENTRO-SUR DEL BAJIO.	
GABRIEL P. BELMONT U. 1988.	

FIGURA 2. AREA DE ESTUDIO

6.1.2 . Hidrología

Los recursos hidrológicos de la región tienen su origen en dos fuentes distintas:

1.- Aguas superficiales, donde la red hidrológica -- pertenece a la vertiente del Pacífico del Sistema Lerma-Chapala-Santiago (S.A.H.O.P., 1981).

Las principales corrientes fluviales superficiales -- que se encuentran en la región (Fig. 3) se describen a continuación:

El río Lerma, que recorre dentro del estado de Guanajuato 313 Km, cruza los municipios de Tarandácuaro, Jerécuaro, Acámbaro, Salvatierra, Salamanca y Valle de Santiago. El río Laja, que recorre 222 Km, y pasa por los municipios de Dolores Hidalgo, Comonfort, Allende, Abasolo y Celaya. El río Turbio, que recorre 198 Km, y pasa por los municipios de Manuel Doblado, Abasolo y Pénjamo. Tanto el río Laja como el Turbio, se unen al río Lerma (B.N.C.R., 1976).

El río Lerma cruza el estado de Guanajuato en la región del Bajío; tiene almacenamientos en las presas Tepuxtepec, Mich., con una capacidad de almacenamiento de 360 millones de

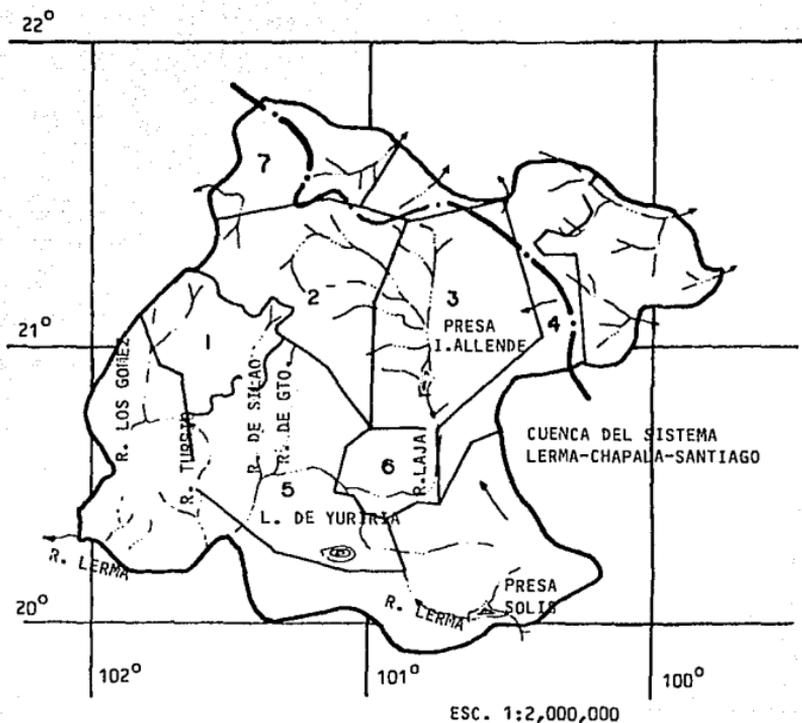


FIGURA 3. HIDROLOGIA

UNAM	FACULTAD DE ESTUDIOS- SUPERIORES CUAUTILAN
TESIS: INFLUENCIA DE LA PRECIPITACION PLUVIAL EN LA FERTILIDAD DE LOS SUELOS DE LA ZONA CENTRO-SUR DEL BAJIO.	
GABRIEL P. BELMONT D.	1988.

m^3 y la Solís, cuya capacidad de retención es de casi 880 millones de m^3 ; esta se ubica en el municipio de Acámbaro, Gto.- De ambas presas se derivan obras de riego, que constituyen el Distrito de Riego del Alto Río Lerma (Banco de Comercio, 1975). Este Distrito de riego beneficia 104,000 Ha de Los municipios de Acámbaro, Salvatierra, Jaral del Progreso, Valle de Santiago, Cortazar, Villagrán, Salamanca, Irapuato, Pueblo Nuevo, -- Huanímoro y Pénjamo (S.F.E., 1976).

Las cuencas del río Lerma se forman por los ríos Laja, Temascatio, Guanajuato-Silao y el Turbio (S.F.E. 1976), de estos, el que sobresale es el río Laja; que aporta un caudal de aguas de 151,271.4 miles de m^3 , con un gasto de 4,798 m^3 / seg (S.A.H.O.P., 1981). Los caudales de estos ríos son aprovechables en su curso, mediante distintas obras de irrigación -- para uso agrícola, principalmente borderías para riego de -- 22,174 Ha (S.F.E., 1976).

La laguna de Yuriria forma parte de la cuenca del -- río Lerma, que se convirtió en vaso regulador al quedar comunicada con el río mediante canales; almacena 225.8 millones de m^3 ; la laguna se encuentra comunicada, también, con el lago de Cuitzeo por medio de un dren (S.A.H.O.P., 1981).

En la Tabla III se pueden apreciar algunos datos - -

del río Lerma, al entrar y salir del estado de Guanajuato.

TABLA III
CARACTERISTICAS DEL RIO LERMA
EN GUANAJUATO

Escorrentamiento miles de m ³	Gasto Medio anual m ³ /seg.	Azolves miles de m ³	% del Escorrentamiento.
Entrada 731,038.4	22.9	362	0.05
Salida 1'502,991.1	45.5	1,281	0.08

Fuente: S.A.H.O.P., 1981.

Como se puede observar, el volumen del agua que conduce el río al salir del estado, es el doble que conduce al entrar, por lo cual, se duplica el gasto medio anual, esto se debe a la integración de algunos afluentes en su trayectoria por el estado.

2.- Aguas Subterráneas, las aguas del subsuelo en el estado de Guanajuato constituyen un importante recurso, ya que ha sido explotado, tanto para fines agrícolas como industriales (S.F.E., 1976).

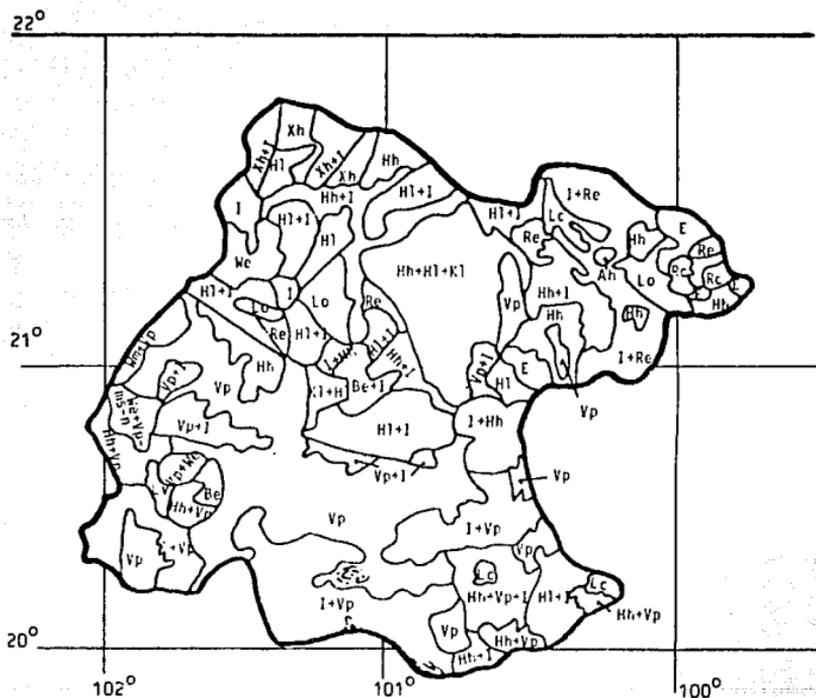
Se han realizado estudios estimativos del potencial de aguas subterráneas, considerándose éste, del orden de los 1,000 millones de m^3 . La extracción actual se realiza por medio de 2,500 pozos, aproximadamente. El agua se extrae de acuíferos libres y semiconfinados, que se ubican principalmente en la zona del Bajío (S.A.H.O.P., 1981).

En términos generales, la profundidad de los pozos no excede de 100 m; sin embargo, en la cuenca del río Lerma-Salamanca, ubicada en la región del Bajío, el manto freático se encuentra a los 9 m de profundidad (S.P.P. 1980). El promedio general varía, de los 35 a los 40 m de profundidad (Banco de Comercio, 1975).

6.1.3. Suelos.

En el estado de Guanajuato la mayoría de los suelos son de carácter zonal, es decir, que el factor predominante en su génesis, es el clima; sin embargo, en el sur del estado (Bajío), se presentan suelos azonales, donde el factor predominante es el material parental.

El sistema de clasificación, que se utilizó para este análisis edafológico, es el de la FAO/UNESCO 1970, modificada por CETENAL, 1975. (Fig. 4).



UNIDADES DE SUELOS

- | | |
|---|------------------------|
| I = LITOSOL | Xh = XEROSOL HAPLICO |
| Ha = PHAEOZEM HAPLICO | E = RENDZINA |
| Hl = PHAEOZEM LUVICO | We = PLANOSOL EUTRICO |
| Re = REGOSOL EUTRICO | Wm = PLANOSOL MOLICO |
| Rc = REGOSOL CALCARICO | Be = CAMBISOL EUTRICO |
| Lo = LUVISOL ORTICO | Kl = CASTAÑOZEM LUVICO |
| Lc = LUVISOL CROMICO | Vp = VERTISOL PELICO |
| ms-n = SUELOS CON FASE MODERA
TE SALINA Y SODICA | Ah = ACRISOL HUMICO |

UNAM	FACULTAD DE ESTUDIOS- SUPERIORES CUAUTITLAN
TESTS: INFLUENCIA DE LA PRECIPITACION PLUVIAL EN LA FERTILIDAD DE LOS SUELOS DE LA ZONA-CENTRO-SUR DEL BAJIO.	
GABRIEL P. BELMONT D.	1988.

FIGURA 4. EDAFOLOGIA

Los suelos que se encuentran en la región son los siguientes:

En los Bajfos (El Bajfo, Bajfo de Numarán, Bajfo de Querétaro, de Acámbaro y el de La Cueva) se presentan Vertisoles Pélicos.

En los Bajfos de Coroneo y Tarandácuaro se presenta una asociación de Feozems háplicos y Vertisoles pélicos.

En todas las sierras y cerros se presentan asociaciones de Litosol y Vertisol pélico (S.A.H.O.P., 1981).

6.1.4. Vegetación.

Sobre los suelos mencionados anteriormente, y dependiendo del clima y la topografía locales, se desarrollan bosques de pino-encino, matorral subtropical, mesquital, pastizal, y vegetación halófila (S.P.P., 1980 b). A continuación se describen los tipos vegetación mencionados.

Matorral-Subtropical.- Se encuentra representada por arbustos altos y árboles, más bien pequeños, de diámetro reducido; los arbustos espinosos pueden ser frecuentes, pero rara vez se presentan con carácter de dominancia, asimismo, se

presentan entre mezclados, un gran número de plantas herbáceas, que en la época de lluvias, forman una cobertura considerable (S.A.H.O.P., 1981).

Los componentes que se encuentran son los siguientes:

Lemairocereus s.p. (órgano), Ipomoea sp. (Casahuate) Opuntia s.p. (nopal), Acacia sp. (huizache). Prosopis laevigata s.p. (mezquite), Mimosa sp., (uña de gato), Salvia sp., Foresteira sp. (acibuche), Couteloa sp., Aristida sp., Choris sp., Corton sp., Eragrostis sp., Asclepias sp., etc. (S.P.P., 1980 b).

Mezquital.- Se presenta generalmente en lugares planos, de pendientes nulas o muy suaves y suelos profundos, caracterizados por un manto freático superficial (S.A.H.O.P., 1981).

La flora que forma esta comunidad esta constituida por bosques abiertos, representados por árboles delgados; abundan también otros elementos espinosos, incluyendo a veces, algunas cactáceas. Los componentes de esta unidad son los siguientes: Prosopis laevigata (mezquite), Ipomoea sp. (Casahuate), Opuntia sp. (nopal), Celtis pallida (grangreno), Acacia sp. (huizache), Boutelos sp., Aristida sp., Hilaria sp., Cenchrus sp., etc. (S.P.P. 1980 b).

En el Bajío han sido desbastadas las áreas cubiertas por Mezquital, debido a las buenas características de la tierra (S.A.H.O.P. 1981).

Pastizal.- La presencia de éstos se ha modificado, debido a la intensidad del pastoreo, que ha determinado la presencia de un buen número de especies leguminosas arbustivas -- del tipo de las acacias y de algunos zacates amacollados; algunos componentes son: Diatichlis apicata, Hilaria sp., y -- -- Buchlos sp. (S.P.P. 1980 b).

Bosques de Pino-Encino.- Dada la similitud de los requerimientos ecológicos que presentan tanto los bosques de pino como de encino, es frecuente encontrarlos mezclados. Algunas especies son las siguientes: Abies religiosa, Pinus mon-
tezumae, Pinus pinaceana, Pinus teocote, Quercus creassifolia, Q. jaralensis, Q. rugosa, Q. mexicana, Q. castanea y Q. laurina (S.A.H.O.P. 1981).

Vegetación Halófila.- La cual es característica de suelos con alto contenido de sales solubles y drenaje deficiente, localizados generalmente en depresiones; sin embargo, la superficie que ocupa este tipo de vegetación es mínima, dada la escasa superficie con problemas de salinidad edáfica.

La familia que mejor representada está en los suelos salinos es la Gramínea, asimismo, es frecuente encontrar un número de especies crasas y suculentas.

6.1.5. Geología.

La República Mexicana se encuentra dividida en grandes provincias fisiográficas, esto es debido a que en cada una de ellas encontramos características geomorfológicas diferentes.

La provincia fisiográfica a la que nos enfocaremos es a la del Eje Neovolcánico, por encontrarse ubicada dentro de ella el área de estudio.

La provincia del Eje Neovolcánico se formó a fines del terciario y principios del cuaternario, colinda al Norte con la Mesa Central y sus límites se definen por el cambio de morfología, de mesetas a vertientes montañosas. Se caracteriza por la presencia de aparatos volcánicos diversos; conos, calderas y colados. Existen también fracturas y fallas, asociadas al vulcanismo terciario y cuaternario, que han dado lugar a fosas largas y profundas; que han formado lagos, como el de Yuriria. En esta provincia se presentan rocas ígneas y sedimentarias del terciario, así como; los aluviones (provenien-

tes del río Lerma) que han llenado valles y llanuras originando los suelos de esas áreas, que provienen del cuaternario y - que caracterizan a toda la planicie del Bajío (S.P.P., 1980 b).

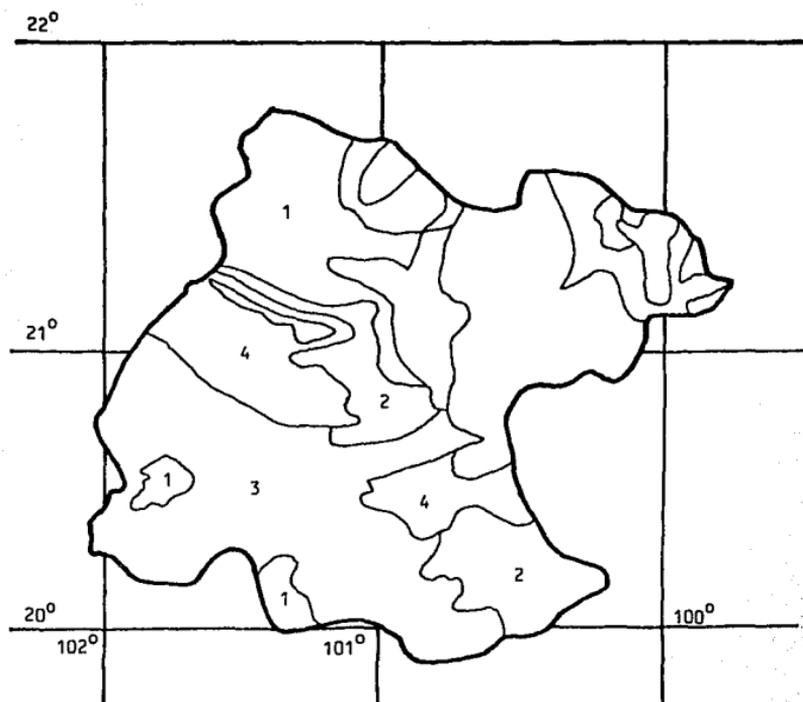
Su litología se constituye por derrames, brechas basálticas y tobas andesíticas; que cubren rocas riolíticas y -- andesíticas principalmente (S.A.H.O.P., 1981).

6.1.6 Clima.

El Clima (Fig. 5), según la clasificación de C.W. -- Thornwite; con relación a la temperatura, es semicálido y con relación a la humedad, es semiseco. La temperatura media es - de 19°C a 21°C ; la máxima varía de 36°C a 42°C y la mínima de -2°C a -4°C .

La precipitación pluvial (Fig. 6), varía de los 700- mm hasta los 1000 mm al año (S.F.E., 1976).

El clima y la temporada de lluvias, favorables para las tierras de temporal, y las grandes extensiones con riego, - parcial o total, contribuyen al alto porcentaje de buenas co-- sechas, que desde el punto de vista de necesidades del país, - hacen del Bajío la región agrícola más importante.



ESC. 1: 2,000,000

- 1 - C (W₁) (W) SUBHUMEDO, TEMPLADO (Subtipo humedad media).
- 2 - C (W₂) (W) SUBHUMEDO, TEMPLADO (Subtipo menos húmedo).
- 3 - (A) C (W₀) (W) SUBHUMEDO, SEMICALIDO.
- 4 - BS₁ hw (W) SEMISECO, SEMICALIDO.

FIGURA 5 . CLIMAS

UNAM	FACULTAD DE ESTUDIOS- SUPERIORES CUAUTILAN
TESTIS: INFLUENCIA DE LA PRECI- PITACION PLUVIAL EN LA FERTI- LIDAD DE LOS SUELOS DE LA ZO- NA CENTRO-SUR DEL BAJIO.	
GABRIEL P. BELMONT D. 1988.	

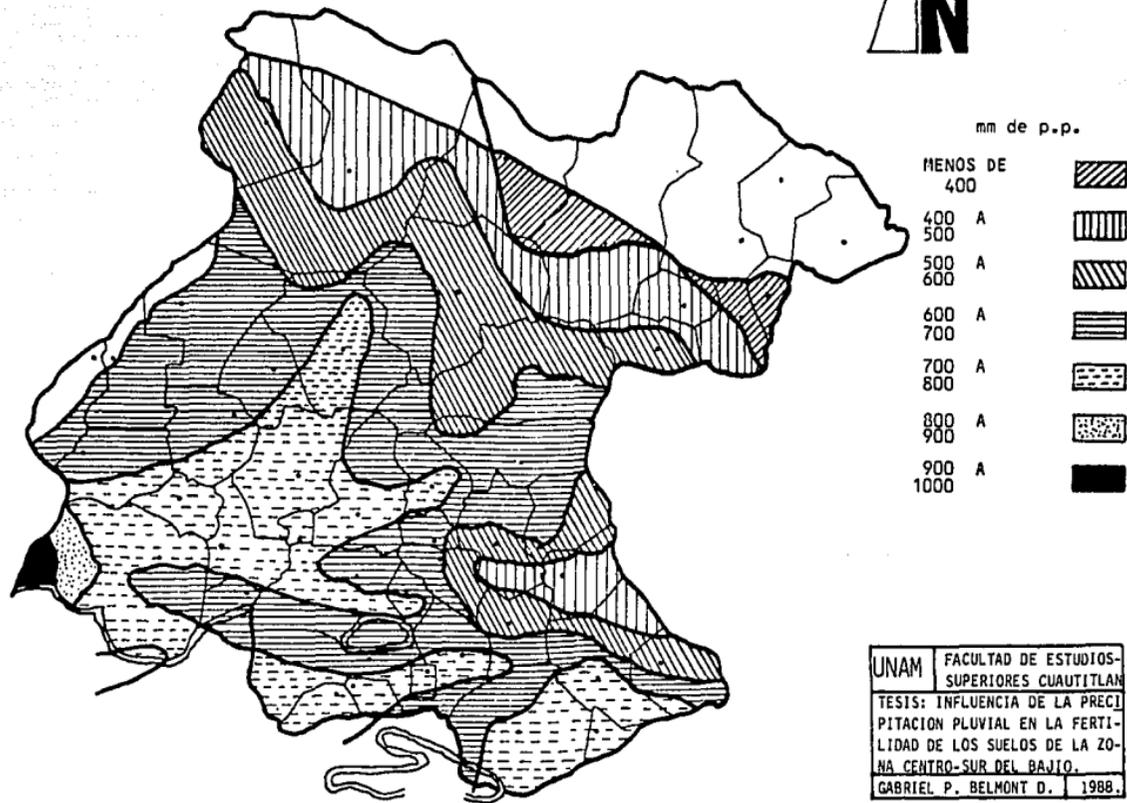


FIGURA 6. ISOYETAS

6.2 Metodología.

El área de estudio queda ubicada en la región del --
Bajo, para abarcar esta región, se seleccionaron siete sitios;
en los cuales se llevó a cabo la siguiente metodología.

6.2.1. Precipitación Total.

6.2.1.1. Colecta de las muestras de la precipita---
ción total.- Esta se realizó, en cada uno de los sitios selec
cionados en el área de estudio, durante el periodo comprendido
entre mayo y octubre de 1985.

El muestreador utilizado para la colecta presenta --
las siguientes características: colector manual de exposición
contfnua que consta de una caja de poliuretano, en la cual - -
se colocó una botella de polietileno de 4 litros de capacidad-
y un embudo de 25.7 cm de diámetro. Para evitar salpicaduras-
desde el suelo, la caja con el embase se colocó en un soporte-
de hierro, quedando a una altura de 1.0 m (Fig. 7). Los mues-
treos se realizaron quincenalmente, tanto de la precipitación-
húmeda como de la seca (Precipitación Total).

6.2.1.2. Análisis de las muestras.- Antes de llevar
a cabo los análisis físicos y químicos de las muestras de pre-



FIGURA 7. MUESTREADOR MANUAL.

cipitación, se midió el volumen de la muestra colectada. En éstas se efectuaron las siguientes determinaciones: pH, $N-NH_4$, $N-NO_3$, $N-NO_2$, SO_4^{-2} , P-Total, $P-PO_4$, Ca, Mg, y K.

El análisis de las muestras fue llevado a cabo en -- el laboratorio de Química Atmosférica y Estudios de Agua del -- Centro de Ciencias de la Atmósfera de la U.N.A.M., de acuerdo con las técnicas reportadas en el Standard Methods (APHA, AWWA, WPCF, 1976).

La determinación de pH se hizo mediante un potenciómetro digital Philips, modelo 9409, equipado con un electrodo de combinación de vidrio y calomel. Para la calibración se -- utilizaron soluciones buffer de pH de 4.0 y 7.0.

En $N-NH_4$ se determinó por el método colorimétrico de Nesslerización, en el cual se mide el color amarillo, producido por la reacción entre el nitrógeno amoniacal y el reactivo de Nessler, a una longitud de onda de 410 nm.

El $N-NO_3$ se determinó por el método colorimétrico de la brucina, el cual está basado en la reacción del ión nitrato con el sulfato de brucina en una solución de ácido sulfúrico -- 13 N, a una temperatura de $92^{\circ}C$, produciendo un complejo de -- color amarillo, cuya intensidad es medida a 410 nm.

El $N-NO_2$ se determinó por el método de diazotación, el cual se basa en la reacción entre los nitratos y el ácido sulfanílico para formar el ácido sulfanílico diazotizado, el que se acopla con el biclorhidrato de N- (1-naftil)-etilendiamina, para formar un azo colorido púrpura rojizo, cuya absorbancia es medida a 543 nm.

Los sulfatos se determinaron por el método turbidimétrico, midiendo la absorbancia a 420 nm del precipitado de sulfato de bario formado al reaccionar los SO_4^{2-} con el cloruro de bario en medio ácido clorhídrico.

El fósforo; de ortofosfatos y total, se determinó por el método del ácido ascórbico. Los ortofosfatos reaccionan, en medio ácido, con el molibdato de amonio y el tartrato de potasio y antimonio, formando un complejo de fosfo-molibdato de antimonio; el que es reducido por el ácido ascórbico, produciendo un complejo de color azul intenso cuya absorbancia es medida a 880 nm. Al fósforo total, se le hizo previamente una digestión con persulfato de amonio y ácido sulfúrico.

El calcio, magnesio y potasio, se analizaron por espectrofotometría de absorción atómica, utilizando una flama de aire-acetileno. Para la determinación del calcio y magnesio; tanto a los estándares como a las alícuotas de las muestras, -

se les adicionó, antes del análisis, lantano en ácido clorhídrico, con el fin de evitar interferencias.

6.2.2. Suelos

En esta parte del estudio se pretendió conocer la fijación de los nutrimentos, provenientes de la precipitación total, en el suelo. Lo anterior se realizó mediante muestreos de los suelos con su respectivo análisis físico y químico. Para obtener mayor veracidad en los resultados, el experimento se dividió en dos etapas, una a nivel laboratorio y otra a nivel campo. La forma en que ambas se realizaron a continuación se describe:

6.2.2.1 . Colecta de las muestras de suelos

6.2.2.1.1 . Etapa a nivel campo.- En esta etapa, la toma de muestras de suelos se realizó en las siete localidades que comprenden el área de estudio. En cada localidad los muestreos se efectuaron en dos épocas diferentes; una, previa a la temporada de lluvias y la otra, posterior a ella. Los muestreos se llevaron a cabo, dentro de cada localidad, en dos zonas diferentes; uno, en zona de cultivo y el otro, en zona sin perturbación agrícola; esto con la finalidad de apreciar mejor la fijación de nutrimentos con y sin la incorporación de fertili-

zantes de origen químico. En ambas zonas, los muestreos se -- realizaron a dos diferentes profundidades: 0-30 y 30-60 cm; -- que es la zona arable y por lo tanto, la que nos interesó conocer, por ser el área en donde se desarrollan principalmente -- las raíces de las plantas.

Ya tomadas las muestras se realizaron los análisis -- físicos y químicos en el laboratorio de suelos, aguas y plan--tas de la Comisión Nacional de Fruticultura. SARH, con excep--ción de SO_4^{-2} y ClC, que se realizó en el laboratorio de suelos de la FES.C.

6.2.2.1.2. Etapa a nivel laboratorio.- A diferen--cia de la etapa anterior, esta se realizó solo en las locali--dades de Irapuato y Yuriria, debido a que las características-- de los suelos de las demás localidades imposibilitaron la ex--tracción de las muestras por la presencia de alta pedregosidad.

El muestreo de suelos se efectuó antes de la tempora--da de lluvias con un tubo de PVC de 4 pulgadas de diámetro, -- el cual fue empotrado en el suelo a una profundidad de 60 cm;-- este tubo fue extraído cuidadosamente, con la finalidad de no-- alterar la porosidad y compactación del suelo y asimismo, no -- afectar la filtración del agua. Al mismo tiempo se realizó -- otro muestreo de suelos en la misma área; con el fin de cono--cer su composición física y química antes del experimento.

Las muestras de suelo, en los tubos, fueron llevadas al laboratorio de Química Atmosférica y Estudios de Agua del Centro de Ciencias de la Atmósfera de la U.N.A.M., en donde se regaron con el agua de lluvia colectada y que previamente fue analizada. En los riegos se aplicó la lámina de agua, según los mm de lluvia que cayeron durante la quincena de colecta (Fig. 8).

Ya finalizados los riegos, se extrajeron las muestras de suelos en dos estratos; 0-30 cm y 30-60 cm, para su análisis.

6.2.2.2. Análisis de las muestras.- Los análisis físicos y químicos de las muestras contemplaron las siguientes determinaciones: pH, N-Total, N-NO_3 , SO_4^{-2} , Ca^{+2} , K^+ , Mg^{+2} , P-Total, C.I.C., materia orgánica y textura.

Las técnicas utilizadas para las determinaciones a continuación se mencionan.

Para la determinación del pH se utilizó una relación suelo agua de 1:2.5. La medición se hizo con un potenciómetro digital Philips, modelo 9409, equipado con un electrodo de combinación de vidrio y calomel. Para la calibración se utilizó una solución buffer de pH 7.0 (Jackson, 1964).



FIGURA 8. MUESTREADOR DE SUELOS Y TUBOS.

El nitrógeno total se determinó por el método de - - Kjeldahl modificado para incluir a los nitratos (Chapman y - - Pratt, 1973).

Los nitratos se estimaron por el método de Harper -- (Chapman y Pratt, 1973).

Para los sulfatos se utilizó el método del acetato - soluble (Black et al., 1965).

El fósforo total se determinó por el método de Bray- PL (C.S.T.P.A., 1980).

El Ca, Mg, y K se determinaron por espectrofotome-- trfa de absorción atómica, siguiendo los métodos reportados en Perkin Elmer (1982).

Para la textura se utilizó el método del Hidrómetro- de Booyoucos reportado por Palmer y Troeh (1977).

La determinación de la materia orgánica se realizó - por el método de vía húmeda de Walkley-Black (Jackson, 1964).

La C.I.C. se determinó por el método reportado por - Jackson (1964).

6.3 . Cálculos

6.3.1 . Aporte de elementos nutritivos provenientes de la precipitación total.- Con base en los resultados del análisis físico y químico de la precipitación total y del volumen de lluvia, se realizó el cálculo del aporte de nutrimentos en cada una de las localidades del área de estudio. El cálculo se hizo de la siguiente forma:

a).- Cálculo del área del embudo de colección.

\emptyset embudo utilizado = 25.7 cm

$$A = \pi \times r^2$$

$$A = \pi \times (12.85)^2$$

$$A = 518.75 \text{ cm}^2$$

b).- Cálculo del aporte de nutrimentos.

$$\text{Kg Ha}^{-1} = \frac{C (\text{mg L}^{-1}) \times 10^{-3} \text{ L ml}^{-1} \times 10^{-6} \text{ Kg mg}^{-1} \times V (\text{ml})}{A (\text{cm}^2) \times 10^{-4} \text{ m}^2 \text{ cm}^{-2} \times 10^{-4} \text{ Ha m}^{-2}}$$

en donde, C = concentración del elemento nutritivo

A = área del embudo

V = volumen de lluvia

6.3.2 . Incorporación de nutrientes en el experimento a nivel laboratorio.- Esta se realizó, mediante riegos, con la lluvia que se colectó en los muestreos quincenales. El cálculo de la lámina de riego a aplicarse, tuvo como base: la cantidad de -- lluvia caída en el campo y el área de los tubos en los que se colectaron las muestras de suelo. El cálculo se realizó de la siguiente forma:

6.3.2.1 . Cálculo de la lámina de agua a aplicarse a los tubos del experimento.

a).- Cálculo del área del tubo.

$$\emptyset \text{ tubo} = 10.6 \text{ cm}$$

$$A = \pi r^2$$

$$A = 88.25 \text{ cm}^2$$

b).- Cálculo de la lámina de lluvia caída en el campo.

$$H = \frac{V}{A} ; \text{ en donde : } V = \text{ml (cm}^3\text{) de lluvia}$$

$$A = \text{área del embudo utilizado (cm}^2\text{)}$$

$$H = \text{lámina de agua (cm)}$$

c).- Cálculo del volumen de lluvia a aplicarse al tubo.

$V = H A$, en donde: V = volumen a aplicarse al tubo

H = lámina de agua

A = área del tubo

Ejemplo:

- Cálculo de la lámina de lluvia caída en el campo.

cm^3 de lluvia = 840

$$H = \frac{840 \text{ cm}^3}{518 \text{ cm}^2}$$

$H = 1.62 \text{ cm}$

- Cálculo de la lámina a aplicarse al tubo.

$V = H A$

$V = 1.62 \text{ cm} \times 88.25 \text{ cm}^2$

$V = 143 \text{ cm}^3 = 143 \text{ ml}$

6.3.2.2 . Cálculo de la incorporación de nutrimentos a los tubos.

El cálculo de la incorporación tuvo como base: el análisis físico y químico de la precipitación total, el volumen de llu-

via de cada localidad, y el área de los tubos, en los cuales se colectaron las muestras de suelos.

El cálculo se realizó de la siguiente forma:

$$\text{Kg Ha}^{-1} = \frac{C (\text{mg L}^{-1}) \times 10^{-3} \text{ L ml}^{-1} \times 10^{-6} \text{ Kg mg}^{-1} \times V (\text{ml})}{A (\text{cm}^2) \times 10^{-4} \text{ m}^2 \text{ cm}^{-2} \times 10^{-4} \text{ Ha m}^{-2}}$$

Ejemplo:

$$- \text{mg L}^{-1} \text{ de Ca}^{+2} = 0.36$$

$$- \text{ml de precipitación} = 621$$

$$\text{Kg Ha}^{-1} = \frac{0.36 \times 621}{882.5}$$

$$\text{Kg Ha}^{-1} \text{ de Ca}^{+2} = 0.253$$

7. RESULTADOS

7.1 . Precipitación Total.

Antes de presentar los resultados de la composición química de la precipitación total (húmeda y seca), hay que denotar, que dado el tipo de colector utilizado, de exposición continua, no fue posible conocer, independientemente, la composición química de la precipitación húmeda y de la seca, ya que para lograr esto es necesario contar con un colector que tome las muestras por separado (Fig. 9).

En la Fig. 10 se muestran graficamente los resultados de los componentes químicos de la precipitación total encontrados en mayor cantidad. También se muestran los resultados de la composición química de la precipitación total de la estación C.U., establecida en la ciudad de México, con lo cual se pretende tener un punto de referencia para comparar el área de estudio con una zona en la que un nivel alto de contaminación es conocido.

Los resultados completos de la composición química de la precipitación total se presentan en las tablas IV a XI del apéndice; asimismo se muestran: la media aritmética, la desviación estándar, y los valores mínimos y máximos encontra-



FIGURA 9. MUESTREADOR AUTOMATICO DE DEPOSITACION HUMEDA Y DEPOSITACION SECA.

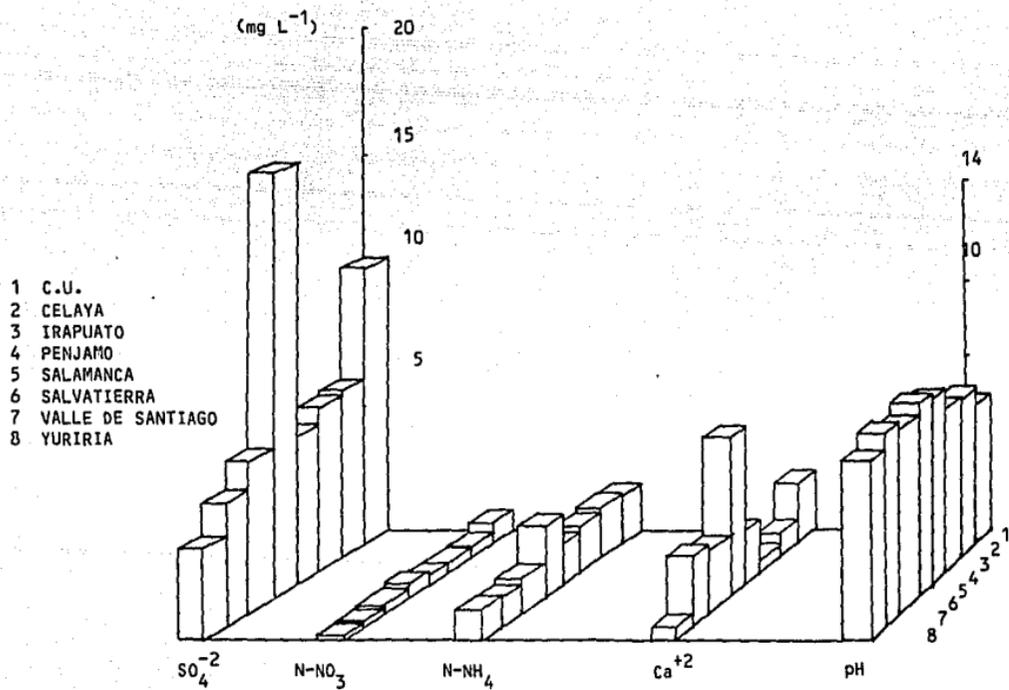


FIGURA 10. COMPOSICION QUIMICA DE LA PRECIPITACION TOTAL

dos. Por otra parte, en la Tabla XII del apéndice se muestran los resultados de los coeficientes de correlación lineal entre los principales aniones y cationes.

Los resultados del aporte de nutrimentos, provenientes de la precipitación total, se muestran en las tablas XIII a XIX del apéndice. En la Fig. 11 de esta sección, se muestran graficamente los resultados de los nutrimentos aportados en mayor proporción.

Los valores del aporte de nutrimentos, en el experimento a nivel laboratorio, se presentan en las tablas XX y XXI del apéndice.

7.2 . Suelos.

Con la finalidad de apreciar mejor el aporte de nutrimentos al suelo, se realizaron muestreos de suelos en las siete localidades del área de estudio; estos se efectuaron antes y después de la época de lluvias, tanto en zonas de cultivo, como en zonas sin perturbación agrícola, todos a dos diferentes profundidades: 0-30 y 30-60 cm.

Los resultados de las características físicas y químicas de los suelos se presentan en las tablas XXII a XXXV del

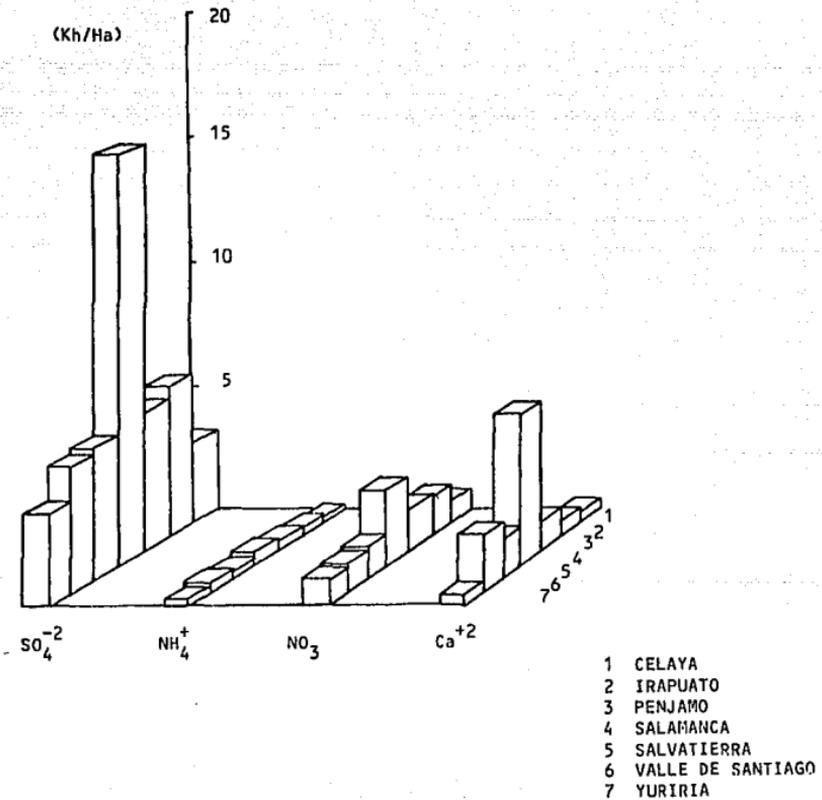
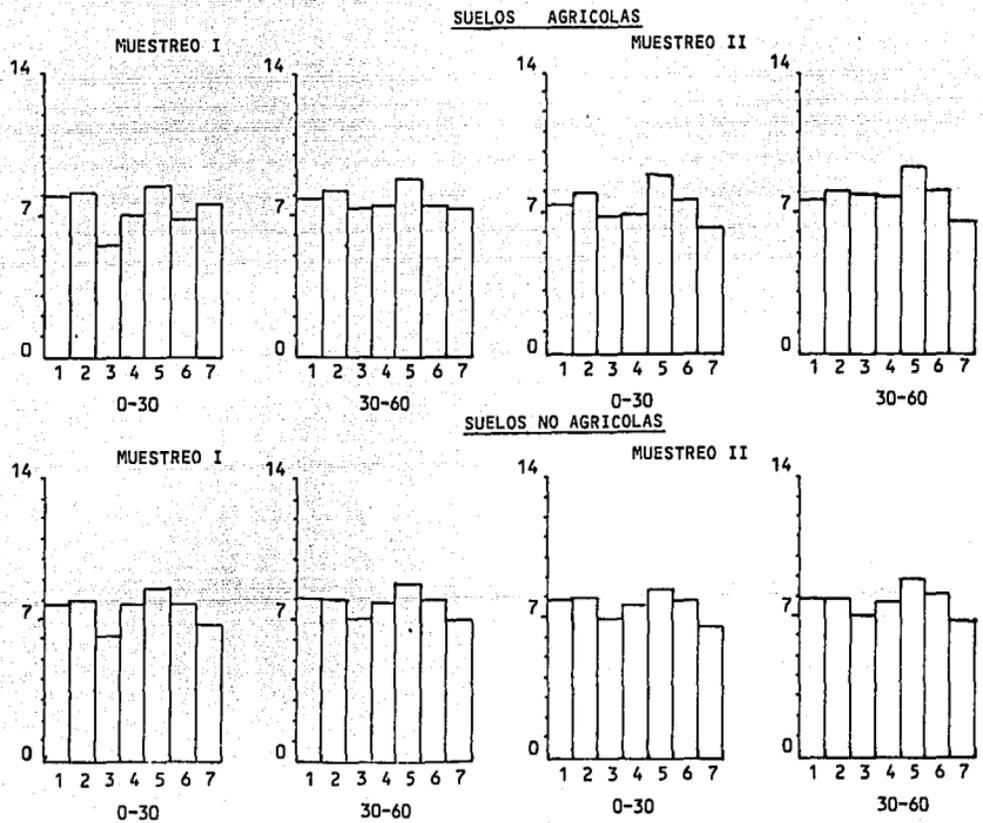


FIGURA 11 . APORTE DE NUTRIMENTOS

apéndice; y gráficamente en las fig. 12 a 19.

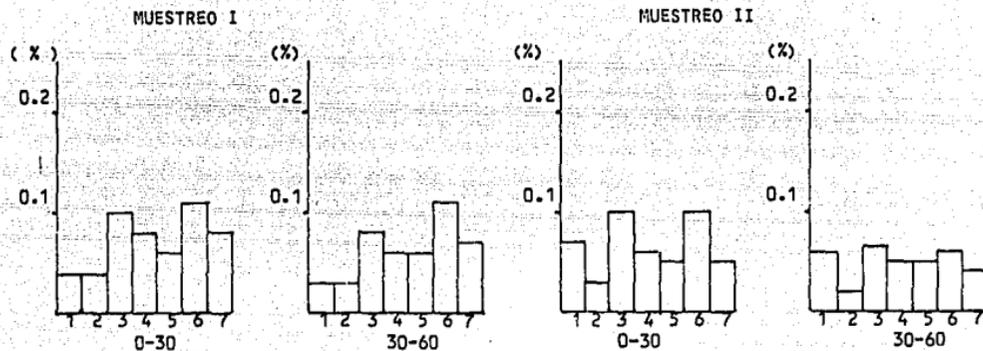
En las tablas XXXVI y XXXVII del apéndice se muestran los resultados del análisis de suelos del experimento a nivel laboratorio.



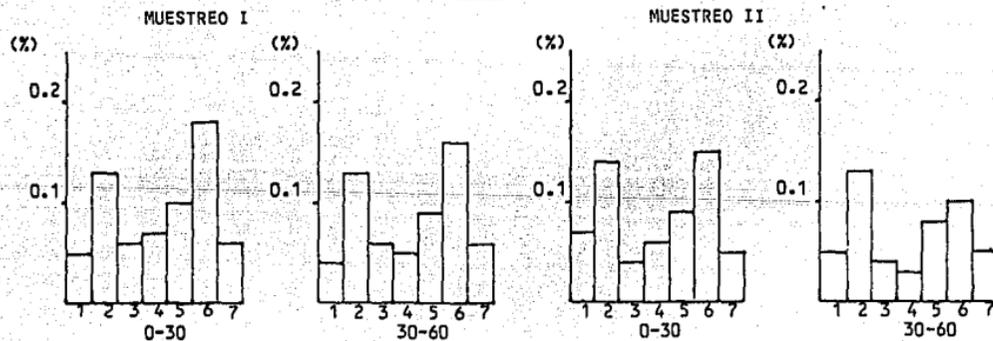
- 1 Celaya
- 2 Irapuato
- 3 Pénjamo
- 4 Salamanca
- 5 Salvatierra
- 6 Valle de S.
- 7 Yuriria

FIGURA 12 . RESULTADOS DE pH DEL SUELO

SUELOS AGRICOLAS



SUELOS NO AGRICOLAS



- 1 Celaya
- 2 Irapuato
- 3 Pénjamo
- 4 Salamanca
- 5 Salvatierra
- 6 Valle de S.
- 7 Yuriria

FIGURA 13. RESULTADOS DE NITROGENO TOTAL DEL SUELO

SUELOS AGRICOLAS

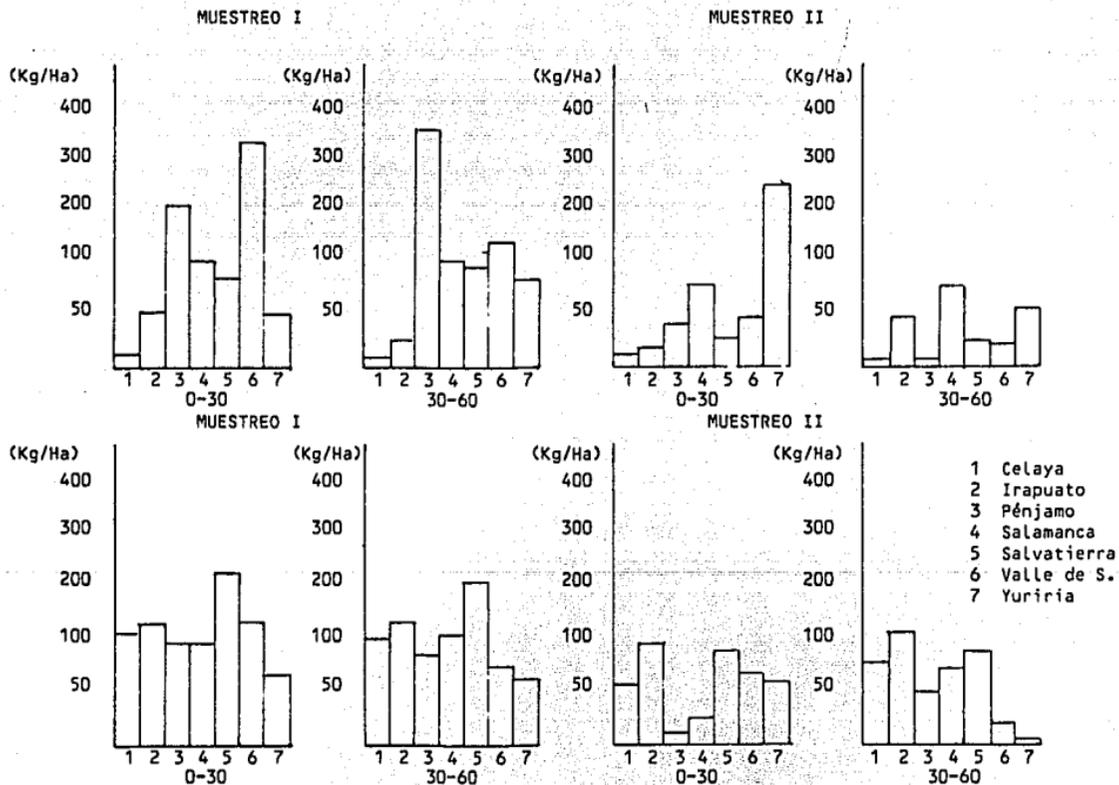


FIGURA 14. RESULTADOS DE NITRATOS DEL SUELO

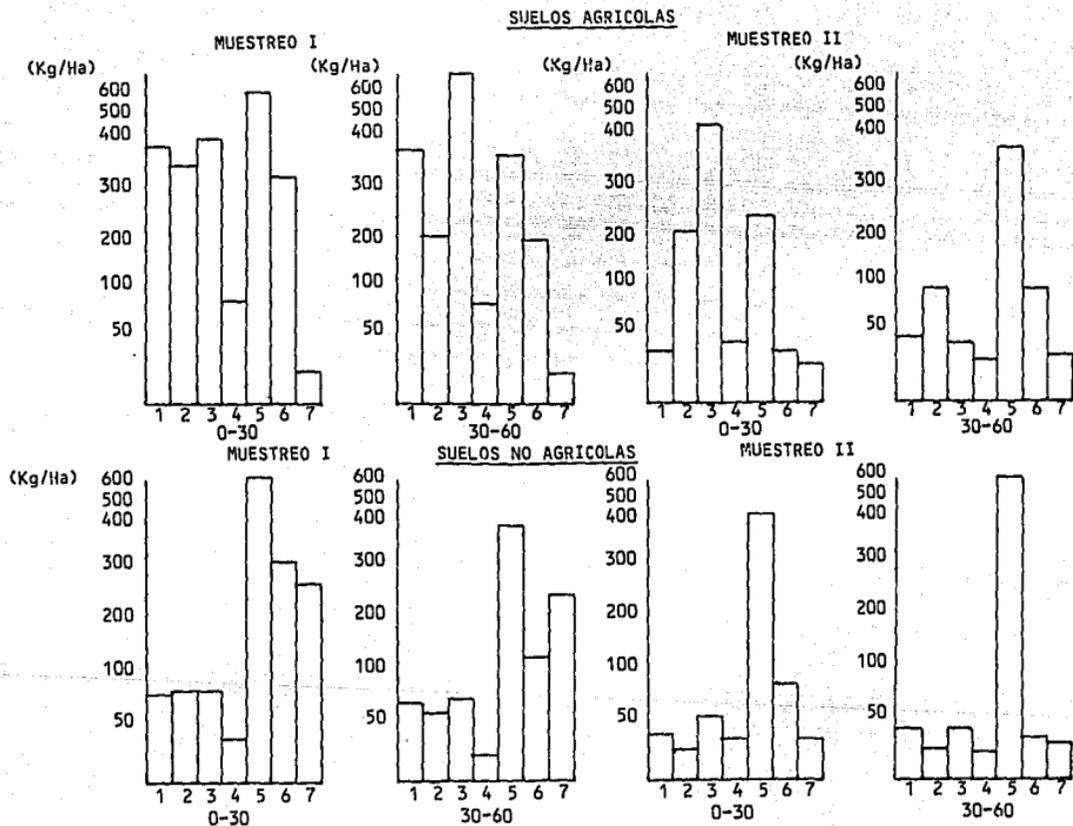
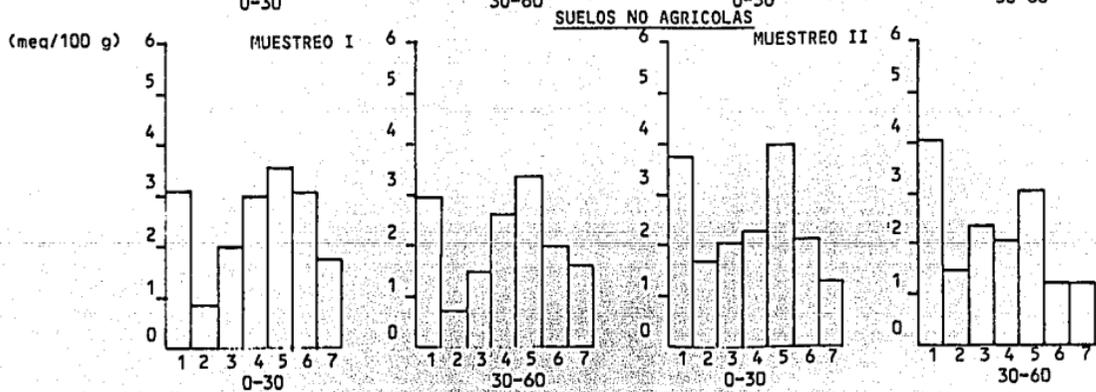
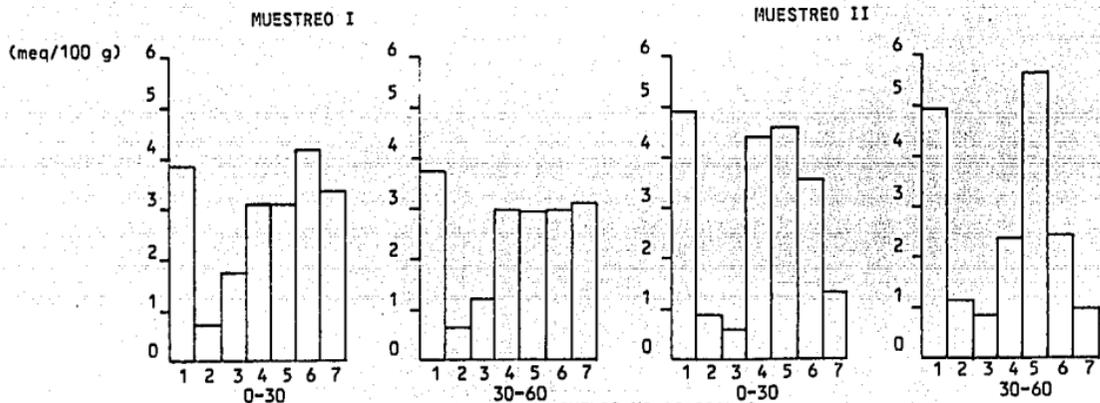


FIGURA 15. RESULTADOS DE FOSFORO DEL SUELO

SUELOS AGRICOLAS



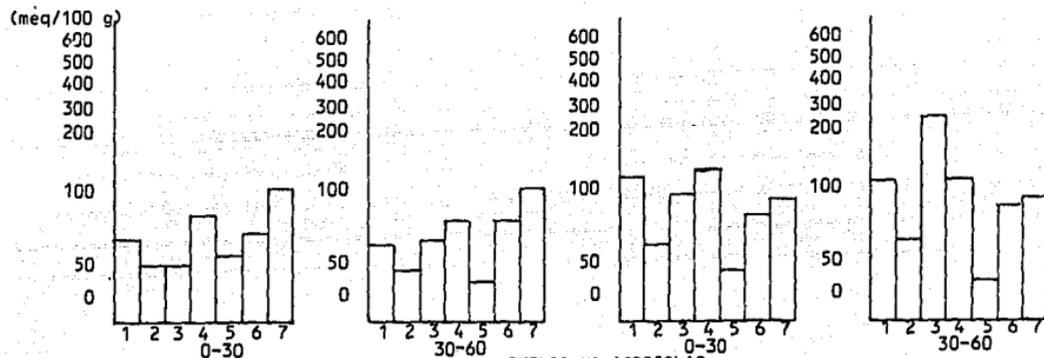
- 1 Celaya
- 2 Irapuato
- 3 Pénjamo
- 4 Salamanca
- 5 Salvatierra
- 6 Valle de S.
- 7 Yuriria

FIGURA 16. RESULTADOS DE POTASIO DEL SUELO

SUELOS AGRICOLAS

MUESTREO I

MUESTREO II



SUELOS NO AGRICOLAS

MUESTREO I

MUESTREO II

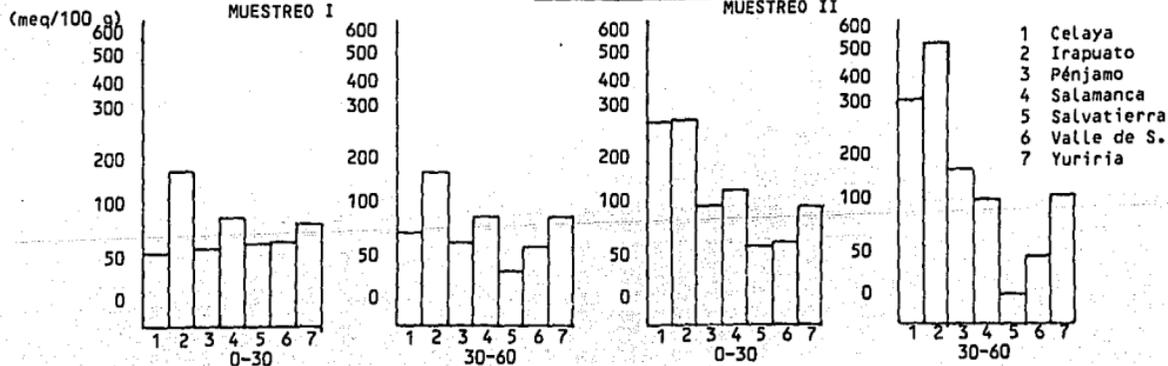


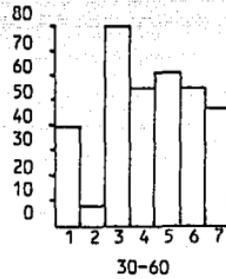
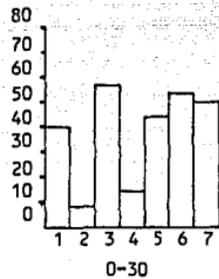
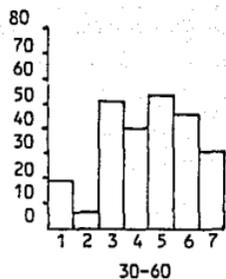
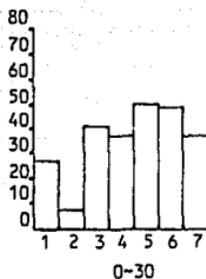
FIGURA 17. RESULTADOS DE CALCIO DEL SUELO

SUELOS AGRICOLAS

MUESTREO I

MUESTREO II

(mea/100 g)

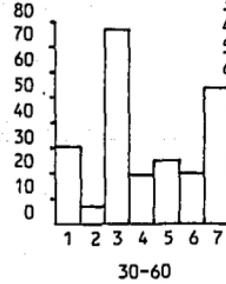
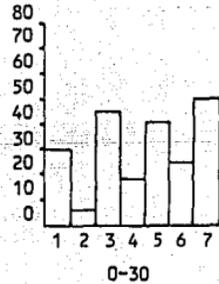
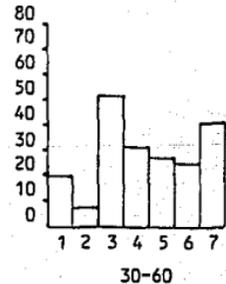
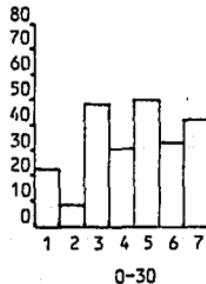


SUELO NO AGRICOLA

MUESTREO I

MUESTREO II

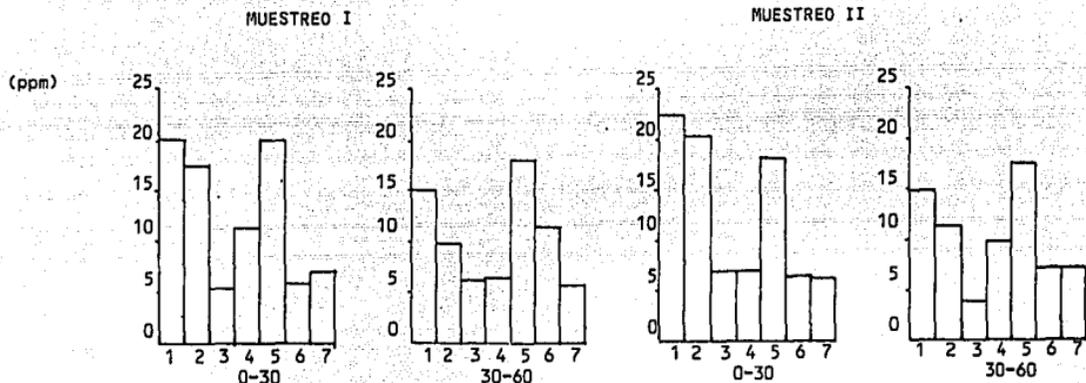
(meq/100 g)



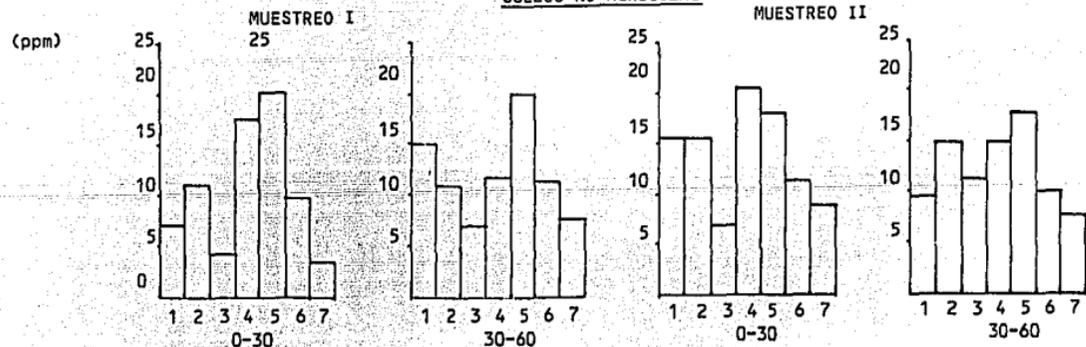
- 1 Celaya
- 2 Irapuato
- 3 Pénjamo
- 4 Salamanca
- 5 Salvatierra
- 6 Valle de Santiago
- 7 Yuriria

FIGURA 18. RESULTADOS DE MAGNESIO

SUELOS AGRICOLAS



SUELOS NO AGRICOLAS



- 1 Celaya
- 2 Irapuato
- 3 Pénjamo
- 4 Salamanca
- 5 Salvatierra
- 6 Valle de S.
- 7 Yuriria

FIGURA 19. RESULTADOS DE AZUFRE DEL SUELO

8. DISCUSION

8.1 Precipitación Total.

El análisis químico de la precipitación total, colectada en la zona agrícola del Bajío en periodos de 15 días, indica que ésta es un mecanismo importante de depositación de -- elementos nutritivos, como es reportado por Hendry y Brezonik- (1980); y Chan y Kuntz, (1982).

Para tener una idea del contenido de iones encontrados en el área de estudio, es necesario hacer una comparación con la concentración, de estos, encontrada en la estación Ciudad Universitaria, cuyos resultados se muestran en la Tabla XI del apéndice.

A continuación se discuten los diferentes parámetros de la composición química de la precipitación total.

pH.- Antes de discutir los resultados encontrados -- es conveniente aclarar los conceptos que existen acerca del -- pH; éste, por definición, es igual al menos logaritmo decimal de la concentración de los iones hidrógeno. Para el agua pura, debido a la disociación de las moléculas del agua, el valor -- del pH es igual a 7. Si el pH de una solución es más bajo que

7, el líquido es ácido. Si el pH es más grande que 7, el líquido es una base. Sin embargo, debe ser señalado que el pH de equilibrio para el agua en contacto con el aire es más bajo de 7, a causa de la presencia del bióxido de carbono en el aire, ya que a una temperatura de 20° C, el pH es de 5.65, este valor cambia cuando las huellas de gases y de partículas son lavadas del aire. Así, el pH es una propiedad importante y característica del agua de la precipitación (Mészáros, 1978).

Por otra parte, podemos observar que los valores encontrados en todas las localidades muestran una tendencia hacia la alcalinidad, tomando en cuenta que el pH neutro para el agua de lluvia es de 5.65, por lo anteriormente señalado. Los valores mínimos y máximos fueron de 5.64 y 8.11, y corresponden a las estaciones de Irapuato y Salamanca, respectivamente.

La alcalinidad encontrada en las muestras puede deberse a la presencia de partículas alcalinas, las cuales neutralizan la acidez de la precipitación pluvial, además de que, al haber realizado la colecta de las muestras en períodos de 15 días, existe influencia sobre el pH; ya que las partículas solubles se han disuelto y han entrado en equilibrio con el CO₂ atmosférico, provocando así, que el pH no presente valores ácidos. A este respecto, Cooper *et al.* (1976), indican que la relativa alcalinidad o acidez de la lluvia es afectada por la-

presencia de constituyentes productores de álcalis o ácidos, - que pueden estar presentes en forma gaseosa o de partículas, - que se pueden derivar de fuentes naturales o antropogénicas.

En la Tabla XII del apéndice se presentan las correlaciones lineales entre los iones de la lluvia. En ésta se -- observa, que hay buenos coeficientes de correlación entre los iones SO_4^{-2} y Ca^{+2} , en las estaciones Celaya, Salamanca, Salvatierra e Irapuato; y entre los SO_4^{-2} y el Mg^{+2} , en las estaciones Celaya, Salvatierra y Valle de Santiago, lo que indica -- que el ión sulfato (SO_4^{-2}) es depositado en asociación con partículas alcalinas que neutralizan la acidez de la lluvia.

Los valores mínimos y máximos encontrados en la estación de Ciudad Universitaria fueron de 4.59 y 6.72, respectivamente. Estos valores, como se puede apreciar, presentan una acidez ligera, la cual es debida, principalmente, a las altas concentraciones de SO_2 , resultado de la combustión y emisiones industriales que acontecen en la ciudad de México.

Sulfatos (SO_4^{-2}).- Fueron los iones predominantes; -- su valor mínimo se presentó en la estación Yuriria, con 1.9 -- mg L^{-1} , y el máximo fue de 24.0 mg L^{-1} en la estación Salamanca.

Para apreciar el alto contenido de sulfatos en el --

área de estudio, observamos que en la estación Ciudad Universitaria, la media aritmética fue de 10.68 mg L^{-1} ; mientras que en la estación Salamanca; la media aritmética fue de 15.54 mg L^{-1} .

Friend (1973), menciona que las fuentes de emisión, más comunes, de sulfatos y de su precursor, SO_2 , se originan en los procesos de combustión de compuestos que contienen azufre y de algunas operaciones de fundición y refinera. Es evidente, entonces, que los niveles altos de sulfatos encontrados tengan como fuente las diversas industrias que se encuentran en la zona de estudio.

La alta correlación entre los iones H^+ y SO_4^{-2} ($r = -0.842$, $\alpha = 0.01$) en la estación Salamanca, reafirma la existencia de grandes cantidades de sulfatos en la atmósfera, como producto de la combustión que realizan el gran número de industrias localizadas en el área de estudio.

Calcio (Ca^{+2}).— Se presentan valores entre 0.20 y 12.2 mg L^{-1} en las estaciones de Yuriria y Salamanca, respectivamente, mientras que en la estación de Ciudad Universitaria el valor mínimo fue de 1.51 y el máximo de 3.48 mg L^{-1} . Los valores medios encontrados fueron: para Ciudad Universitaria de 2.37 y para Salamanca de 5.95 que, definitivamente, nos in-

dican una mayor concentración de este elemento en la zona de estudio.

Con estos resultados podemos indicar que, dada la no existencia de plantas de cemento o de cal en la zona, las concentraciones de calcio pueden deberse a varios factores, entre ellos: la presencia de partículas de suelo de origen calcáreo; emisiones de ceniza; productos de combustión; la utilización: por los agricultores de la zona, de fertilizantes como el superfosfato de calcio simple y superfosfato de calcio triple; además, debido a que algunos muestreadores fueron colocados en las azoteas de las construcciones, pudo existir algún tipo de contaminación que influyó en los resultados obtenidos.

La correlación entre el H^+ y el Ca^{+2} ($r = 0.880 \alpha = 0.01$) en la estación Pénjamo (Tabla XII del apéndice), reafirma, que efectivamente existe una cantidad de Ca^{+2} apreciable en la atmósfera que contribuye a neutralizar el pH de la lluvia.

Nitrógeno amoniacal ($N-NH_4$).- Presentó un valor mínimo de 0.50 mg L^{-1} en la estación Yuriria y como valor máximo, 3.38 mg L^{-1} en la estación Salamanca; asimismo, en la estación Ciudad Universitaria, los valores fluctuaron entre 1.30 y 2.71 mg L^{-1} , siendo ligeramente más elevadas las concentraciones --

encontradas en el área de estudio, esta aseveración se revalida si observamos las medias aritméticas, ya que en la estación C.U. el valor fue de 1.84 y en la estación Salamanca de 2.76.

En la Tabla XII del apéndice se observan altas correlaciones entre los SO_4^{-2} y el NH_4^+ en todas las localidades, excepto en Salamanca. Dados estos resultados, puede considerarse que las concentraciones de amoníaco tienen varias fuentes, tales como: los procesos biológicos, procesos de combustión de la refinería y demás industrias que emiten compuestos de nitrógeno, la producción de altas cantidades de sulfato de amonio por la planta de FERTIMEX (ubicada en la zona de influencia), así como la utilización por los agricultores de grandes cantidades de fertilizantes nitrogenados (amoníaco anhidro y sulfato de amonio), los cuales al ser incorporados al suelo sufren volatilizaciones, pasando así a formar parte de los constituyentes atmosféricos, que posteriormente son precipitados, en forma de aerosoles, a la superficie terrestre, independientemente de que el nitrógeno es el elemento más abundante de la atmósfera.

Nitrógeno de nitratos (N-NO_3). - Presentó 0.12 mg L^{-1} , como valor mínimo, en las estaciones de Irapuato y Valle de Santiago, y de 0.93 mg L^{-1} en la estación Salvatierra; por lo que respecta a la estación Ciudad Universitaria, el valor -

mínimo fue de 0.43 y el máximo de 1.54 mg L⁻¹. Las medias fueron: en la estación C.U. 0.82, y en el área de estudio el valor máximo se registró en la estación Salamanca con 0.46. Estos resultados indican que los nitratos son incorporados en mayor proporción en la estación de Ciudad Universitaria; sin embargo, los valores encontrados en el área del Bajío también son significantes. Estos valores presentan diferentes fuentes, tales como: emisiones industriales, quema de combustibles y la utilización de fertilizantes químicos por la agricultura. Tatabai y Laflen (1976), indican que las porciones de NH₃ y NO_x en la atmósfera pueden originarse por procesos biológicos, pero las concentraciones de estos gases en el aire son afectados por las actividades industriales, el tráfico de automóviles y la manipulación de desechos agrícolas.

Después de analizar y comparar los resultados de la composición química de la precipitación total entre el área de estudio y la estación Ciudad Universitaria, podemos indicar que los valores máximos se encontraron en el Bajío. Esto es muy representativo, ya que el alto nivel de contaminación de la ciudad de México es bien conocido; sin embargo, esto puede deberse a que la estación C.U. se localiza en la parte sur de la ciudad, área en donde existe menos contaminación, por la menor presencia de industrias que contribuyen a elevar este nivel. No obstante, en el área de estudio los valores de la com

posición química son altos, principalmente, en las estaciones Celaya, Irapuato, Salamanca y Salvatierra, por ser estas cuatro estaciones las que conforman el "Corredor Industrial del Bajío", donde se encuentran ubicadas una serie de industrias que, mediante sus emisiones, elevan las concentraciones atmosféricas de los iones mencionados, contribuyendo así, a incrementar la cantidad de elementos nutritivos incorporados, mediante la precipitación, a los diversos ecosistemas de la zona agrícola del Bajío.

8.2. Aporte de elementos nutritivos por medio de la precipitación total.

Sulfatos (SO_4^{-2}).- Fueron los iones que tuvieron mayor aporte en todas las estaciones, siendo la de Celaya la que tuvo menor con 15.99 Kg Ha^{-1} ; mientras que en la de Salamanca se presentó el aporte mayor con 78.31 Kg Ha^{-1} .

Nitrógeno amoniacal (N-NH_4).- Fue el segundo elemento nutritivo en importancia que se aportó. Presentó su valor máximo (14.39 Kg Ha^{-1}) en la estación Salamanca y su valor mínimo (4.64 Kg Ha^{-1}), en la estación Celaya.

Calcio (Ca^{+2}).- El aporte menor (1.95 Kg Ha^{-1}), fue en la estación Celaya, y el mayor (29.05 Kg Ha^{-1}), en la esta-

ción Salamanca.

Nitrógeno de nitratos ($N-NO_3$).- Presentó el valor mínimo aportado con 1.09 Kg Ha^{-1} , en la estación Celaya; mientras que en Salamanca tuvo el valor máximo aportado con 2.39 Kg Ha^{-1} .

Los resultados de magnesio (Mg^{+2}), potasio (K^+), nitrógeno de nitratos ($N-NO_2$), fósforo total (P-T), y fósforo de ortofosfatos ($P-PO_4$), presentaron valores bajos, por lo cual el aporte, de estos elementos, no es de gran importancia.

Es evidente, que el aporte de elementos nutritivos, por medio de la precipitación total, representa cierta importancia, para algunos de ellos, debido a su alta concentración en la atmósfera, como se discutió en el capítulo 7; a la vez podemos indicar que este aporte es mínimo, comparándolo con la incorporación de éstos al suelo por medio de la fertilización, donde el aporte es mayor. Sin embargo, hay que mencionar que el referido aporte se concreta solo a un periodo de 4 meses y no a un año como, generalmente, es reportado por los investigadores.

Ahora bien, desde el punto de vista de conservación de la fertilidad de los suelos, la incorporación de elementos

nutritivos por la lluvia es de gran importancia, ya que en un suelo sin explotación intensiva se va a presentar una reincorporación de nutrimentos, contribuyendo así a la conservación de su fertilidad. Esta teoría es la base de las prácticas culturales que se llevan a cabo en ciertas áreas agrícolas del país, en donde, un año se trabajan las tierras y el otro se descansan, para no agotarlas. Sin embargo, para la agricultura moderna, en la cual se buscan incrementos cuantitativos y cualitativos en la producción de alimentos, esta práctica no funciona, por lo tanto, se hacen grandes aplicaciones de fertilizantes de alta concentración para compensar, así, las necesidades nutricionales de los cultivos.

8.3 . Suelos.

El análisis físico y químico de los suelos nos indica, en forma general, que no existe una diferencia marcada en el contenido de nutrimentos entre los suelos de uso agrícola y no agrícola; esto puede ser debido a la cercanía de los sitios de muestreo de los suelos no agrícolas con las áreas de cultivo, en las cuales se realizan las aplicaciones de fertilizantes, las que pueden llegar a las zonas no agrícolas, que, de esta forma también son fertilizadas, independientemente de que, en ambas existen incorporaciones de materia orgánica, a causa del crecimiento y desarrollo de vegetación.

ESTA TESIS NO PUEDE SALIR DE LA BIBLIOTECA

Por otra parte, en cuanto a la época de muestreo de suelos, aunque no se observa una clara diferencia, entre el primer muestreo y el segundo, que nos explique claramente el aporte de nutrimentos por la precipitación total, si se presentan algunos cambios en el contenido de elementos nutritivos; sin embargo, estos son debidos a las características intrínsecas del suelo que, por su dinámica, no permite cuantificar ni cualificar los iones, provenientes de la precipitación total, que son fijados a él.

En las tablas XXXVIII y XXXIX del apéndice, se muestran las correlaciones lineales entre los iones de la lluvia y los iones del suelo, y entre la cantidad de precipitación y los iones del suelo, en su primer y segundo muestreo, para los suelos agrícolas y no agrícolas, en sus dos profundidades: 0-30 y 30-60 cm.

Como se puede apreciar, en el primer muestreo no se presentaron correlaciones en las dos clases de suelos, uso agrícola y no agrícola, en sus dos profundidades. Esto nos indica, dado que los iones provenientes de la precipitación pluvial fueron aportados posteriormente a la colecta de las primeras muestras de suelo, que no debe presentarse relación alguna entre estos iones.

Tampoco hubo correlaciones, en el segundo muestreo; en los suelos agrícolas, en el perfil de 0-30 cm; y en los suelos no agrícolas, en el perfil de 30-60 cm. Sin embargo, en este muestreo, si se presentaron correlaciones en los dos tipos de suelos; en el agrícola, en el perfil de 30-60 cm, y en el no agrícola, en el perfil de 0-30 cm.

Los resultados anteriores nos indican que, para los suelos agrícolas, existe una infiltración a capas inferiores, causada por las alteraciones de la estructura granular del suelo, resultado de la preparación de la cama de siembra que se realiza en todos estos suelos, y que en los de uso no agrícola no se efectúa, motivo por el cual no se presenta dicha infiltración, quedando, así, estos elementos en la capa superior del suelo (0-30), y presentándose, de esta forma, las correlaciones ya mencionadas.

Por otra parte, también podemos observar que el único ion del suelo con el cual se encuentran, única y exclusivamente, correlaciones todos los iones de la lluvia, es el N-T, ante esta situación, podemos señalar que el N-T del suelo se encuentra influenciado, en cierta forma, por el aporte de elementos nutritivos de la lluvia. La forma en que estos iones afectan el contenido de N-T del suelo es muy discutible; no obstante, asumimos que existe un intercambio catiónico entre -

los iones de la lluvia y el N-T del suelo, motivo por el cual se presentan las correlaciones indicadas con los suelos del -- segundo muestreo.

Por otra parte, en lo referente al experimento del -- laboratorio, en las columnas no se aprecian, al igual que en -- los suelos agrícolas y no agrícolas, cambios radicales en su -- composición química; esto, como se observó durante el desarro-- llo del experimento fue debido a que el suelo, no obstante de-- haber extraído las muestras con bastante cuidado, sufrió alte-- raciones en su compactación, modificando su capacidad de infil-- tración y provocando así, que las columnas se inundaran fre--- cuentemente durante el período de los riegos causando, de esta -- forma, un efecto de dilución de los nutrientes por el exceso -- de humedad, que a fin de cuentas alteró y no permitió cuantifi-- car claramente los cambios del contenido de nutrimentos del -- suelo.

Como se puede apreciar, el aporte de elementos nutri-- tivos al suelo por la precipitación pluvial es importante; sin -- embargo, los efectos de éste en la química del suelo no se pue-- den distinguir, cuando menos durante un período de lluvias, -- por las características de cambio que presentan los suelos, ya -- que si el estudio se hubiese desarrollado durante un año com-- pleto, seguramente los resultados serían diferentes, debido a--

que la cantidad de elementos incorporados se elevaría notablemente y porque de esta forma no solo se contemplaría el efecto de la precipitación húmeda sino también el de la precipitación seca, la cual se presenta constantemente y, como fue mencionado anteriormente, contribuye notablemente a la incorporación de nutrimentos hacia la superficie terrestre. No obstante, esta aseveración, el estudio de la química de la precipitación total y sus efectos, ya sea en los ecosistemas en general o en los suelos agrícolas, guarda una incógnita muy particular, que su aclarecimiento contribuirá al desarrollo de nuevas técnicas de producción agrícola.

9 . CONCLUSIONES

La precipitación total es un aspecto que, como se ha podido apreciar en los capítulos anteriores, ha despertado el interés de los investigadores, de tal manera, que se han realizado numerosos estudios, principalmente en Europa y Norte América, con la finalidad de conocer su composición química, determinar sus orígenes y cuantificar los daños cuando esta llega a la superficie terrestre. Sin embargo, dadas las características de las principales fuentes de los componentes de la precipitación, pocos estudios han sido enfocados al conocimiento de los beneficios a los ecosistemas, tanto terrestres como acuáticos, y muy en especial a los suelos agrícolas.

En México, desafortunadamente, no se cuenta con los recursos necesarios para poder realizar este tipo de trabajos como se desarrollan en otros países, no obstante, en el presente estudio se efectuaron las actividades lo más cercanas posibles a las metodologías ya utilizadas por los investigadores.

Así que, con base en los resultados obtenidos de la composición química de la precipitación total y las características físicas y químicas de los suelos, podemos concluir lo siguiente:

La precipitación pluvial, efectivamente, es un fenómeno importante no solo por el lavado de contaminantes de la atmósfera, sino también por el aporte de nutrimentos a la superficie terrestre.

En cuanto a los orígenes de estos elementos nutritivos, las fuentes predominantes en el área de estudio, definitivamente, la conforman las industrias ubicadas en el ya mencionado "eje industrial"; esto, fácilmente se aprecia, observando que en las zonas ubicadas afuera del área industrial, los niveles de concentración de nutrimentos son más bajos, en comparación con las localidades dentro de ella, con esto se corrobora lo ya mencionado por Richardson y Merva (1976), los que indican que los contaminantes del aire son el resultado de las actividades humanas.

Por lo que respecta a los efectos de la precipitación pluvial en la superficie terrestre, nos concretaremos a indicar, que al no encontrarse valores ácidos en el pH de la lluvia, no existe peligro de daño a los ecosistemas locales; sin embargo, esto hay que tomarlo con cuidado, ya que como se mencionó en el capítulo anterior, los valores del pH pudieron no ser los correctos por la metodología utilizada, además de que para poder determinar este parámetro satisfactoriamente, sería necesario realizar un estudio orientado a conocer especi

ficamente los efectos de la lluvia ácida, como los realizados por: Bormann y Likens (1967), Hoeft et al. (1972), Galloway y Cowling (1978) y Glass et al. (1978).

Para determinar la influencia de la precipitación total en los suelos, se tomó en cuenta el aporte de elementos nutritivos, así como también, los cambios del suelo en su composición química. Desafortunadamente, la cantidad de elementos aportados por la precipitación fue mínima, motivo por el cual no se detectó un cambio significativo en los suelos.

En el experimento de las columnas, los resultados no presentaron, al igual que en el de campo, valores significativos que permitieran cuantificar los efectos de la precipitación sobre el suelo. Por consiguiente, podemos concluir que el aporte de nutrimentos, por la precipitación total, a los suelos no es significativo, pero si influye definitivamente sobre ellos desde el momento en que incorpora nutrimentos, desafortunadamente solo se contemplaron 4 meses de aporte, de tal forma, que si se hubiese contemplado el año completo, la factibilidad de que el aporte de nutrimentos fuese significativo se elevaría.

Sería interesante observar este fenómeno a largo plazo, ya sea durante varios períodos de lluvias o varios años, -

tomando en cuenta otros aspectos, tales como el poder amortiguador del suelo y la movilidad de los nutrimentos en el, así como tener una mayor información de los suelos, mediante un número mayor de muestras en cada localidad.

Concretando, podemos indicar que el área de estudio es una zona de alta contaminación, dados los niveles de iones encontrados en ella. De la misma forma, indicaremos que la precipitación total es un fenómeno de gran importancia por su acción de transporte de elementos nutritivos a la superficie terrestre.

Por otro lado, el efecto de la precipitación sobre la composición química de los suelos es inapreciable en un solo período de lluvias; sin embargo, a este aporte no debe de restársele importancia, sino antes al contrario, es necesario intensificar este tipo de estudios con la finalidad de conocer más ampliamente la química de los suelos, mejorando así las técnicas de manejo de los mismos con el propósito de coadyuvar, de esta manera, a elevar el nivel científico de la agricultura.

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

- APHA (American Public Health Association), American Water -- Works Association and Water Pollution Control -- Federation (1976). Standard Methods for the -- Examination for water. 14a. Ed. Washington, -- D.C. 1193 p.
- Banco de Comercio (1975). Investigación del Sistema México -- Guanajuato, Desarrollo Económico. La economía -- de los estados de la República Mexicana.
- B.N.C.R. (Banco Nacional de Crédito Rural, S.A.). (1976). -- Requerimientos de inversión y créditos para el -- desarrollo agropecuario, 1977 - 1978. México.
- Bassols B.A. (1970). Geografía Economía de México. 1a. Ed. -- Trillas, México.
- Black C.A., Evans D.D., White J.L., Ensminger L.E., y Clark -- F.E. (1965). Methods of soil analysis, Part 2. Chemical and microbiologica properties - Agronomy Monograf No. 9. 2a. Ed. American Society -- of Agronomy, Inc. and soil Science Society of -- America, Inc. Publisher Madison, Wisconsin U.S.A. pp. 1111 - 1113.
- Bormann F.H. y Likens G.E. (1967). Nutrient cycling. Scien- ce 155 : 424 - 429.
- Boyce S.D. y Butcher S.S. (1976). The effect of a local sour- ce on the composition of precipitation in South Central Maine. Wat. Air Soil Pollut. 6 : 375 384.
- Cooper H.B.H. Jr., Lopez J.A. y Demo J.M. (1976). Chemical -- composition of acid precipitation in central -- Texas. Wat. Air Soil Pollut. 6 : 351 - 359.
- C.S.T.P.A. (The Council on soil and plant analysis). (1980). Hand book on reference methods for soil testing.
- Chan C.H. y Kuntz K.W. (1982). Lake Ontario atmospheric depo- sition. Wat. Air Soil Pollut. 18 : 83 - 99.
- Chapman H.D. y Pratt P.F. (1984). Métodos de análisis para -- suelos, plantas y aguas. 1a. Ed. Trillas, Méxi co. 195 p.

Dasch J.M., Cadle S.H., y Wolff G.T. (1984). Summertime study of acid deposition in the Detroit area. *Wat. - Air Soil Pollut.* 21 : 51 - 69.

Friend J.P. (1973). The global sulfur cycle. En : *Chemistry of the lower atmosphere*. (Ed. Rassol S.I.). -- Plenum Press, Nueva York - Londres. pp. 177 -- 201.

Galloway J.N. y Cowling E.B. (1978). The effects of precipitation on aquatic and terrestrial ecosystems : A proposed precipitation chemistry network. *J. - Air Poll. Control Assoc.* 28 : 229 - 235.

Galloway J.N. y Likens G.E. (1978). The collection of precipitation for chemical analysis. *Tellus* 30 : 71 - 82.

Glass N.R., Likens G.E., y Dochinger L.S. (1978). The ecological effects of atmospheric deposition. EPA, -- ORD Decision Series, energy/environment III, -- EPA - 600/9 - 78 - 022.

Hendry C.D. y Brezonik P.L. (1980). Chemistry of precipitation at Gainesville, Florida. *Environ. Sci. - Technol.* 14 : 843 - 849.

Hernández X.E. (1954). Las zonas agrícolas de México. En : - *Nueva Agronomía* (Ed. Atenagro). Serie Técnica del Ateneo Nacional Agronómico. pp. 127 - 146.

Hoelt R.G., Keeney D.R., y Walsh L.M. (1972). Nitrogen and sulfur in precipitation and sulfur dioxide in the atmosphere in Wisconsin. *J. Environ. - Qual.* 1 : 203 - 208.

I.N.E.G.I. (Instituto Nacional de Estadística Geográfica e Informática) (1985). Anuario de estadísticas estatales.

Jackson M.L. (1964). *Análisis químico de suelos*. 4a. Ed. -- Omega, Barcelona, 662 p.

Likens G.E., Bormann F.H., Eaton J.S., Pierce R.S., y Johnson N.M. (1976). Hydrogen ion input to the Hubbard Brook Experimental Forest, New Hampshire, during the last decade. *Wat. Air Soil Pollut.* - 6 : 435 - 445.

- López P. (1982). La próxima década : La contaminación en México. *Industria y Medio Ambiente* 3 : 38.
- Mc. Fee W.W., Kelly J.M., Beck R.H. (1977). Acid precipitation effects on soil pH and base saturation of exchange sites. *Wat. Air Soil Pollut.* 7 : -- 401 - 408.
- Mészáros E. (1978). Background air pollution monitoring. Institute for atmospheric physics of the meteorological Service of Hungary. (Prepared for the World Meteorological Organization and the United Nations Environment Programm Training course) Budapest.
- Palmer R.G., y Troeh F.R. (1977). *Introductory Soil Science, Laboratory manual.* Iowa State University Press, Ames, Iowa, U.S.A. pp. 19- 20.
- Perkin Elmer (1982). *Analytical Methods for Atomic Absorption Spectrophotometry* Norwalk, Connecticut, U.S.A.
- Pratt G.C., Coscio M., Gardner D.W., Chevone B.I., y Krupa -- S.V. (1983). An analysis of the chemical properties of rain in Minnesota. *Atmos. Environ.* 17 : 347 - 355.
- Richardson C.J. y Merva G.E. (1976). The chemical composition of atmospheric precipitation from selected stations in Michigan. *Wat. Air Soil Pollut.* 6 : 385 - 393.
- S.A.H.O.P. (Secretaría de Asentamientos Humanos y Obras Públicas). (1981). *Ecoplan del Estado de Guanajuato, Mex.* Subsecretaría de Asentamientos Humanos en colaboración con el Gobierno del estado de Guanajuato. Mex.
- S.F.E. (Secretaría de Fomento Económico). (1976). *Guanajuato, Condiciones Económicas, México.*
- S.P.P. (Secretaría de Programación y Presupuesto). (1979). -- *Coordinación General del Sistema Nacional de -- Información, México.*
- S.P.P. (Secretaría de Programación y Presupuesto). (1980). -- *Nomenclator del estado de Guanajuato. Coordinación General de Los Servicios Nacionales de Estadística, Geografía e Informática. México.*

- S.P.P. (Secretaría de Programación y Presupuesto). (1980 b). - Síntesis geográfica de Guanajuato, México. - - Coordinación General de los Servicios Nacionales de Estadística Geografía e Informática. - - México.
- Scheider W.A., Snyder W.R. y Clark B. (1979). Deposition of - nutrients and major ions by precipitation in -- South - Central Ontario. Wat. Air Soil Pollut. 12 : 171 - 185.
- Slanina J., Baard J.H., Zijp W.L. y Asman W.A. (1983). Tracing the sources of the chemical composition of precipitation by cluster Analysis. Wat. Air Soil Pollut. 20 : 41 - 45.
- Tabatabai M.A. y Laflen J.M. (1976). Nutrient content of precipitation over Iowa. Wat. Air Soil Pollut. - 6 : 361 - 373.

A P P E N D I C E

TABLA I
 SUPERFICIE, PRODUCCION Y RENDIMIENTO DE
 LOS PRINCIPALES PRODUCTOS AGRICOLAS
 1981, 1982 y 1983.

CULTIVO	AÑO	SUP. COSECHA DA (Ha)	PRODUCCION (TON)	RENDIMIENTO (TON/Ha)
CEBADA GRANO	1981	271,327	550,781	2.030
	1982	224,518	396,149	1.764
	1983	301,030	550,319	1.828
FRIJOL	1981	1,990,669	1,331,305	0.669
	1982	1,581,000	943,309	0.597
	1983	1,996,157	1,285,111	0.654
MAIZ	1981	7,668,692	14,550,074	1.897
	1982	5,642,893	10,129,083	1.795
	1983	7,328,820	13,030,763	1.778
SORGO	1981	1,684,435	6,086,490	3.613
	1982	1,275,212	4,716,868	3.699
	1983	1,469,839	4,715,046	3.208
TRIGO	1981	859,830	3,192,954	3.713
	1982	1,011,477	4,462,139	4.412
	1983	855,765	3,454,802	4.047

Fuente: I.N.E.G.I., 1985

TABLA IV
 COMPOSICION QUIMICA (mg L^{-1}) DE LA PRECIPITACION TOTAL
 EN LA ESTACION CELAYA, GUANAJUATO (1985)

Periodo de colección	Precipitación		pH UNIDADES	Ca ⁺²	Mg ⁺²	K ⁺	N-NH ₄	N-NO ₃	N-NO ₂	SO ₄ ⁻²	P-T	P-PO ₄
	mL	cm										
03/7-18/7	1695	3.27	7.44	1.88	0.33	0.75	4.54	0.34	0.023	13.7	0.222	0.214
18/7-3/8	3360	6.48	6.79	0.38	0.06	0.10	1.19	0.40	0.010	4.10	0.012	<0.01
03/8-15/8	4600	8.87	6.14	0.40	0.05	0.11	1.34	0.41	0.012	4.68	0.016	0.011
15/8-03/9	1440	2.77	5.75	0.62	0.06	0.20	0.88	0.37	<0.010	3.40	0.021	0.020
03/9-17/9	1080	2.08	6.88	1.50	0.11	0.31	2.18	0.56	0.030	7.18	0.043	0.037
17/9-01/10	2150	4.14	5.82	0.63	0.05	0.16	1.22	0.33	0.011	5.50	0.052	0.027
MEDIA ARITMETICA	2387± 1340	4.60± 2.59	6.14	0.90± 0.63	0.11± 0.11	0.27± 0.25	1.89± 1.37	0.40± 0.08	0.016± 0.008	6.43± 3.79	0.061± 0.08	0.053± 0.079
Mínima	1080	2.08	5.75	0.38	0.05	0.10	0.88	0.33	<0.01	3.40	0.012	<0.01
Máxima	4600	8.87	7.44	1.88	0.33	0.75	4.54	0.56	0.030	13.7	0.222	0.214

TABLA V
 COMPOSICION QUIMICA (mg L^{-1}) DE LA PRECIPITACION
 TOTAL EN LA ESTACION IRAPUATO, GUANAJUATO (1985)

Período de colección	Precipitación		pH UNIDADES	Ca ⁺²	Mg ⁺²	K ⁺	N-NH ₄	N-NO ₃	N-NO ₂	SO ₄ ⁻²	P-T	P-PO ₄
	ml	cm										
30/5-17/6	2240	4.32	6.70	1.09	0.09	0.25	4.68	0.70	0.023	16.2	0.070	0.068
17/6-03/7	5320	10.25	6.44	0.28	0.05	0.10	1.10	0.18	<0.010	4.40	0.030	0.028
03/7-18/7	5740	11.06	6.53	0.26	0.02	0.10	1.38	0.12	0.010	6.29	0.020	0.014
18/7-02/8	840	1.62	6.45	0.71	0.10	0.13	1.92	0.77	0.015	6.90	- -	- -
02/8-15/8	3480	6.71	6.02	0.52	0.05	0.10	1.74	0.40	0.013	5.94	0.022	0.019
15/8-04/9	4100	7.90	5.64	0.47	0.03	0.13	0.79	0.24	<0.010	2.78	0.014	0.011
04/0-17/9	1980	3.82	6.55	0.64	0.08	0.19	1.18	0.35	0.01	3.92	0.020	0.012
17/9-02/10	2995	5.77	6.27	0.49	0.04	0.14	1.13	0.29	0.012	3.50	0.058	0.020
MEDIA ARITME TICA	3337± 1678	6.43± 3.23	6.18	0.56± 0.26	0.06± 0.03	0.14± 0.05	1.74± 1.24	0.38± 0.24	0.013± 0.004	6.24± 4.27	0.033± 0.022	0.024± 0.02
Mínima	840	1.62	5.64	0.26	0.02	0.10	0.79	0.12	<0.010	2.78	0.014	0.011
Máxima	5740	11.06	6.70	1.09	0.10	0.25	4.68	0.77	0.023	16.2	0.070	0.068

TABLA VI
 COMPOSICION QUIMICA (mg L^{-1}) DE LA PRECIPITACION
 TOTAL EN LA ESTACION PENJAMO, GUANAJUATO (1985)

Período de colección	Precipitación		pH UNIDADES	Ca ⁺²	Mg ⁺²	K ⁺	N-NH ₄	N-NO ₃	N-NO ₂	SO ₄ ⁻²	P-T	P-PO ₄
	ml	cm										
30/5-17/6	2600	5.01	7.37	4.49	0.19	0.42	1.74	0.55	0.030	5.72	0.066	0.062
17/6-03/7	3800	7.32	6.74	0.52	0.12	0.22	2.00	0.24	0.011	8.50	0.099	0.090
03/7-18/7	2700	5.20	6.79	0.76	0.07	0.27	2.16	0.19	0.015	7.08	0.128	0.116
18/7-03/8	3780	7.29	6.55	0.42	0.06	0.12	1.60	0.35	0.013	4.91	0.048	0.038
03/8-15/8	4680	9.02	7.24	2.84	0.09	0.15	1.33	0.32	0.014	4.19	0.032	0.024
15/8-03/9	5520	10.64	6.86	0.81	0.06	0.13	1.04	0.31	0.012	2.93	0.039	0.029
03/9-17/9	2060	3.97	7.35	3.16	0.22	0.23	1.31	0.53	0.020	4.62	0.036	0.020
17/9-01/10	1550	2.99	7.36	3.87	0.14	0.42	1.72	0.54	0.031	6.10	0.064	0.047
MEDIA ARIT- METICA	3336±	6.43±	6.92	2.11±	0.12±	0.24±	1.61±	0.38±	0.018±	5.51±	0.064±	0.053±
	1350	2.60		1.66	0.06	0.12	0.37	0.14	0.008	1.75	0.034	0.034
Mínima	1550	2.99	6.55	0.42	0.06	0.12	1.04	0.19	0.011	2.93	0.032	0.020
Máxima	5520	10.64	7.37	4.49	0.22	0.42	2.16	0.55	0.031	8.50	0.128	0.116

TABLA VII

COMPOSICION QUIMICA (mg L^{-1}) DE LA PRECIPITACION
TOTAL EN LA ESTACION SALAMANCA, GUANAJUATO (1985)

Periodo de coleccion	Precipitación		pH UNIDADES	Ca ⁺²	Mg ⁺²	K ⁺	N-NH ₄	N-NO ₃	N-NO ₂	SO ₄ ⁻²	P-T	P-PO ₄
	ml	cm										
30/5-17/6	4880	9.41	6.97	4.53	0.15	0.38	2.52	0.42	0.024	11.9	0.076	0.065
17/6-02/7	2980	5.74	6.84	3.03	0.11	0.16	2.95	0.27	0.070	9.0	0.049	0.049
02/7-18/7	3780	7.29	7.21	4.85	0.12	0.33	2.62	0.30	0.026	15.7	0.092	0.068
18/7-02/8	2940	5.67	7.27	4.90	0.16	0.25	3.38	0.58	0.026	15.3	0.042	0.040
02/8-15/8	4200	8.10	7.20	4.15	0.12	0.16	3.17	0.43	0.032	12.8	0.024	0.019
15/8-03/9	1820	3.51	7.64	12.2	0.37	0.49	3.09	0.38	0.075	24.0	0.095	0.088
03/9-17/9	3480	6.71	7.37	6.89	0.20	0.32	2.68	0.48	0.040	12.9	0.033	0.014
17/9-01/10	3290	6.34	8.11	7.07	1.26	0.56	1.65	0.79	0.053	22.7	0.058	0.044
MEDIA ARIT- METICA	3421± 916	6.60± 1.77	7.20	5.95± 2.86	0.31± 0.39	0.33± 0.14	2.76± 0.54	0.46± 0.17	0.043± 0.02	15.54± 5.26	0.059± 0.027	0.048± 0.025
Mínima	1820	3.51	6.84	3.03	0.11	0.16	1.65	0.27	0.024	9.0	0.024	0.014
Máxima	4880	9.41	8.11	12.2	1.26	0.56	3.38	0.79	0.075	24.0	0.095	0.088

TABLA VIII
 COMPOSICION QUIMICA (mg L^{-1}) DE LA PRECIPITACION
 TOTAL EN LA ESTACION SALVATIERRA, GUANAJUATO. (1985)

Período de coleccion	Precipitación		pH UNIDADES	Ca ⁺²	Mg ⁺²	K ⁺	N-NH ₄	N-NO ₃	N-NO ₂	SO ₄ ⁻²	P-T	P-PO ₄
	ml	cm										
31/5-18/6	3500	6.75	6.96	2.02	0.12	0.39	1.31	0.36	0.017	4.34	0.060	0.055
18/6-02/7	6620	12.76	6.13	0.41	0.03	0.10	0.70	0.16	<0.01	3.30	0.160	<0.01
02/7-18/7	5405	10.42	6.72	0.78	0.04	0.17	1.12	0.20	0.012	4.87	0.046	0.046
18/7-02/8	3700	7.13	6.77	1.08	0.07	0.14	1.17	0.42	0.01	5.40	0.042	0.016
02/8-16/8	2480	4.78	7.04	2.18	0.09	0.19	1.52	0.54	0.02	5.03	0.034	0.014
16/8-03/9	1900	3.66	7.33	3.28	0.13	0.21	1.05	0.37	0.02	4.05	0.060	0.029
03/9-18/9	2880	5.55	6.87	2.02	0.09	0.30	1.20	0.41	0.02	5.26	0.049	0.040
01/10-17/10	680	1.31	7.40	6.85	0.27	0.65	2.68	0.93	0.056	11.5	0.084	0.038
MEDIA ARITME TICA	3396± 1899	6.54± 3.66	6.72	2.33± 2.04	0.10± 0.07	0.27± 0.18	1.34± 0.59	0.42± 0.24	0.021± 0.015	5.47± 2.53	0.067± 0.04	0.031± 0.016
Mínima	680	1.31	6.13	0.41	0.03	0.10	0.70	0.16	<0.01	3.30	0.034	<0.01
Máxima	6620	12.76	7.40	6.85	0.27	0.65	2.68	0.93	0.056	11.5	0.160	0.055

TABLA IX

COMPOSICION QUIMICA (mg L^{-1}) DE LA PRECIPITACION
 TOTAL EN LA ESTACION VALLE DE SANTIAGO, GUANAJUATO. (1985)

Periodo de coleccion	Precipitación		pH UNIDADES	Ca ⁺²	Mg ⁺²	K ⁺	N-NH ₄	N-NO ₃	N-NO ₂	SO ₄ ⁻²	P-T	P-PO ₄
	ml	cm										
31/5-18/6	4680	9.02	7.06	2.09	0.17	0.37	1.99	0.47	0.019	5.28	0.184	0.174
18/6-02/7	6880	13.26	6.53	0.86	0.07	0.11	0.15	0.12	<0.01	3.70	0.049	0.038
02/7-18/7	3395	6.54	7.22	2.26	0.08	0.16	0.72	0.18	0.015	4.18	0.020	0.010
18/7-02/8	2720	5.24	7.11	2.81	0.16	0.25	0.95	0.45	0.014	4.00	0.066	0.062
02/8-16/8	5500	10.60	7.02	1.27	0.07	0.11	0.95	0.40	0.018	3.54	<0.01	<0.01
16/8-03/9	2100	4.05	7.40	3.02	0.13	0.21	0.74	0.25	0.018	3.24	0.051	0.048
03/9-18/9	3100	5.97	7.06	2.24	0.15	0.34	1.48	0.47	0.02	4.49	0.100	0.087
01/10-17/10	1040	2.00	7.42	5.60	0.35	0.65	1.53	0.52	0.042	6.40	0.210	0.156
MEDIA ARITME TICA	3677 [±] 1903	7.08 [±] 3.67	7.01	2.52 [±] 1.44	0.15 [±] 0.09	0.27 [±] 0.18	1.06 [±] 0.58	0.36 [±] 0.15	0.019 [±] 0.010	4.35 [±] 1.04	0.086 [±] 0.074	0.073 [±] 0.062
Mínima	1040	2.00	6.53	0.86	0.07	0.11	0.15	0.12	<0.01	3.24	<0.01	<0.01
Máxima	6880	13.26	7.42	5.60	0.35	0.65	1.99	0.52	0.042	6.40	0.21	0.174

TABLA X

COMPOSICION QUIMICA (mg L⁻¹) DE LA PRECIPITACION
TOTAL EN LA ESTACION YURIRIA, GUANAJUATO. (1985)

Periodo de coleccion	Precipitación		pH UNIDADES	Ca ⁺²	Mg ⁺²	K ²	N-NH ₄	N-NO ₃	N-NO ₂	SO ₄ ⁻²	P-T	P-PO ₄
	ml	cm										
31/5-18/6	2920	5.63	6.82	0.67	0.08	0.25	1.75	0.37	0.014	4.91	0.068	0.055
18/6-02/7	9280	1789	6.12	0.20	0.06	0.10	0.60	0.13	<0.01	2.50	0.035	0.020
02/7-18/7	3650	7.04	6.70	0.36	0.03	0.29	1.62	0.31	0.011	3.32	0.132	0.130
02/8-16/8	2440	4.70	6.64	0.49	0.13	0.14	1.53	0.63	0.018	3.68	0.034	0.019
16/8-03/9	2680	5.17	6.80	0.44	0.04	0.20	0.73	0.27	<0.01	1.90	0.041	0.026
03/9-18/9	3900	7.52	6.65	0.46	0.08	0.15	0.97	0.29	0.01	3.02	0.026	0.023
18/9-01/10	530	1.02	7.0	0.85	0.09	0.24	1.56	0.26	0.025	3.4	- -	- -
01/10-17/10	2128	4.10	6.45	0.75	0.06	0.12	0.50	0.20	<0.01	3.0	0.044	0.042
MEDIA ARITMETICA	3441± 2574	6.63± 4.96	6.56	0.53± 0.21	0.07± 0.03	0.19± 0.07	1.16± 0.51	0.31± 0.15	0.013± 0.005	3.22± 0.88	0.054± 0.037	0.045± 0.04
Mínima	530	1.02	6.12	0.20	0.03	0.10	0.50	0.13	<0.01	1.90	0.026	0.019
Máxima	9280	17.89	7.0	0.85	0.13	0.29	1.75	0.63	0.025	4.91	0.132	0.130

TABLA XI

COMPOSICION QUIMICA (mg L^{-1}) DE LA PRECIPITACION
TOTAL DE LA ESTACION C.U. MEXICO. (1985)

Período de colección	Precipitación		pH UNIDADES	Ca ⁺²	Mg ⁺²	K ⁺	N-NH ₄	N-NO ₃	N-NO ₂	SO ₄ ⁻²	P-T	P-PO ₄
	ml	cm										
03/6-20/6	5850	11.28	5.16	1.89	0.14	0.25	1.38	0.54	0.028	10.1	0.084	0.076
20/6-01/7	4100	7.90	4.59	1.62	0.10	0.10	1.30	0.48	0.080	9.6	0.022	0.015
01/7-17/7	3560	6.86	5.13	1.51	0.25	0.17	1.30	0.65	0.030	13.0	0.146	0.146
18/7-01/8	6440	12.41	5.88	1.57	0.11	0.16	1.70	0.43	0.023	8.0	0.044	0.038
01/8-16/8	2000	3.85	6.53	3.48	0.25	0.33	2.65	0.89	0.062	13.9	0.055	0.040
16/8-03/9	5320	10.25	6.72	2.87	0.20	0.33	2.0	1.54	0.021	11.4	0.057	0.031
03/9-18/9	1780	3.43	6.70	3.40	0.19	0.33	2.71	1.33	0.080	11.1	0.039	0.020
18/9-02/10	3440	6.63	6.35	2.64	0.14	0.21	1.72	0.69	0.045	8.4	0.044	0.025
MEDIA ARITME TICA	4061± 1713	7.83	5.27	2.37± 0.83	0.17± 0.06	0.23± 0.09	1.84± 0.57	0.82± 0.41	0.046± 0.025	10.68± 2.08	0.061± 0.038	0.049± 0.043
Mínima	1780	3.43	4.59	1.51	0.10	0.10	1.30	0.43	0.021	8.00	0.022	0.015
Máxima	6440	12.41	6.72	3.48	0.25	0.33	2.71	1.54	0.080	13.9	0.146	0.146

TABLA XII
CORRELACION LINEAL ENTRE IONES DE LA LLUVIA

Correlación de: No. de Muestras	Celaya 6	Salamanca. 8	Salva-- tierra. 8	Irapuato 8	Valle de Santiago 8	Pénjamo 8	Yuriria 8	C.U. 8
H ⁺ : SO ₄	-	0.842 ⁺⁺	-	-	-	-	-	-
H ⁺ : NO ₃	-	-	-	-	-	-	-	-
H ⁺ : NH ₄	-	-	-	-	-	-	-	-
H ⁺ : Ca	-	-	-	-	-	0.880 ⁺⁺	-	-
H ⁺ : Mg	-	-	-	-	-	-	-	-
SO ₄ : NH ₄	0.992 ⁺⁺	-	0.960 ⁺⁺	0.990 ⁺⁺	0.719 ⁺	0.927 ⁺⁺	0.772 ⁺	-
SO ₄ : Ca	0.899 ⁺	0.933 ⁺	0.871 ⁺⁺	0.782 ⁺	-	-	-	-
SO ₄ : Mg	0.971 ⁺⁺	-	0.866 ⁺⁺	-	0.866 ⁺⁺	-	-	0.925 ⁺⁺
NO ₃ : NH ₄	-	-	0.957 ⁺⁺	-	0.854 ⁺⁺	-	-	-
NO ₃ : Ca	-	-	0.911 ⁺⁺	0.861 ⁺⁺	-	-	-	-
NO ₃ : Mg	-	0.806 ⁺	0.911 ⁺⁺	0.888 ⁺⁺	-	0.781 ⁺	-	-

gl = 4

++ Con = 0.01 / rt = 0.917
+ Con = 0.05 / rt = 0.811

gl = 6

rt = 0.834
rt = 0.707

gl = grados de libertad
rt = r de tablas

TABLA XIII

APORTE (Kg/Ha) DE ELEMENTOS NUTRITIVOS
 POR LA PRECIPITACION TOTAL EN LA ESTACION CELAYA.

Período de colección	Ca ⁺²	Mg ⁺²	K ⁺	N-NH ₄	N-NO ₃	N-NO ₂	SO ₄ ⁻²	P-T	P-PO ₄
03/7-18/7	0.61	0.108	0.24	1.48	0.11	0.007	4.48	0.072	0.070
18/7-03/8	0.25	0.039	0.06	0.77	0.26	0.006	2.65	0.008	<0.006
03/8-15/8	0.35	0.044	0.10	1.19	0.36	0.011	4.15	0.014	0.010
15/8-03/9	0.17	0.017	0.05	0.24	0.10	<0.003	0.94	0.006	0.005
03/9-17/9	0.31	0.023	0.06	0.45	0.12	0.006	1.49	0.009	0.008
17/9-01/10	0.26	0.021	0.07	0.51	0.14	0.005	2.28	0.022	0.011
Aporte Total	1.95	0.252	0.58	4.64	1.09	0.038	15.99	0.131	0.110

TABLA XIV
 APOORTE (Kg/Ha) DE ELEMENTOS NUTRITIVOS
 POR LA PRECIPITACION TOTAL EN LA ESTACION IRAPUATO.

Periodo de coleccion	Ca ⁺²	Mg ⁺²	K ⁺	N-NH ₄	N-NO ₃	N-NO ₂	SO ₄ ⁻²	P-T	P-PO ₄
30/5-17/6	0.47	0.039	0.11	2.02	0.30	0.010	7.00	0.030	0.029
17/6-03/7	0.29	0.051	0.10	1.13	0.18	0.010	4.51	0.031	0.029
03/7-18/7	0.29	0.022	0.11	1.53	0.13	0.011	6.96	0.022	0.015
18/7-02/8	0.11	0.016	0.02	0.31	0.12	0.002	1.12	- -	- -
02/8-15/8	0.35	0.033	0.07	1.17	0.27	0.009	3.98	0.015	0.013
15/8-04/9	0.37	0.024	0.10	0.62	0.19	0.008	2.20	0.011	0.009
04/9-17/9	0.24	0.030	0.07	0.45	0.13	0.004	1.50	0.008	0.005
17/9-02/10	0.28	0.023	0.08	0.65	0.17	0.007	2.02	0.033	0.011
Aporte Total	2.40	0.238	0.66	7.88	1.49	0.061	29.29	0.150	0.111

TABLA XV
 APOORTE (Kg/Ha) DE ELEMENTOS NUTRITIVOS
 POR LA PRECIPITACION TOTAL EN LA ESTACION PENJAMO

Periodo de coleccion	Ca ⁺²	Mg ⁺²	K ⁺	N-NH ₄	N-NO ₃	N-NO ₂	SO ₄ ⁻²	P-T	P-PO ₄
30/5-17/6	2.25	0.095	0.21	0.87	0.27	0.015	2.87	0.033	0.031
17/6-03/7	0.38	0.088	0.16	1.46	0.18	0.008	6.23	0.072	0.066
03/7-18/7	0.39	0.036	0.14	1.12	0.10	0.008	3.68	0.067	0.060
18/7-03/8	0.31	0.044	0.09	1.17	0.25	0.009	3.58	0.035	0.028
03/8-15/8	2.56	0.081	0.13	1.20	0.29	0.013	3.78	0.029	0.022
15/8-03/9	0.86	0.064	0.14	1.11	0.33	0.013	3.12	0.041	0.031
03/9-17/9	1.25	0.087	0.09	0.52	0.21	0.008	1.83	0.014	0.008
17/9-01/10	1.16	0.042	0.12	0.51	0.16	0.009	1.82	0.019	0.014
Aporte Total	9.16	0.537	1.08	7.96	1.79	0.083	26.91	0.310	0.260

TABLA XVI

APORTE (Kg/Ha) DE ELEMENTOS NUTRITIVOS
 POR LA PRECIPITACION TOTAL EN LA ESTACION SALAMANCA

Período de colección	Ca ⁺²	Mg ⁺²	K ⁺	N-NH ₄	N-NO ₃	N-NO ₂	SO ₄ ⁻²	P-T	P-PO ₄
30/5-17/6	4.26	0.14	0.36	2.37	0.39	0.022	11.19	0.071	0.061
17/6-02/7	1.74	0.06	0.09	1.69	0.15	0.040	5.17	0.028	0.028
02/7-18/7	3.53	0.09	0.24	1.91	0.22	0.019	11.44	0.067	0.049
18/7-02/8	2.78	0.09	0.14	1.92	0.33	0.015	8.67	0.024	0.023
02/8-15/8	3.36	0.10	0.13	2.57	0.35	0.026	10.36	0.019	0.015
15/8-03/9	4.28	0.13	0.17	1.08	0.13	0.026	8.42	0.033	0.031
03/9-17/9	4.62	0.13	0.21	1.80	0.32	0.027	8.65	0.022	0.009
17/9-01/10	4.48	0.80	0.35	1.05	0.50	0.034	14.40	0.037	0.028
Aporte Total	29.05	1.54	1.69	14.39	2.39	0.209	78.31	0.301	0.244

TABLA XVII

APORTE (Kg/Ha) DE ELEMENTOS NUTRITIVOS POR LA
PRECIPITACION TOTAL EN LA ESTACION SALVATIERRA

Periodo de coleccion	Ca ⁺²	Mg ⁺²	K ⁺	N-NH ₄	N-NO ₃	N-NO ₂	SO ₄ ⁻²	P-T	P-PO ₄
31/5-18/6	1.36	0.081	0.26	0.88	0.24	0.011	2.93	0.040	0.037
18/6-02/7	0.52	0.038	0.13	0.89	0.20	0.013	4.21	0.204	0.013
02/7-18/7	0.81	0.042	0.18	1.17	0.21	0.012	5.07	0.048	0.048
18/7-02/8	0.77	0.050	0.10	0.83	0.30	0.007	3.85	0.030	0.011
02/8-16/8	1.04	0.043	0.09	0.73	0.26	0.010	2.40	0.016	0.007
16/8-03/9	1.20	0.048	0.08	0.38	0.13	0.007	1.48	0.022	0.011
03/9-18/9	1.12	0.050	0.17	0.67	0.23	0.011	2.92	0.027	0.022
01/10-17/10	0.90	0.035	0.08	0.35	0.12	0.007	1.51	0.011	0.005
Aporte Total	7.72	0.387	1.09	5.90	1.69	0.078	24.37	0.398	0.154

TABLA XVIII
 APORTE (Kg/Ha) DE ELEMENTOS NUTRITIVOS POR LA
 PRECIPITACION TOTAL EN LA ESTACION VALLE DE SANTIAGO

Período de colección	Ca ⁺²	Mg ⁺²	K ⁺	N-NH ₄	N-NO ₃	N-NO ₂	SO ₄ ⁻²	P-T	P-PO ₄
31/5-18/6	1.88	0.15	0.33	1.79	0.42	0.017	4.76	0.166	0.157
18/6-02/7	1.14	0.09	0.15	0.20	0.16	<0.013	4.91	0.065	0.050
02/7-18/7	1.48	0.05	0.10	0.47	0.12	0.010	2.74	0.013	0.006
18/7-02/8	1.47	0.08	0.13	0.50	0.24	0.007	2.10	0.035	0.032
02/8-16/8	1.35	0.007	0.12	1.01	0.42	0.019	3.75	<0.011	<0.011
13/8-03/9	1.22	0.005	0.08	0.30	0.10	0.007	1.31	0.021	0.019
03/9-18/9	1.34	0.009	0.20	0.88	0.28	0.12	2.68	0.060	0.052
01/10-17/10	1.12	0.007	0.13	0.31	0.10	0.008	1.28	0.042	0.031
Aporte Total	11.00	0.65	1.24	5.46	1.84	0.093	23.53	0.413	0.358

TABLA XIX
 APORTE (kg/Ha) DE ELEMENTOS NUTRITIVOS POR LA
 PRECIPITACION TOTAL EN LA ESTACION YURIRIA

Periodo de colección	Ca ⁺²	Mg ⁺²	K ⁺	N-NH ₄	N-NO ₃	N-NO ₂	SO ₄ ⁻²	P-T	P-PO ₄
31/5-18/6	0.38	0.045	0.14	0.98	0.21	0.008	2.76	0.038	0.031
18/6-02/7	0.36	0.107	0.18	1.07	0.23	<0.018	4.47	0.063	0.036
02/7-18/7	0.25	0.021	0.20	1.14	0.22	0.008	2.34	0.093	0.091
02/8-16/8	0.23	0.061	0.07	0.72	0.30	0.008	1.73	0.016	0.009
16/8-03/9	0.23	0.021	0.10	0.38	0.14	<0.005	0.98	0.021	0.013
03/9-18/9	0.35	0.060	0.11	0.73	0.22	0.007	2.27	0.019	0.017
18/9-01/10	0.09	0.009	0.02	0.16	0.03	0.002	0.35	- -	- -
01/10-17/10	0.31	0.025	0.05	0.20	0.08	<0.004	1.23	0.018	0.017
Aporte Total	2.20	0.349	0.87	5.38	1.43	0.06	16.13	0.268	0.214

TABLA XX

CANTIDAD (Kg/Ha^{-1}) DE ELEMENTOS NUTRITIVOS DE LA PRECIPITACION
TOTAL DE LA ESTACION IRAPUATO, GTO. INCORPORADOS EN EL EXPERIMENTO A NIVEL LABORATORIO.

Periodo de colección	Volúmen cm	Aplicado ml	Ca ⁺²	Mg ⁺²	K ⁺	N-NH ₄	N-NO ₃	N-NO ₂	SO ₄ ⁻²	P-Total	P-PO ₄
18/7-02/8	1.62	143	0.11	0.016	0.02	0.31	0.12	0.002	1.12	--	--
02/8-15/8	6.71	592	0.35	0.033	0.07	1.17	0.27	0.009	3.98	0.015	0.013
15/8-04/9	7.90	697	0.37	0.024	0.10	0.62	0.19	0.008	2.20	0.011	0.009
03/9-17/9	3.82	337	0.24	0.030	0.07	0.45	0.13	0.004	1.50	0.008	0.005
17/9-02/10	5.77	509	0.28	0.023	0.08	0.65	0.17	0.007	2.02	0.033	0.011
Cantidad Total	25.82	2278	1.35	0.126	0.34	3.20	0.88	0.030	10.82	0.067	0.038

TABLA XXI

CANTIDAD (Kg/Ha^{-1}) DE ELEMENTOS NUTRITIVOS DE LA PRECIPITACION
TOTAL DE LA ESTACION YURIRIA, GTO., INCORPORADOS EN EL EXPERIMENTO A NIVEL DE LABORATORIO.

Perfodo de coleccion	Volúmen cm	Aplicado ml	Ca ⁺²	Mg ⁺²	K ⁺	N-NH ₄	N-NO ₃	N-NO ₂	SO ₄ ⁻²	P-Total	P-PO ₄
02/7-18/7	7.04	6.21	0.25	0.021	0.20	1.14	0.22	0.008	2.34	0.093	0.091
02/8-16/8	4.70	415	0.23	0.061	0.07	0.72	0.30	0.008	1.73	0.016	0.009
16/8-03/9	5.17	456	0.23	0.021	0.10	0.38	0.14	0.005	0.98	0.021	0.013
03/9-18/9	7.52	664	0.35	0.060	0.11	0.73	0.22	0.007	2.27	0.019	0.017
18/9-01/10	1.02	90	0.09	0.009	0.02	0.16	0.03	0.002	0.35	- -	- -
01/10-17/10	4.10	362	0.31	0.025	0.05	0.20	0.08	0.004	1.23	0.018	0.017
Cantidad Total	29.55	2608	1.46	0.197	0.55	3.33	0.99	0.034	8.90	0.167	0.147

TABLA XXII
RESULTADOS DEL ANALISIS FISICO-QUIMICO DE SUELOS
USO.- AGRICOLA
LOCALIDAD.- CELAYA

PROFUNDIDAD (cm)	MUESTREO I		MUESTREO II	
	0-30	30-60	0-30	30-60
pH	8.0	7.8	7.5	7.7
MATERIA ORGANICA (%)	0.87	1.1	1.47	1.17
NITROGENO TOTAL	0.04	0.03	0.07	0.06
NITRATOS (Kg/Ha)	12.29	10.94	12.29	8.97
FOSFORO (Kg/Ha)	406.56	397.26	49.82	63.09
POTASIO (me/100 gr)	3.87	3.77	4.92	4.94
CALCIO (me/100 gr)	80.75	76.00	188.45	177.30
MAGNESIO (me/100 gr)	27.33	19.17	40.77	39.52
AZUFRE (p.p.m. suelo)	20.11	15.11	22.40	14.8

PROFUNDIDAD (cm)	0-30	30-60
ARENA (%)	18	18
LIMO (%)	28	26
ARCILLA (%)	54	56
CLASIFICACION TEXTURAL	ARCILLOSO	ARCILLOSO
C.I.C. (me/100 gr)	34.66	32.66

TABLA XXIII
RESULTADOS DEL ANALISIS FISICO-QUIMICO DE SUELOS
USO.- AGRICOLA
LOCALIDAD.- IRAPUATO

PROFUNDIDAD (cm)	MUESTREO I		MUESTREO II	
	0-30	30-60	0-30	30-60
pH	8.2	8.2	8.1	8.2
MATERIA ORGANICA (%)	0.93	0.85	0.67	0.46
NITROGENO TOTAL (%)	0.04	0.03	0.03	0.02
NITRATOS (Kg/Ha)	54.27	27.03	18.94	48.85
FOSFORO (Kg/Ha)	368.22	224.48	236.69	123.44
POTASIO (me/100 gr)	0.72	0.64	0.90	1.18
CALCIO (me/100 gr)	55.75	51.10	76.05	79.35
MAGNESIO (me/100 gr)	7.67	6.75	8.25	8.00
AZUFRE (p.p.m. suelo)	17.62	9.91	21.21	11.42

PROFUNDIDAD (cm)	0-30	30-60
ARENA (%)	74	74
LIMO (%)	18	18
ARCILLA (%)	8	8
CLASIFICACION TEXTURAL	FRANCO ARENOSO	FRANCO ARENOSO
C.I.C. (me/100 gr)	12.66	10.66

TABLA XXIV
RESULTADOS DEL ANALISIS FISICO-QUIMICO DE SUELOS
USO.- AGRICOLA
LOCALIDAD.- PENJAMO

PROFUNDIDAD (cm)	MUESTREO I		MUESTREO II	
	0-30	30-60	0-30	30-60
pH	5.6	7.4	6.9	7.9
MATERIA ORGANICA (%)	1.94	1.76	2.01	0.08
NITROGENO TOTAL (%)	0.10	0.08	0.10	0.04
NITRATOS (Kg/Ha)	219.79	368.68	42.21	8.97
FOSFORO (Kg/Ha)	438.36	687.49	492.32	58.67
POTASIO (me/100 gr)	1.77	1.23	0.62	0.87
CALCIO (me/100 gr)	55.75	82.15	149.75	307.50
MAGNESIO (me/100 gr)	41.60	51.10	56.99	79.87
AZUFRE (p.p.m. suelo)	5.57	6.41	7.21	3.80

PROFUNDIDAD (cm)	0-30	30-60
ARENA (%)	30	30
LIMO (%)	24	24
ARCILLA (%)	46	46
CLASIFICACION TEXTURAL	ARCILLOSO	ARCILLOSO
C.I.C. (me/100 gr)	30.00	20.00

TABLA XXV
 RESULTADOS DEL ANALISIS FISICO-QUIMICO DE SUELOS
 USO.- AGRICOLA
 LOCALIDAD.- SALAMANCA

PROFUNDIDAD (cm)	MUESTREO I		MUESTREO II	
	0-30	30-60	0-30	30-60
pH	7.1	7.5	7.0	7.8
MATERIA ORGANICA (%)	1.60	1.58	1.20	0.90
NITROGENO TOTAL (%)	0.08	0.06	0.06	0.05
NITRATOS (Kg/Ha)	110.68	108.47	82.09	78.10
FOSFORO (Kg/Ha)	102.88	92.22	58.67	40.98
POTASIO (me/100 gr)	3.10	2.97	4.41	2.38
CALCIO (me/100 gr)	110.95	102.25	201.25	179.50
MAGNESIO (me/100 gr)	37.44	40.35	14.33	54.91
AZUFRE (p.p.m. suelo)	11.53	6.59	7.29	9.91

PROFUNDIDAD (cm)	0-30	30-60
ARENA (%)	28	26
LIMO (%)	26	24
ARCILLA (%)	46	50
CLASIFICACION TEXTURAL	ARCILLOSO	ARCILLOSO
C.I.C. (me/100 gr)	45.33	30.00

TABLA XXVI
 RESULTADOS DEL ANALISIS FISICO-QUIMICO DE SUELOS
 USO.- AGRICOLA
 LOCALIDAD.- SALVATIERRA

PROFUNDIDAD (cm)	MUESTREO I		MUESTREO II	
	0-30	30-60	0-30	30-60
pH	8.5	8.8	8.9	9.3
MATERIA ORGANICA (%)	1.51	1.43	1.00	1.00
NITROGENO TOTAL (%)	0.06	0.06	0.05	0.05
NITRATOS (Kg/Ha)	87.67	102.24	28.91	25.59
FOSFORO (Kg/Ha)	624.37	386.27	265.00	406.56
POTASIO (me/100 gr)	3.10	2.94	4.59	5.64
CALCIO (me/100 gr)	65.85	41.60	51.10	39.20
MAGNESIO (me/100 gr)	49.92	53.63	44.10	51.58
AZUFRE (p.p.m. suelo)	20.11	18.16	18.20	17.62

PROFUNDIDAD (cm)	0-30	30-60
ARENA (%)	20	24
LIMO (%)	28	24
ARCILLA (%)	52	52
CLASIFICACION TEXTURAL	ARCILLOSO	ARCILLOSO
C.I.C. (me/100 gr)	30.00	28.66

TABLA XXVII
RESULTADOS DEL ANALISIS FISICO-QUIMICO DE SUELOS
USO.- AGRICOLA
LOCALIDAD.- VALLE DE SANTIAGO

PROFUNDIDAD (cm)	MUESTREO I		MUESTREO II	
	0-30	30-60	0-30	30-60
pH	6.9	7.5	7.7	8.1
MATERIA ORGANICA (%)	2.27	2.10	2.01	1.20
NITROGENO TOTAL (%)	0.11	0.11	0.10	0.06
NITRATOS (Kg/Ha)	344.00	148.27	48.85	22.26
FOSFORO (Kg/Ha)	359.68	220.14	40.98	123.44
POTASIO (me/100 gr)	4.18	2.97	3.56	2.44
CALCIO (me/100 gr)	88.95	100.95	109.00	126.00
MAGNESIO (me/100 gr)	48.92	45.76	53.66	54.91
AZUFRE (p.p.m. suelo)	6.24	11.53	6.59	7.29

PROFUNDIDAD (cm)	0-30	30-60
ARENA (%)	32	36
LIMO (%)	24	20
ARCILLA (%)	44	44
CLASIFICACION TEXTURAL	ARCILLOSO	ARCILLOSO
C.I.C. (me/100 gr)	34.00	33.33

TABLA XXVIII
 RESULTADOS DEL ANALISIS FISICO-QUIMICO DE SUELOS
 USO.- AGRICOLA
 LOCALIDAD.- YURIRIA

PROFUNDIDAD (cm)	MUESTREO I		MUESTREO II	
	0-30	30-60	0-30	30-60
pH	7.6	7.4	6.3	6.6
MATERIA ORGANICA (%)	1.54	1.43	1.07	0.73
NITROGENO TOTAL (%)	0.08	0.07	0.05	0.04
NITRATOS (Kg/Ha)	52.18	87.27	260.91	58.82
FOSFORO (Kg/Ha)	32.14	28.82	35.87	45.40
POTASIO (me/100 gr)	3.38	3.10	1.36	1.00
CALCIO (me/100 gr)	166.85	166.16	145.65	146.35
MAGNESIO (me/100 gr)	37.44	30.92	49.92	47.42
AZUFRE (p.p.m. suelo)	7.29	5.90	6.41	7.29

PROFUNDIDAD (cm)	0-30	30-60
ARENA (%)	20	20
LIMO (%)	24	18
ARCILLA (%)	56	62
CLASIFICACION TEXTURAL	ARCILLOSO	ARCILLOSO
C.I.C. (me/100 gr)	40.66	33.3

TABLA XXIX
 RESULTADOS DEL ANALISIS FISICO-QUIMICO DE SUELOS
 USO.- NO AGRICOLA
 LOCALIDAD.- CELAYA

PROFUNDIDAD (cm)	MUESTREO I		MUESTREO II	
	0-30	30-60	0-30	30-60
pH	7.7	8.0	7.8	7.8
MATERIA ORGANICA (%)	1.7	0.85	1.40	1.0
NITROGENO TOTAL (%)	0.05	0.04	0.07	0.05
NITRATOS (Kg/Ha)	121.97	110.97	58.82	82.09
FOSFORO (Kg/Ha)	85.20	78.64	45.40	49.82
POTASIO (me/100 gr)	3.10	2.97	3.77	4.05
CALCIO (me/100 gr)	71.85	88.95	297.5	380.00
MAGNESIO (me/100 gr)	22.67	19.83	30.17	30.67
AZUFRE (p.p.m. suelo)	7.29	15.11	9.90	9.58

PROFUNDIDAD (cm)	0-30	30-60
ARENA (%)	18	14
LIMO (%)	26	26
ARCILLA (%)	56	60
CLASIFICACION TEXTURAL	ARCILLOSO	ARCILLOSO
C.I.C. (me/100 gr)	28.66	28.66

TABLA XXX
RESULTADOS DEL ANALISIS FISICO-QUIMICO DE SUELOS
USO.- NO AGRICOLA
LOCALIDAD.- IRAPUATO

PROFUNDIDAD (cm)	MUESTREO I		MUESTREO II	
	0-30	30-60	0-30	30-60
pH	7.9	7.9	7.9	7.8
MATERIA ORGANICA (%)	2.59	1.76	2.74	2.61
NITROGENO TOTAL (%)	0.13	0.13	0.14	0.13
NITRATOS (Kg/Ha)	142.68	143.67	102.03	121.97
FOSFORO (Kg/Ha)	89.14	68.28	32.14	29.93
POTASIO (me/100 gr)	0.86	0.72	1.72	1.49
CALCIO (me/100 gr)	201.25	199.10	306.75	605.00
MAGNESIO (me/100 gr)	8.25	7.75	6.0	6.75
AZUFRE (p.p.m. suelo)	11.2	11.2	15.49	15.11

PROFUNDIDAD (cm)	0-30	30-60
ARENA (%)	54	60
LIMO (%)	20	20
ARCILLA (%)	26	20
CLASIFICACION TEXTURAL	FRANCO ARCILLO ARENOSO	FRANCO ARENOSO
C.I.C. (me/100 gr)	28.66	26.66

TABLA XXXI
RESULTADOS DEL ANALISIS FISICO-QUIMICO DE SUELOS
USO.- NO AGRICOLA
LOCALIDAD.- PENJAMO

PROFUNDIDAD (cm)	MUESTREO I		MUESTREO II	
	0-30	0-30	0-30	30-60
pH	6.3	7.1	6.9	7.1
MATERIA ORGANICA (%)	1.13	0.39	0.08	0.87
NITROGENO TOTAL (%)	0.06	0.06	0.04	0.04
NITRATOS (Kg/Ha)	102.03	89.62	12.97	52.18
FOSFORO (Kg/Ha)	89.62	80.42	63.09	49.82
POTASIO (me/100 gr)	2.0	1.49	2.08	2.38
CALCIO (me/100 gr)	76.00	80.75	133.60	199.10
MAGNESIO (me/100 gr)	48.26	51.58	45.76	77.38
AZUFRE (p.p.m. suelo)	4.3	7.29	6.91	11.53

PROFUNDIDAD (cm)	0-30	30-60
ARENA (%)	20	18
LIMO (%)	20	22
ARCILLA (%)	60	60
CLASIFICACION TEXTURAL	ARCILLOSO	ARCILLOSO
C.I.C. (me/100 gr)	28.66	28.66

TABLA XXXII
 RESULTADOS DEL ANALISIS FISICO-QUIMICO DE SUELOS
 USO.- NO AGRICOLA
 LOCALIDAD.- SALAMANCA

PROFUNDIDAD (cm)	MUESTREO I		MUESTREO II	
	0-30	30-60	0-30	30-60
pH	7.7.	7.9	7.6	7.7.
MATERIA ORGANICA (%)	1.40	1.10	1.44	0.06
NITROGENO TOTAL (%)	0.07	0.05	0.06	0.03
NITRATOS (Kg/Ha)	102.03	118.76	25.59	75.44
FOSFORO (Kg/Ha)	40.98	25.64	40.98	27.72
POTASIO (me/100 gr)	2.97	2.62	2.28	2.08
CALCIO (me/100 gr)	113.35	109.0	166.15	143.50
MAGNESIO (me/100 gr)	30.92	31.20	18.42	19.17
AZUFRE (p.p.m. suelo)	17.62	11.9	20.40	15.11

PROFUNDIDAD (cm)	0-30	30-60
ARENA (%)	46	38
LIMO (%)	24	22
ARCILLA (%)	30	40
CLASIFICACION TEXTURAL	FRANCO ARCILLO ARENOSO	FRANCO ARCILLOSO
C.I.C. (me/100 gr)	39.33	39.33

TABLA XXXIII
RESULTADOS DEL ANALISIS FISICO-QUIMICO DE SUELOS
USO.- NO AGRICOLA
LOCALIDAD.- SALVATIERRA

PROFUNDIDAD (cm)	MUESTREO I		MUESTREO II	
	0-30	30-60	0-30	30-60
pH	8.5	8.8	8.3	8.8
MATERIA ORGANICA (%)	1.96	1.60	1.87	1.54
NITROGENO TOTAL (%)	0.10	0.09	0.09	0.08
NITRATOS (Kg/Ha)	246.28	224.18	92.06	92.06
FOSFORO (Kg/Ha)	614.48	422.47	463.19	604.75
POTASIO (me/100 gr)	3.56	3.38	4.00	3.05
CALCIO (me/100 gr)	80.70	53.40	75.75	28.30
MAGNESIO (me/100 gr)	50.05	27.33	41.60	25.42
AZUFRE (p.p.m. suelo)	20.20	20.11	18.10	18.10

PROFUNDIDAD (cm)	0-30	30-60
ARENA (%)	30	20
LIMO (%)	26	20
ARCILLA (%)	44	60
CLASIFICACION TEXTURAL	ARCILLOSO	ARCILLOSO
C.J.C. (me/100 gr)	32.66	29.33

TABLA XXXIV
 RESULTADOS DEL ANALISIS FISICO-QUIMICO DE SUELOS
 USO.- NO AGRICOLA
 LOCALIDAD.- VALLE DE SANTIAGO

PROFUNDIDAD (cm)	MUESTREO I		MUESTREO II	
	0-30	30-60	0-30	30-60
pH	7.7	7.9	7.8	8.1
MATERIA ORGANICA (%)	3.61	2.4	2.94	1.97
NITROGENO TOTAL (%)	0.18	0.16	0.15	0.10
NITRATOS (Kg/Ha)	144.58	78.27	72.12	22.26
FOSFORO (Kg/Ha)	337.57	144.77	94.04	40.98
POTASIO (me/100 gr)	3.08	2.0	2.13	1.23
CALCIO (me/100 gr)	82.15	76.05	80.70	65.85
MAGNESIO (me/100 gr)	33.08	25.42	24.92	19.83
AZUFRE (p.p.m. suelo)	9.91	11.53	11.40	10.22

PROFUNDIDAD (cm)	0-30	30-60
ARENA (%)	70	76
LIMO (%)	18	12
ARCILLA (%)	12	12
CLASIFICACION TEXTURAL	FRANCO ARENOSO	FRANCO ARENOSO
C.I.C. (me/100 gr)	24.66	22.00

TABLA XXXV
 RESULTADOS DEL ANALISIS FISICO-QUIMICO DE SUELOS
 USO.- NO AGRICOLA
 LOCALIDAD.- YURIRIA

	MUESTREO I		MUESTREO II	
	0-30	30-60	0-30	30-60
PROFUNDIDAD (cm)	0-30	30-60	0-30	30-60
pH	6.7	7.0	6.6	6.8
MATERIA ORGANICA (%)	1.13	0.9	1.07	0.93
NITROGENO TOTAL (%)	0.06	0.06	0.05	0.05
NITRATOS (Kg/Ha)	68.80	64.56	63.81	5.65
FOSFORO(Kg/Ha)	293.36	268.27	40.98	35.87
POTASIO (me/100 gr)	1.74	1.62	1.33	1.23
CALCIO (me/100 gr)	102.25	113.35	119.95	148.05
MAGNESIO (me/100 gr)	42.43	41.60	50.34	54.05
AZUFRE (p.p.m. suelo)	3.65	7.8	8.90	7.59

PROFUNDIDAD (cm)	0-30	30-60
ARENA (%)	20	32
LIMO (%)	20	16
ARCILLA (%)	60	52
CLASIFICACION TEXTURAL	ARCILLOSO	ARCILLOSO
C.I.C. (me/100 gr)	40.66	40.00

TABLA XXXVI
 RESULTADOS DEL ANALISIS FISICO-QUIMICO DE SUELOS
 USO.- COLUMNA
 LOCALIDAD.- IRAPUATO

PROFUNDIDAD (cm)	MUESTREO I		MUESTREO II	
	0-30	30-60	0-30	30-60
pH	8.2	8.2	8.1	8.1
MATERIA ORGANICA (%)	0.93	0.85	0.67	1.0
NITROGENO TOTAL (%)	0.04	0.03	0.03	0.05
NITRATOS (Kg/Ha)	54.27	27.03	8.97	41.21
FOSFORO (Kg/Ha)	368.22	224.98	151.75	208.38
POTASIO (me/100 gr)	0.72	0.64	1.26	1.10
CALCIO (me/100 gr)	55.75	51.10	53.40	46.75
MAGNESIO (me/100 gr)	7.67	6.75	7.67	7.75
AZUFRE (p.p.m. suelo)	17.62	9.91	16.4	12.2

PROFUNDIDAD (cm)	0-30	30-60
ARENA (%)	80	72
LIMO (%)	16	22
ARCILLA (%)	4	6
CLASIFICACION TEXTURAL	FRANCO ARENOSO	FRANCO ARENOSO
C.I.C. (me/100 gr)	12.66	10.66

TABLA XXXVII
 RESULTADOS DEL ANALISIS FISICO-QUIMICO DE SUELOS
 USO.- COLUMNA
 LOCALIDAD.- YURIRIA

PROFUNDIDAD (cm)	MUESTREO I		MUESTREO II	
	0-30	30-60	0-30	30-60
pH	6.7	7.0	6.6	6.7
MATERIA ORGANICA (%)	1.13	0.9	1.27	1.40
NITROGENO TOTAL (%)	0.06	0.06	0.06	0.07
NITRATOS (Kg/Ha)	68.80	64.56	75.44	72.12
FOSFORO (Kg/Ha)	293.36	268.27	120.57	59.25
POTASIO (me/100 gr)	1.74	1.62	1.56	1.41
CALCIO (me/100 gr)	102.25	113.35	100.95	131.00
MAGNESIO (me/100 gr)	42.43	41.60	31.60	40.35
AZUFRE (p.p.m. suelo)	3.65	7.8	6.94	7.6

PROFUNDIDAD (cm)	0-30	30-60
ARENA (%)	22	20
LIMO (%)	24	24
ARCILLA (%)	54	56
CLASIFICACION TEXTURAL	ARCILLOSO	ARCILLOSO
C.I.C. (me/100 gr)	40.66	40.00

TABLA XXXVIII
 CORRELACION LINEAL ENTRE LOS IONES DEL SUELO Y
 IONES DE LA LLUVIA. SUELO AGRICOLA PROF. 30-60
 S U E L O

Lluvia	Ca	Mg	pH	N-T	NO ₃	SO ₄
NH ₄	ANTES	-	-	-	-	-
	DESPUES	-	-	-	0.898 ⁺⁺	-
NO ₃	ANTES	-	-	-	-	-
	DESPUES	-	-	-	0.773 ⁺	-
Ca	ANTES	-	-	-	-	-
	DESPUES	-	-	-	0.931 ⁺⁺	-
Mg	ANTES	-	-	-	-	-
	DESPUES	-	-	-	0.953 ⁺⁺	-
K	ANTES	-	-	-	-	-
	DESPUES	-	-	-	0.787 ⁺	-
SO ₄	ANTES	-	-	-	-	-
	DESPUES	-	-	-	0.959 ⁺⁺	-
Precipit.	ANTES	-	-	-	-	-
	DESPUES	-	-	-	-	-

++ Con $\alpha = 0.01$, $r_t = 0.874$

+ Con $\alpha = 0.05$, $r_t = 0.754$

NOTA: Para el suelo agricola profundidad 0-30, no se encontraron correlaciones.

TABLA XXXIX
CORRELACION LINEAL ENTRE LOS IONES DEL SUELO Y
IONES DE LA LLUVIA. SUELO NO AGRICOLA PROF. 0-30
S U E L O

Lluvia	Ca	Mg	pH	N-T	NO ₃	SO ₄
NH ₄	ANTES	-	-	-	-	-
	DESPUES	-	-	-	0.912 ⁺⁺	-
NO ₃	ANTES	-	-	-	-	-
	DESPUES	-	-	-	0.794 ⁺	-
Ca	ANTES	-	-	-	-	-
	DESPUES	-	-	-	0.921 ⁺⁺	-
Mg	ANTES	-	-	-	-	-
	DESPUES	-	-	-	0.937 ⁺⁺	-
K	ANTES	-	-	-	-	-
	DESPUES	-	-	-	0.773 ⁺	-
SO ₄	ANTES	-	-	-	-	-
	DESPUES	-	-	-	0.975 ⁺⁺	-
P.P.	ANTES	-	-	-	-	-
	DESPUES	-	-	-	-	-

++ Con $\alpha = 0.01$, $r_t = 0.874$

+ Con $\alpha = 0.05$, $r_t = 0.754$

NOTA: Para el suelo no agrícola profundidad 30-60, no se encontraron correlaciones.