
Universidad de Guadalajara

FACULTAD DE AGRONOMIA



FERTILIDAD DE SUELOS EN EL ESTADO DE JALISCO

TESIS PROFESIONAL

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE
INGENIERO AGRONOMO
P R E S E N T A N

GERARDO AGAPITO NAPOLES ECHAURI
JESUS JACQUELINE REYNOSO DUEÑAS
JOSE MARIA SANCHEZ GAXIOLA

GUADALAJARA, JALISCO, MEXICO. 1992

UNIVERSIDAD DE GUADALAJARA

FACULTAD DE AGRONOMIA



FERTILIDAD DE SUELOS EN EL ESTADO
DE JALISCO

TESIS PROFESIONAL QUE PARA OBTENER EL TITULO DE
INGENIERO AGRONOMO

PRESENTAN

GERARDO AGAPITO NAPOLES ECHAURI
JESUS JACQUELINE REYNOSO DUEÑAS
JOSE MARIA SANCHEZ GAXIOLA

GUADALAJARA, JALISCO, MEXICO. 1992



UNIVERSIDAD DE GUADALAJARA
FACULTAD DE AGRONOMIA

SECCION ESCOLARIDAD
EXPEDIENTE _____
NUMERO 0717/91

8 de octubre de 1991

C. PROFESORES:

ING. ARTURO CURIEL BALLESTEROS, DIRECTOR
ING. RAMON CEJA RAMIREZ, ASESOR
ING. PEDRO TOPÉTE ÁNGEL, ASESOR

Con toda atención me permito hacer de su conocimiento, que habiendo sido aprobado el Tema de Tesis:

FERTILIDAD DE SUELOS EN EL ESTADO DE JALISCO

presentado por el (los) PASANTE (ES) J. JACQUELINE REYNOSO DUEÑAS

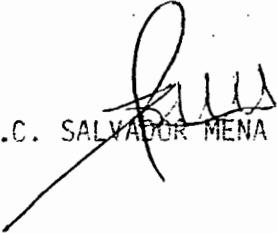
GERARDO A. NAPOLES ECHAURY

JOSE MARIA SANCHEZ GAXIOLA

han sido ustedes designados Director y Asesores, respectivamente, para el desarrollo de la misma.

Ruego a ustedes se sirvan hacer del conocimiento de esta Dirección su - Dictamen en la revisión de la mencionada Tesis. Entre tanto, me es grato reiterarles las seguridades de mi atenta y distinguida consideración.

A T E N T A M E N T E
"PIENSA Y TRABAJA"
"AÑO LIC. JOSE GUADALUPE ZUNO HERNANDEZ"
EL SECRETARIO


ING. M.C. SALVADOR MENA MUNGUÍA

mam



UNIVERSIDAD DE GUADALAJARA
FACULTAD DE AGRONOMIA

Sección ... ESCOLARIDAD

Expediente

Número ... 0717/91

8 de octubre de 1991

ING. JOSE ANTONIO SANDOVAL MADRIGAL
DIRECTOR DE LA FACULTAD DE AGRONOMIA
DE LA UNIVERSIDAD DE GUADALAJARA
PRESENTE

Habiendo sido revisada la Tesis del (los) Pasante (es)

J. JACQUELINE REYNOSO DUEÑAS

GERARDO A. NAPOLES ECHAURY

JOSE MARIA SANCHEZ GAXIOLA

titulada:

FERTILIDAD DE SUELOS EN EL ESTADO DE JALISCO

Damos nuestra Aprobación para la Impresión de la misma.

DIRECTOR

ING. ARTURO CURIEL BALLESTEROS

ASESOR

ASESOR

ING. RAMON CEJA RAMIREZ

ING. PEDRO TOPETE ANGEL

srd'

mam

BIBLIOTECA ESCUELA DE AGRICULTURA

DEDICATORIA

A los que con amor y humildad consagran su existencia a fomentar y compartir todo aquello que constituye la verdadera esencia de la vida.

AGRADECIMIENTOS

A la Universidad de Guadalajara.

A la Facultad de Agronomía.

El presente trabajo fue realizado particularmente gracias al desinteresado apoyo brindado por el Laboratorio regional de suelos y apoyo técnico de la SARH, Laboratorio Bosque la Primavera e Instituto de Botánica de la Universidad de Guadalajara, a los cuales deseamos expresar un sincero agradecimiento.

Un distinguido agradecimiento al M.C. Arturo Curiel B. por su paciencia, apoyo y atinadas observaciones durante la dirección de esta tesis.

Al M.C. J. Pedro Topete A. y al M.C. Ramón Ceja R. gracias por su apoyo y acertadas sugerencias para la mejor realización del trabajo.

Estamos particularmente agradecidos con los compañeros del Laboratorio Bosque la Primavera, Patricia Hernández R. y Jose Luis Rebollar por su constante estímulo y comprensión, con el Ing. Daniel Ibarra por su valiosa ayuda en la elaboración de los mapas digitalizados y a todos los compañeros de esta Institución, gracias.

A mis padres Antonio Nápoles Rodríguez
y Ma. Ines Echauri Barragán

Por su comprensión y apoyo
indescriptible.

A los Ingenieros Jacqueline y Jose María

Por infundirme su espíritu
de superación.

A mis Hermanas y Cuñados.

Por el amor que se ha desarrollado
en nuestra familia y por la
amistad que crece cada día.

A la Lic. Ma. Amalia Castro A.

Por su ayuda incondicionada.

A la Lic. Leticia Morán R.

Por despertar en mi un sentimiento
inimaginable que crece y nutre
mi alma, mi más grande admiración
y respeto.

Atentamente: Gerardo Nápoles Echauri.

BIBLIOTECA ESCUELA DE AGRICULTURA

A mis Padres Florentino y Maria Luisa

Los que con su gran cariño y comprensión han sabido enseñarnos que la recompensa más hermosa es aquella que se obtiene obrando noblemente con nuestros semejantes.

A todos mis Hermanos, Cuñada y familiares

Por el amor, apoyo y comprensión que han demostrado a través de toda mi vida.

A mis dos pequeñas sobrinas

Que con su reciente ingreso a este mundo, han incrementado la felicidad de nuestra existencia.

A todos mis amigos del Instituto de Botánica presentes y ausentes, por los momentos gratos e inolvidables que he compartido a su lado y por su constante apoyo, en forma muy particular al Ing. Roberto González Tamayo y a la Profa. Luz Ma. Villarreal de Puga, por alimentar en mí el espíritu de superación.

Sinceramente: Jesús Jacqueline Reynoso Dueñas

A mis padres, Sr. Rodolfo Sánchez Godoy y
Sra. Blanca Olivia Gaxiola.

Mi más profundo agradecimiento
por todo el apoyo que me
brindaron a lo largo de toda mi
carrera.

Sinceramente: Jose María Sánchez Gaxiola. ,

INDICE

RESUMEN.....	i
ABREVIATURAS.....	ii
I. INTRODUCCION	1
II. OBJETIVOS, HIPOTESIS Y JUSTIFICACION	2
III. ANTECEDENTES BIBLIOGRAFICOS	3
3.1. Levantamientos de fertilidad	3
3.1.1. Clasificación en base a la Taxonomía de los suelos	4
3.1.2. Clasificación en base a Uso Potencial	4
3.1.3. Clasificación en base a la Capacidad-Fertilidad	4
3.1.3.1. Conceptos del sistema Capacidad-Fertilidad	5
3.1.3.2. Formato del sistema	5
3.2. Diagnósticos realizados específicamente en Jalisco	10
IV. DESCRIPCION DEL AREA DE ESTUDIO	13
4.1. Localización	13
4.2. Fisiografía	13
4.3. Geología	14
4.4. Hidrología	15
4.5. Clima	15
4.6. Suelos	16
4.7. Vegetación	20
V. MATERIALES Y METODOS	23
VI. RESULTADOS	28
VII. DISCUSION DE LOS RESULTADOS	35
VIII. CONCLUSIONES	36
IX. BIBLIOGRAFIA	37
GLOSARIO	39

INDICE DE FIGURAS, CUADROS Y APENDICES.

FIGURAS

- Fig. 1 Límites geográficos de Jalisco
- Fig. 2 División política del estado de Jalisco
- Fig. 3 Provincias fisiográficas de Jalisco (SPP, 1981).
- Fig. 4 Carta de climas
- Fig. 5 Montañas aisladas de importancia en el estado de Jalisco
- Fig. 6 Ríos de importancia en el estado de Jalisco
- Fig. 7 Mapa de suelos del estado de Jalisco
- Fig. 8 Distribución geográfica generalizada de climas de Jalisco, según la clasificación de Köeppen
- Fig. 9 Esquema generalizado de los principales tipos de Vegetación en Jalisco
- Fig. 10 Frecuencia de muestreo de suelos en el estado de Jalisco
- Fig. 11 Niveles de Arcilla en el estado de Jalisco
- Fig. 12 Niveles de Materia Orgánica en el estado de Jalisco
- Fig. 13 Niveles de pH en el estado de Jalisco
- Fig. 14 Niveles de Fertilidad en el estado de Jalisco
- Fig. 15 Índice de muestreo de suelos a nivel de reconocimiento en el estado de Jalisco (muestras tomadas de 1984-1988).

CUADROS

- Cuadro 1 Rangos de los parámetros utilizados
- Cuadro 2 Unidades y Subunidades de suelos predominantes en el estado de Jalisco.
- Cuadro 3 Clases de Unidades de suelos
- Cuadro 4 Modificadores de la Fertilidad en los suelos de los municipios del estado de Jalisco

APENDICES

- Apéndice 1 Índice de muestreo de suelos en los municipios de Jalisco a Nivel de Reconocimiento
- Apéndice 2 Rangos de resultados analíticos de los suelos en los municipios de Jalisco, del período 1984-1988.

RESUMEN

El presente estudio denominado Fertilidad de los suelos en el estado de Jalisco, en base al método de capacidad-fertilidad de Buol, representa una contribución al conocimiento de la dinámica de la fertilidad en el Estado, constituye además un intento de agrupamiento basado en los resultados de análisis físico-químicos de suelos, realizados de los años 1984 a 1988 por el Laboratorio regional de suelos y apoyo Técnico de la Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos.

La interpretación de los resultados de aprox. 15000 muestras de suelos, permitieron definir las principales limitantes actuales de la fertilidad de los suelos en los municipios de Jalisco.

La cartografía elaborada, da a conocer la frecuencia de muestreo y los niveles de arcilla, materia orgánica, pH y fertilidad de los suelos en los municipios de Jalisco.

El cuadro presentado de índice de muestreo de suelos, demuestra las áreas más o menos muestreadas del Estado, las potencialmente productivas y las que necesitan una mayor atención por parte de investigadores, técnicos u otras personas relacionadas con el aprovechamiento del recurso suelo.

ABREVIATURAS

Agr.: Agrícola.
Al: Aluminio.
ap.: Apéndice.
ca.: Cerca de.
cd.: Citado por.
C.E.: Conductividad eléctrica.
cf.: Consúltese. Confróntese con.
CIC: Capacidad de intercambio catiónico.
COLE: Coeficiente de extensividad lineal.
D.a.: Densidad aparente.
Fe: Hierro.
fig.: Figura.
ha: Hectáreas.
INEGI: Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática.
Int.: Intercambiable.
Jal.: Jalisco.
K: Potasio.
lig.: Ligeramente.
Loc.: Localidad
meq: Miliequivalente.
mmhos: Milimohs.
M.O.: Materia orgánica.
mod.: Moderadamente.
m.s.n.m.: Metros sobre el nivel del mar.
mtras.: Muestras.
N: Nitrógeno.
Nr: Normal.
Num.: Número.
P: Fósforo.
pag.: Página.
pH: Potencial de hidrógeno.
ppm: Partes por millón.
P.S.I.: Porcentaje de sodio intercambiable.
SARH.: Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos.
sup.: Superficie.
TLC: Tratado de libre comercio.
U.de G.: Universidad de Guadalajara.
USDA.: Departamento de Agricultura de los Estados Unidos de Norteamérica.
v.: Véase.

I. INTRODUCCION

Actualmente en nuestro país, el uso de inadecuadas estrategias políticas de carácter agrícola, destinadas a un supuesto apoyo para la resolución de graves y múltiples problemas del campo, han propiciado la falta de atención por parte del campesino hacia la agricultura, por considerarla entre otras razones incosteable.

Esta situación deja como resultado la inminente emigración de la población del campo hacia las grandes ciudades en busca de un mayor bienestar, lo que viene a agravar en gran medida no sólo la crisis alimentaria nacional, sino también otros aspectos de similar importancia como son; demografía, miseria, desempleo, escasez de vivienda entre otros.

Por otra parte, el mal uso que se ha hecho del suelo, indudablemente, también ha influido en esta crisis de alimentos. Cada año, el empleo de inapropiadas técnicas agrícolas hacen que gran cantidad de suelo se pierda, disminuyendo su capacidad productiva; ante esto, el factor suelo juega un papel muy importante dentro de las soluciones de la problemática mundial de alimentos y del mal uso que se haga del mismo depende en gran parte que los países en desarrollo, entre ellos México, eleven su producción agrícola y logren satisfacer su demanda de alimentos sobre todo ahora ante la amenaza de un mercado más competitivo (TLC).

El suelo después del clima, es el segundo factor limitante para la producción, por lo cual resulta indispensable el conocimiento de este recurso para su adecuado uso y manejo.

El presente estudio denominado "Fertilidad de los suelos en el estado de Jalisco" representa una contribución al conocimiento de la dinámica de la fertilidad en el Estado, constituye además un intento de agrupamiento basado en los resultados de análisis físico-químicos de suelos que se han realizado en los años recientes (1984-1988).

Se estima que la situación de fertilidad a nivel estatal pudiera cubrirse en base al manejo e interpretación de los miles de resultados de análisis obtenidos por el laboratorio de apoyo técnico de Agrología de la Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos (SARH).

La concentración e interpretación de estos resultados nos permitirán definir las limitantes de la fertilidad de los suelos por el método técnico de capacidad-fertilidad, estableciendo esquemas donde las experiencias acumuladas por el mencionado laboratorio puedan ser aprovechadas íntegramente.

II. OBJETIVOS, HIPOTESIS Y JUSTIFICACION

Objetivos:

- 1.- Conocer el índice de muestreo de suelos en Jalisco, del período 1984-1988.
- 2.- Representar cartográficamente las condiciones físico-químicas de los suelos del Estado que influyen en la fertilidad, lo que permita conocer la condición de ésta en las áreas agrícolas, como un sistema técnico para evaluar la capacidad del recurso suelo.
- 3.- Identificar las principales limitantes de la fertilidad del suelo en Jalisco.

Supuesto:

- 1.- La información existente en el Laboratorio regional de suelos y apoyo técnico de la Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos (SARH), es suficiente para la zonificación de fertilidad a nivel de reconocimiento.

Justificación:

- 1.- Jalisco, es uno de los escasos Estados de la República Mexicana que cuentan con datos considerables y valiosos con respecto a análisis físico-químicos de suelos. Por lo tanto resulta importante aplicar esta información para el logro de un conocimiento previo de la fertilidad que ayude a la planeación de proyectos tendientes a lograr una mayor producción de las áreas agrícolas de un país.

III. ANTECEDENTES BIBLIOGRAFICOS

3.1. Estudios de la fertilidad.

La prosperidad y el bienestar continuos de las personas de cualquier nación depende de varios factores, uno de los más importantes es la fertilidad del suelo. Si han de producirse rendimientos elevados, hay que mantener siempre al suelo en condición fértil. Si hay deficiencia de cualquier nutrimento esencial hay que proporcionárselo, ya que un nutrimento deficiente limita los rendimientos de los cultivos.

Con frecuencia la fertilidad de un suelo y la productividad del mismo se emplean como sinonimia, pero la mayor parte de los científicos prefieren establecer una distinción entre las dos palabras.

Fertilidad del suelo se puede definir como la capacidad que éste tiene para producir mayores o mejores cosechas de los cultivos agrológicamente adaptados a la zona donde se halla situado (Ortiz Monasterio, 1956).

Y la productividad del suelo es su capacidad para producir cosechas, la que estará dada por la fertilidad del suelo, las prácticas de manejo, la disponibilidad de agua y un clima adecuado.

La fertilidad del suelo indica la condición de los nutrimentos en el suelo, mientras que la productividad del suelo señala la resultante de factores diversos que influyen en la producción de los cultivos, tanto dentro como mas allá del suelo (Tamhane, 1970).

Así mismo se define la fertilidad del suelo como la cualidad que permite a éste proporcionar los compuestos adecuados, en la cantidad conveniente y en el equilibrio apropiado para el crecimiento de determinadas plantas, cuando otros factores son favorables. La productividad en cambio, se define como la capacidad de un suelo para producir una planta determinada o secuencia de plantas bajo un sistema dado de manejo (Foth, 1975).

Por lo tanto, si se quiere aumentar la producción de una región, se debe entre otras cosas, manejar adecuadamente al suelo y para lograr tal objetivo se tendrá que partir de un diagnóstico que nos indique las propiedades y posibilidades de operación.

El diagnóstico es muy necesario porque hay que comprender que el suelo es un recurso muy heterogéneo, con diferencias que son el resultado de variaciones del clima, material madre, fisiografía, tiempo, vegetación y manejo; cualquier alteración en alguno de ellos repercutirá necesariamente en el terreno.

En México se utilizan alrededor de nueve tipos de levantamientos de diagnóstico, de ellos se citan tres, por considerar que son los que tienen más relación con el punto de vista de fertilidad y recomendaciones de fertilizantes (Curiel, 1983).

3.1.1. Clasificación en base a la Taxonomía de los suelos.

Esta clasificación, se basa en la evaluación del desarrollo o génesis del suelo. Esta forma de diagnóstico se estructura en el tipo de horizontes que se presentan en un determinado lugar. Un suelo puede presentar cuando no ha sido alterado, hasta ocho tipos de horizontes, cada uno con sus propiedades y características específicas.

Cuando un suelo se comienza a manejar a nivel agrícola, se considera que se perturba su evolución y los horizontes orgánicos superiores desaparecen. Por tal circunstancia, si queremos diagnosticar un área productiva determinada, se estudiarán los horizontes A1, A2 y B1, (horizontes superiores) por encontrarse en ellos la fertilidad del sitio.

3.1.2. Clasificación en base a Uso Potencial.

Este tipo de levantamientos tiene la finalidad de definir la vocación de un suelo para una explotación adecuada en función a nueve factores limitantes de la producción y tres factores auxiliares que nos darán la potencialidad de un terreno en ocho categorías.

La forma de interpretar estos resultados es tomando en cuenta que únicamente terrenos con características de primera ó segunda clase se pueden fertilizar sin ningún problema, mientras que los suelos de tercera y cuarta, que es el límite para un uso agrícola, se podrán fertilizar pero acondicionando un manejo muy cuidadoso.

Cuando se tengan terrenos de quinta a séptima clase, el riesgo del cultivo será tan alto, que la costeabilidad económica de fertilizar será muy dudosa, excepto si se utilizan formas muy sofisticadas de aplicación de fertilizantes como sucede con algunos árboles frutales.

3.1.3. Clasificación en base a la Capacidad-Fertilidad.

El sistema de clasificación de suelos por Capacidad-Fertilidad es un sistema paramétrico, que elabora una lista de atributos importantes de la tierra y los límites de clases de cada atributo, y después hace un levantamiento del área en términos de dichas propiedades (Lair, 1977).

Buol y colaboradores de la Universidad de Carolina del Norte, propusieron una clasificación de suelos de acuerdo con capacidad-fertilidad para la agrupación de los suelos del mundo, empleando las propiedades que de acuerdo con su criterio influyen en la respuesta de los cultivos a la fertilización y sobre determinadas prácticas de manejo. En este sistema dieron mayor importancia a las propiedades de la capa arable.

Buol define los criterios de su sistema con la esperanza de poder preparar mapas de capacidad-fertilidad de los suelos a base de levantamientos agrológicos, usando la nueva taxonomía del suelo

3.1.3.1. Conceptos del sistema Capacidad-Fertilidad. El sistema de clasificación de suelos por Capacidad-Fertilidad es una armazón dentro de la cual todos los suelos del mundo están agrupados de acuerdo a algunas de sus características, que han sido seleccionadas para reflejar su interacción con el manejo de fertilidad de suelos.

Esta clasificación de la fertilidad no reemplaza ni es antagónica a ningún sistema taxonómico, sino que sólo pretende proyectar la interacción suelo-fertilizantes y se encuentra estrechamente relacionado con prácticas de manejo.

El sistema Capacidad-Fertilidad deberá ser considerado en la misma clase que la bien conocida clasificación de tierras de acuerdo con su uso, así como los sistemas existentes de clasificación de suelos para fines de ingeniería civil, forestal etc. (Buol, 1975).

El principal uso será por los especialistas en fertilidad de suelos en un intento para extrapolar sus resultados de un campo a otro. Por lo tanto un intento ha sido realizado para proveer guías que puedan ser determinadas en el campo o con un trabajo mínimo de laboratorio. No es práctico esperar que todos los criterios necesitarán ser analizados en cada sitio, ya que muchos de ellos son mutuamente exclusivos (Buol et al, 1975).

3.1.3.2. Formato del sistema. El sistema capacidad-fertilidad consiste de 3 niveles: Tipo, Subtipo y Modificadores.

TIPO

Categoría superior que se refiere a la textura media de la capa arable o bien de los 20 cm superficiales.

Un estimado de la textura en el campo es probablemente suficiente en ausencia de datos de laboratorio.

Criterios: S= Arenoso: arena y arena-migajonosa (USDA)

L= Franco: <35% de arcillas, excepto arenas francas

C= Arcillosos: >35% de arcillas

O= Suelo orgánico: >30% de materia orgánica en los primeros 50 cm

SUBTIPO

El subtipo es la textura del subsuelo dentro de los 50 cm de profundidad. Se incluye sólo si ésta difiere de la textura de la capa arable (Tipi) dentro de los límites definidos.

Usado sólo si existe un cambio de textura o una capa dura que impide el desarrollo radicular dentro de los primeros 50 cm de profundidad.

Criterios: S= Subsuelo arenoso, igual que en tipo.

L= Subsuelo franco, igual que en tipo.

C= Subsuelo arcilloso, igual que en tipo.

R= Presencia de roca u otra capa dura capaz de restringir el desarrollo radicular.

MODIFICADORES

Las condiciones modificantes se refieren a las propiedades físicas y químicas de la capa arable o de los 20 cm, el que sea menos profundo excepto cuando marcado con un * .

Los modificadores indican limitaciones de fertilidad y son calculadas según la metodología respectiva.

No es necesario obtener la caracterización con ese grado de precisión para hacer el sistema funcional (Buol, 1975).

Todas las condiciones modificantes que se aplican a un suelo son usadas empleando letras minúsculas, las cuales han sido seleccionadas para proveer una fácil asociación con la condición descrita y son las siguientes:

* g= (gley):

Este modificador se refiere a la condición gley en el suelo, como un indicativo de la presencia de saturación de agua dentro de los primeros 60 cm durante cierta parte del año.

Puede ser indicativo de suelos que se beneficiarían con ciertas prácticas de drenaje o suelos generalmente adaptados al cultivo del arroz. Corresponden al régimen de humedad del suelo Acuico en la taxonomía de suelos de los Estados Unidos, pero puede ocurrir junto con el modificador "d" cuando existen estaciones fuertemente lluviosas y secas alternas.

Criterios: Moteadores con cromas $> 0 = 2$ dentro de los primeros 60 cm y debajo de los horizontes A o suelo saturado con agua por más de 60 días consecutivos en la mayoría de los años.

* d= (seco):

Se refiere a una estación seca anual, de por lo menos 60 días consecutivos. Está definido en términos generales que corresponden a los regímenes de humedad Ustico, Xérico, Tórrico y Arídico, según USDA.

Su importancia en el manejo de fertilidad no está completamente reconocido, sin embargo, existen indicios de varias consecuencias sobre las respuestas del Nitrógeno y época de siembra con el impacto de las lluvias seguido por periodos secos (Hardy, 1946).

Criterios: Suelo seco por más de 60 días consecutivos por año dentro de 20 a 60 cm de profundidad.

e= (C.I.C.):

El modificador "e" delimita los suelos con muy baja capacidad de intercambio catiónico (CIC) en la capa arable, esta condición infiere problemas serios de fertilidad debido a la lixiviación de los cationes y complicaciones en las recomendaciones de encalado. Criterios: < 4 meq/100 gr de suelo, determinado por suma de bases, más Aluminio extraído por KCL 1 Nr; o < 7 meq/100 gr de suelo determinado por suma de cationes a pH 7; o < 10 meq/100 gr de suelo determinado por suma de cationes + Aluminio + Hidrógeno a pH 8.2 .

* a= (Toxicidad de Al):

Refiere altas concentraciones de Aluminio, las cuales pueden ser tóxicas para la mayoría de los cultivos. También implica un alto grado de fijación de Fósforo por compuestos del Aluminio en el suelo (Woodruff y Kamprath, 1965, cd. Buol).

Criterios: > 60 % de la CIC saturada con Al, determinado por suma de bases + AL en los primeros 50 cm; o > 67 % de saturación de CIC por Al, determinado por suma de cationes a pH 7 en los primeros 50 cm; o > 86 % de la CIC saturada por Al, por suma de cationes a pH 8.2 en los primeros 50 cm o pH en agua (1:1) < 5.0 excepto en suelos orgánicos.

* h= (Acido):

Este modificador se refiere a un nivel moderado de acidez que retardaría el crecimiento de algunas plantas sensibles al Aluminio. (Evans y Kamprath, 1970).

Criterios: 10-60% de la CIC saturada con Al, determinado por suma de bases + Al en los primeros 50 cm o pH en agua (1:1) entre 5.0 y 6.0.

i= Fijación Fe-P

Modificador que delimita suelos donde la fijación del Fósforo por compuestos de Hierro es de mayor importancia.

Sugiere también un rango bajo en la disponibilidad de humedad del suelo. El criterio relación hierro libre-arcilla, para este modificador, es frecuentemente difícil de obtener, por tanto un criterio basado en estructura y color ha sido dado para uso de

campo. Se considera este modificador estrechamente relacionado con el orden oxisol.

Criterios: % de Fe_2O_3 libre/% arcilla > 0.2 o matices más rojos que 5YR y estructura granular.

x= (minerales amorfos):

El modificador "x" delimita suelos con mineralogía alofánica dominante.

Su interés radica en la alta capacidad para fijar Fósforo en el suelo, reducida mineralización del Nitrógeno y bajo rango de humedad disponible de tales suelos.

Son indicios preliminares del que un análisis simple con NaF (Fieldes y Perrot, 1966, cd. Buol) puede ser correlacionado con el potencial de fijación de Fósforo de estos suelos.

Criterios: pH > 10 en 1 Nr. NaF o prueba del NaF en el campo positivo u otras evidencias indirectas del alófano como mineral de arcilla predominante.

v= (Vertisol):

Modificador que refiere suelos arcillosos dominados por arcillas expandibles 2:1.

La implicación de este modificador en la fertilidad es por su alta carga permanente (CIC), dificultad en las relaciones suelo-agua así como las labores de preparación de suelos. Este modificador se relaciona con el orden vertisol.

Criterios: > 35% de arcilla muy plástica y pegajosa y > 50% de la fracción de arcillas expandibles (2:1) o COLE 0.09 o agrietamiento e hinchamiento severo del suelo.

* b= (Calcáreo):

El modificador "b" delimita suelos calcáreos o más específicamente, carbonato libre dentro de los 50 cm. Así como una fijación de Fósforo por compuestos cálcicos.

Criterios: Carbonato de calcio libre dentro de 50 cm (determinado por la efervescencia con HCl) o pH > 7.3 .

* k= (K deficiente):

Muchos suelos contienen minerales portadores de pequeñas cantidades de Potasio, como consecuencia, se obtienen buenas respuestas con una fertilización potásica.

Este modificador intenta delimitar suelos donde será necesario considerar al Potasio en un programa de fertilidad.

El criterio concerniente a mineralogía ha sido adaptado de límites taxonómicos (USDA, 1970) y los límites para datos de análisis de suelos han sido adaptados de varios informes (Boyer 1970, cd. Buol).

Criterios: < 10% de minerales meteorizables en la fracción limo y arena dentro de los primeros 50 cm o un contenido de K intercambiable < 0.2 meq/100 gr de suelo o K < de 2 % de la suma de bases si ésta es < 10 meq/100 gr.

* s= (Salino):

Modificador que delimita suelos con problemas de salinidad para la mayoría de los cultivos.

Los criterios para su determinación están basados bajo los mismos principios de los laboratorios de salinidad de suelos (USDA, 1954).

Criterios: > 4 mmhos/cm de conductividad eléctrica en pasta saturada a 25 °C dentro de 1 m de profundidad.

* n= (Sódico):

Este modificador está designado para delimitar suelos con problemas de Sodio. Su consideración se debe al efecto que tiene en la dispersión de arcillas y en la disponibilidad de humedad.

Los criterios analíticos son tomados de USDA, 1954.

Criterios: > 15% de saturación de CIC por Na dentro de los primeros 50 cm de profundidad.

* c= (Cat Clay):

Modificador que indica la presencia de suelos ácidos sulfatados y los problemas asociados a su manejo (Moorman, 1963. cd. Buol).

Criterios: pH en agua (1:1) menor de 3.5 cuando seco, moteamiento de jaroisita con matices 2.5Y o más amarillos y cromas de 6 o más altas en los 60 cm.

3.2. Diagnósticos realizados específicamente en Jalisco.

Se refiere principalmente a levantamientos de fertilidad o estudios agrológicos llevados a cabo en el estado de Jalisco.

A este respecto, Padilla (1963), en los estudios del Plan Jalisco de fertilización, dio a conocer que más del 90% de los suelos del estado son pobres en N y muestran sorprendentes respuestas a la adición de fertilizantes nitrogenados; en los suelos de pobres a medios en Fosforo se han utilizado con éxito adiciones de P_2O_5 ; la aplicación sucesiva de abonos fosfóricos eleva los suelos de pobres a medios en Fósforo; así mismo el 80% de los suelos de Jalisco son ricos en Potasio y si se utiliza superfosfato de Calcio simple, el Magnesio que contiene pone al alcance de las plantas las formas complejas de Potasio. En términos generales, los suelos de Jalisco no presentan limitaciones por pH para la producción de maíz. Sin embargo, en el mapa de acidez del suelo presentado en el Plan Jalisco, se muestran áreas con pH menores a 6.5

En estudios más recientes, Ruíz (1982), registró que en el ejido "Caimanero" en Ameca, no existen suelos salinos, afirmó que existen suelos sódicos, los cuales fueron provocados por el mal manejo del agua y suelo, dado que existía el problema de que el agua del manto friático, el dren lirios y el río salado tienen problemas de sales y Sodio, así como de una muy fuerte presencia de Boro. Por lo tanto era eminentemente urgente que se manejara una alta eficiencia en drenes.

Ortega (1983), realizó un estudio de los suelos del ejido "Casimiro Castillo" en Casimiro Castillo, el cual tiene gran importancia dentro de la producción agrícola del Valle, donde los principales cultivos en cuanto a extensión son la caña de azúcar y la sandía. De acuerdo a la revisión de análisis físico-químicos reportó que la densidad aparente del suelo en los primeros 30 cm es de 1.25 gr/cm³; el Fósforo y el Potasio están dentro del nivel crítico inferior (5 ppm para el Fósforo y 60 ppm para el Potasio) para el cultivo de la caña de azúcar. Por lo cual, sugirió determinar la dosis óptima económica para este cultivo, en base al incremento de la dosis de Potasio y materia orgánica.

En cuanto al manejo del suelo propuso tratar de reducir al mínimo las labores en la preparación del suelo, dado que se pueden ocasionar daños posteriores a la estructura del suelo debido a la textura arenosa del mismo.

Sánchez (1987), en la clasificación de los suelos por su contenido salino del ejido "Las Paredes" en Autlán, consideró que esta área tiene un problema grave de salinidad provocado por la irrigación en exceso; o sea por el mal uso del agua, ya que ésta es

normal en su calidad con fines de riego y el suelo resultó que ya era salino *in situ*; el cual ha evolucionado hacia un suelo Solonchak. La interpretación de los resultados encontrados en los pozos de observación agrológica mostraron que; el porcentaje de Sodio intercambiable (PSI) fue considerado como tóxico para las plantas; el pH resultó moderadamente alcalino influenciado por el Na; el contenido de materia orgánica fue bajo, encontrándose valores que van de 0.03 a 1.51%; la textura se clasificó como arcillosa a pesar de presentarse algunas muestras donde las partículas estaban floculadas; la conductividad eléctrica fue alta, lo cual hace que los cultivos se vean restringidos en su rendimiento.

Núñez (1987), realizó un trabajo de fertilidad del suelo de la zona de temporal # 3 "La Estancia" en Yahualica, basándose en resultados obtenidos directamente en el campo y apoyándose en datos de laboratorio. Presentó que esta área se caracteriza por la predominancia de suelos delgados, incipientes, con profundidades menores a 50 cm, pedones formados sobre materiales muy compactos e impermeables entre los que predominan los basaltos en primer término y en proporción igual las tobas volcánicas, areniscas o tepetates y material petrocálcico; texturalmente los suelos se caracterizan por presentar texturas medias (francas) en su horizonte superficial; el 70% corresponden a franco, franco-arcilloso o franco-arenoso y sólo un 30% aprox. corresponden a tipos de suelo arcilloso; el pH refleja condiciones excelentes desde el punto de vista de fertilidad, sólo el 1% de los suelos presentan condiciones de acidez; la capacidad de intercambio catiónico se manifestó muy encima del nivel mínimo capaz de ser considerado como limitante, variando desde 27 hasta 87 meq/100 gr de suelo; el Potasio deficiente no se presenta en estas localidades, las cifras obtenidas se mantienen alrededor de 1 meq/100 gr de suelo; el Aluminio tóxico no puede ser una limitante en esta zona, dado que predominan pH neutros y alcalinos; la fijación de Fósforo por Hierro si se manifiesta, desde el punto de vista del color que presentan (mayor de 5YR) así como de su textura granular.

Curriel (1989), mediante la metodología de Buol et al. (1975) realizó un análisis de la fertilidad actual del Valle de Zapopan y encontró que el 79% de los suelos son de textura franco-arenosa, otro 21% son de textura arenosa; el 98% de la superficie presenta acidez como consecuencia de la lixiviación de bases, estableciéndose que por esta misma causa, los contenidos de Aluminio están alcanzando niveles que pudieran considerarse como tóxicos; la capacidad de intercambio catiónico en la mitad de los suelos es baja.

Varela (1988), al respecto del Valle de Zapopan, encontró que el Aluminio intercambiable es la principal causa de acidez en los suelos, debido probablemente en que el material de origen es bajo en contenido de bases y la capacidad de intercambio catiónico es escasa y a que la poca cantidad de arcillas existentes en los suelos son de tipo caolínico.

El promedio de materia orgánica es de 2.55%, pero el 44% de las muestras presentan valores menores del 2%; por lo tanto se recomienda la aplicación de materia orgánica y cal en forma conjunta.

Casillas (1988), en su estudio de la disponibilidad de Fósforo en suelos regosol en Zapopan, expuso que no existe relación entre el P disponible y el Ca intercambiable, ya que los fosfatos de Calcio utilizados como fertilizante, cambian rápidamente a otras formas no cálcicas (aluminicas y/o férricas) y los fosfatos de calcio provenientes del material madre son mínimos en estos suelos, de acuerdo a su origen volcánico. La disponibilidad de P en estos suelos está principalmente relacionada con el contenido de N y Fe, debido a la formación de un compuesto con estos dos elementos. Por lo que este fosfato se constituye en una fuente de Fósforo para la planta. La principal pérdida de P se debe a la precipitación de fosfatos insolubles en Aluminio.

Ríos (1988), señaló también que en el referido Valle de Zapopan, la arcilla que presentan estos suelos es baja con un contenido del 12% y la arena con un 64% lo que contribuyó a aumentar la erodabilidad y a no formar agregados estables; el factor de erodabilidad resultante fue de .491 en promedio lo que es alto, dado que esto manifiesta su facilidad a erosionarse independientemente a los otros factores que intervienen en la erosión.

Barrera (S.F.), en la agrupación que hizo de los suelos del municipio de Ocotlán los separó en 3 unidades, donde la mayor parte de la superficie esta cubierta por suelos vertisol, también se encuentra faeozem y luvisol ocupando áreas reducidas (9% y 3.5% respectivamente). Las principales características de los vertisoles son la elevada proporción de arcillas; alta capacidad de intercambio catiónico; alto porcentaje de saturación de bases; pH de neutro a moderadamente alcalino; bajos contenidos de materia orgánica que originan una deficiencia de Nitrógeno; el Potasio, Calcio y Magnesio se encuentran en cantidades adecuadas para la mayoría de los cultivos.

Acosta y Martínez (1988), en su trabajo de conservación de suelos por medio de la utilización de leguminosas como coberturas vegetales y abono verde, muestrearon y analizaron los tipos de suelos de la parte central del estado (Tlajomulco y Zapotlanejo) los cuales resultaron pobres en materia orgánica, con un pH ácido, textura ligera y bajos en N y P.

De acuerdo con lo anterior se observa que las condiciones de fertilidad del suelo se están manifestando en Jalisco; al grado que en algunos municipios llegan a representar serias limitantes en la productividad agrícola.

Por lo tanto, resulta de suma importancia conocer el inventario en forma más detallada de estas condiciones, no sólo en la zona Centro que es donde están más enfocados los estudios actualmente, sino también de aquellas zonas potencialmente productivas que no cuentan con información y de zonas medianamente productivas que requieren mayor atención a este respecto.

IV. DESCRIPCION DEL AREA DE ESTUDIO

4.1. Localización

Jalisco se encuentra en el occidente de la República Mexicana, en la costa del Pacífico, con una extensión territorial de 78,890.071 km² dividida en 124 municipios (v.fig.2). Se localiza dentro del cinturón tropical entre los paralelos 18°N y 23°N y entre los meridianos 101°W y 106°W. Limita al norte con los estados de Nayarit, Durango, Zacatecas y Aguascalientes; al este con San Luis Potosí y Guanajuato; al sureste con Michoacán y al sur con Colima (v.fig.1) El río Ameca sirve de límite con el estado de Nayarit; el río Lerma, con el estado de Michoacán; el Tuxpan y el Cihuatlán (Coahuayana), con Colima.

Jalisco representa el 4.01% de la superficie del territorio nacional y ocupa el sexto lugar en extensión, comparado con el resto de los estados de la República.

4.2. Fisiografía

En Jalisco confluyen cuatro provincias fisiográficas: La Sierra Madre Occidental, La Mesa Central, El Eje Neovolcánico y La Sierra Madre del Sur (v.fig.3). Las dos primeras están ubicadas al norte del río Lerma-Santiago mientras que, el Eje Neovolcánico y La Sierra Madre del Sur se localizan al sur de dicho sistema (v.fig.3).

La Sierra Madre Occidental o región de Los Cañones corresponde a un área intensamente disectada por el río Santiago y los afluentes de su margen derecha. Los profundos cañones de éstos últimos corren de forma más o menos paralela de Norte a Sur, separados por serranías alineadas en el mismo sentido.

La Mesa Central o región de Los Altos tiene el aspecto de una plataforma inclinada en el sentido NE-SW, desde las llanuras de Ojuelos, situadas a 2200 m de altitud hasta las de Tepatitlán que se encuentran a 1600 m. Macizos montañosos aislados llegan a medir hasta 2700 m sobre el nivel del mar.

El Eje Neovolcánico se puede caracterizar como una gran masa de rocas volcánicas de todos tipos, acumuladas en innumerables y sucesivos episodios volcánicos. La integran sierras, coladas lávicas, conos dispersos o en enjambre, escudo-volcanes de basalto y depósitos de arena y cenizas dispersos entre llanuras. Presenta una serie de depósitos lacustres antiguos o actuales, situados entre Guadalajara, Ameca, Cd. Guzmán y Jiquilpan. Son notables los vasos de Chapala, Sayula y Zacoalco. Además incluye las montañas más altas de México (volcanes). Para nuestra área se mencionan el Nevado (4300 m) y el Volcán de Colima (3886 m) (v.fig.5). La mayor parte de los amplios valles que se intercalan entre estas montañas tienen altitudes cercanas a los 2000 m.

La Sierra Madre del Sur esta representada por sierras en las costas de Jalisco y Colima, pequeñas planicies costeras en el litoral del Pacífico y por una discontinuidad fisiográfica de la Depresión del Balsas (SARH, 1984).

4.3. Geología

Los tipos de roca que predominan en la superficie de las provincias fisiográficas son las siguientes:

Sierra Madre Occidental. Dominan en casi toda la superficie de la Provincia las rocas ígneas extrusivas del Terciario, del tipo de las riolitas, basaltos, tobas y brechas volcánicas, presentándose algunas áreas pequeñas de conglomerados también del mismo período; en importancia continúan las áreas sedimentarias aluviales y residuales del Cuaternario que están formando el piso de los valles y cuencas. Finalmente se localiza un área en la parte norte con rocas sedimentarias del Cretácico, al occidente de Mezquitic, que serían del tipo clásticas-químicas como las calizas interestratificadas con lutitas.

Mesa del Centro. De esta provincia sólo toca una pequeña porción al estado de Jalisco. La dominancia superficial en tipos de roca la tienen las ígneas extrusivas del terciario: Riolitas, Tobas y Brechas volcánicas, en segundo lugar y casi con la misma importancia en cuanto al área que cubren están los Sedimentos del Cuaternario y las Rocas sedimentarias del Terciario como areniscas, conglomerados y pequeñas áreas de calizas cretácicas; al oriente de Lagos de Moreno se localiza un área importante donde afloran rocas ígneas intrusivas del Terciario: granito, granodiorita, diorita y sienita, alrededor de esta intrusión granítica, se presentan afloramientos de rocas metamórficas del Triásico, del tipo de filitas, pizarras y esquistos.

Eje Neovolcánico. Esta es la provincia geológica de mayor ocurrencia en la superficie del Estado, dominan el área las rocas ígneas extrusivas del Terciario y algunas del Cuaternario, producto de la gran actividad volcánica que atravesó al país de este a oeste a la altura de los paralelos 20° y 21° N y dio origen a finales del Mesozoico y principios del Cenozoico a esta provincia; al terciario pertenecen las riolitas, andesitas, basaltos, tobas y brechas volcánicas distribuidas por casi toda la zona, del Cuaternario se presentan basaltos, andesitas, riolitas, cenizas, tobas y brechas volcánicas más recientes. El segundo lugar en importancia superficial lo ocupan los sedimentos aluviales, residuales y lacustres del Cuaternario y que están rellenando todos los pisos del valle y planicies lacustres de la provincia, destacan la ribera NE del Lago de Chapala y la zona de Ameca como las de mayor extensión; hacia la parte Oeste de la provincia se presentan afloramientos de poca extensión de intrusivas ígneas del Cretácico sobre todo granitos y granodioritas; hacia el Sur hay un área cercana a Tecolotlán al SE de rocas sedimentarias Cretácicas como calizas, yeso y algunas lutitas y areniscas.

Sierra Madre del Sur. Segunda en importancia superficial en el Estado, esta provincia está dominada por grandes macizos ígneos intrusivos del Cretácico y algunos del Terciario, constituidos por granitos dioritas, granodioritas, gabros y diabasas fundamentalmente; son importantes también las extrusivas tales como riolitas, basaltos, tobas, brechas y cenizas hacia la porción Oriental; los sedimentos aluviales, residuales y litorales destacan en las zonas cercanas a la costa y en los deltas de los ríos principales como Tomatlán y Ameca y en algunos valles intramontanos como Talpa y Mascota; de menor importancia y esparcidas por la zona aparecen pequeñas áreas de roca sedimentarias como lutitas, calizas, conglomerados y areniscas del Cretácico, Terciario y Cuaternario; por último hay que resaltar que en esta provincia se localizan las rocas más antiguas del Estado, representadas por afloramientos metamórficos del Jurásico, tales como esquistos y gneisses en el área S y SE de Pto. Vallarta, NW de Mascota, W de Talpa de A. y NE de Tecalitlán.

El estado de Jalisco está dominado geológicamente por materiales más o menos recientes, en su mayoría rocas ígneas extrusivas del Terciario, teniendo importancia la gran área intrusiva de la región de la Sierra Madre del Sur y los sedimentos cuaternarios distribuidos a través de casi todo el territorio (SARH, 1984).

4.4. Hidrología

El centro de Jalisco, junto con el norte de Michoacán, conforman la región más rica en lagos permanentes interiores de todo el territorio nacional. Ahí abundan cuerpos de agua de todos tamaños, profundidades y estados evolutivos (Rzedowski, 1983). Una gran parte del estado pertenece a la cuenca del Lerma-Santiago (v.fig.6), este sistema drena toda la Región de los Cañones, casi toda la de los Altos y la mayor parte de las Cuencas Centrales. Una pequeña zona al sur del estado correspondiente a la Región Montañosa y Declives del Pacífico, forma parte de la cuenca del río Balsas a través del río Tepalcatepec. El resto del estado es drenado al Océano Pacífico a través de ríos de menor importancia, los ríos Ameca y Armería. Los lagos de Sayula, Zacoalco y algunos más forman pequeñas áreas de drenaje endorreico en la región de las Cuencas Centrales. Igualmente sin desaguar al mar queda la región de Ojuelos, en el extremo noreste del estado (Rzedowski y McVaugh, 1966).

4.5. Clima

El Trópico de Cáncer marca una línea de transición aproximada entre el clima árido que prevalece hacia el norte y el clima húmedo y semihúmedo del sur. El régimen de lluvias de verano tiene también una estrecha relación con las latitudes próximas al trópico (Rzedowski, 1983).

En las zonas montañosas es común encontrar que las áreas cercanas en ocasiones difieren entre sí en forma muy drástica, no sólo en cuanto a la temperatura, sino también en lo que concierne a la humedad y a otros factores del clima.

La variada topografía del estado se refleja en la gran diversidad de climas. Jalisco está ubicado cerca del ecuador térmico y por otra parte, en la cumbre del Nevado de Colima se alcanza el límite de la vegetación arbórea; y aunque faltan los climas francamente húmedo o francamente árido, se presentan todas las situaciones intermedias. Más que estaciones térmicas, se presentan dos estaciones hídricas muy bien definidas. Mayo o junio son comúnmente los meses más calientes y enero el más frío (Rzedowski y McVaugh, 1966). La zona con menor precipitación es la que se localiza al extremo nororiental, donde llueve menos de 500 mm (ca. 385 mm) en promedio anual (McVaugh, 1983). Las fajas más húmedas están situadas en algunas sierras cercanas a la costa con precipitación mayor a los 1500 mm. La lluvia cae en promedio de mediados de mayo a mediados de octubre. Este tipo de régimen propicia una estación seca que varía de cinco a ocho meses. En la época húmeda las lluvias suelen ser de tipo torrencial y de duración corta, generalmente por las tardes. Con relación a la humedad atmosférica relativa, en la franja costera y las montañas cercanas se han registrado valores superiores a 75% en promedio anual. Hacia el extremo noreste, la media anual es solamente de 50 %. En el resto del territorio se dan valores intermedios (Rzedowski y McVaugh, 1966).

Según el sistema de Köppen de clasificación de los climas en Jalisco se presentan básicamente tres de los tipos fundamentales. De los climas calientes y húmedos (A), el Aw, con larga temporada seca se presenta en la zona costera y en la parte más al sur del Estado. De los climas secos (B), se presenta el clima seco estepario (BSw) con la época lluviosa en el verano, en el extremo más al norte del Estado y en el extremo oeste. De los climas templados y húmedos (C), característico de las zona montañosas mexicanas, el Cw, con la temporada lluviosa en la época caliente del año, se presenta en casi toda la parte central del Estado. (v.figs.4 y 8).

4.6. Suelos

En el estado de Jalisco los suelos son de una gran diversidad, hecho que se explica si consideramos sus características litológicas, topografía y clima, por mencionar algunas de las más importantes.

Los suelos son en su mayoría de origen *in situ* y aluvial, predominan los Regosoles, Cambisoles, Luvisoles y Faeozems (v.fig.7).

Las Unidades de Suelos más importantes en cuanto a la superficie que ocupan son: Los Regosoles que cubren aprox. el 28% del territorio estatal y los Faeozems que ocupan cerca del 23% (SARH, 1984).

Se pueden mencionar un sinnúmero de Unidades de menor importancia en cuanto a superficie, que no en cuanto a relevancia económica, como son los Planosoles, Litosoles, Cambisoles, Vertisoles, Luvisoles, Xerosoles, Fluvisoles, Andosoles, etc. (v. cuadro 2 y 3).

Las características de las Unidades y Subunidades de Suelos más importantes en el Estado son las siguientes:

Regosoles

Son suelos con poco o escaso desarrollo, que provienen de materiales no consolidados descansando sobre la roca dura subyacente, sin horizontes de diagnóstico, excepto un horizonte A. En el Estado de Jalisco estos suelos ocupan aproximadamente el 28% de la superficie y se localizan prácticamente en todas las geoformas, fundamentalmente en las montañas de la Sierra Madre del Sur y Eje Neovolcánico.

Dentro de esta unidad se engloban tres subunidades: los Regosoles eútricos, dístricos y calcáricos.

Regosoles eútricos: esta subunidad cubre el 23.92% de la superficie estatal; son suelos de 0-17 cm, de color gris rojizo, de fertilidad baja a moderada y se les utiliza para diversos cultivos, entre ellos de gran importancia, el maguey tequilero. En esta subunidad se localizan dos fases: fase lítica y la de textura gruesa.

Regosoles dístricos: son suelos jóvenes de origen residual, descansando sobre rocas ígneas ácidas y están poco desarrollados. Son de color claro, somero pedregosos y de fertilidad baja. Se les localiza en las sierras altas y cubren el 4.32% del área de Jalisco (SARH, 1984).

Faeozems

Esta unidad de suelos ocupa el 23.29% del territorio de Jalisco y junto con los Regosoles son los suelos predominantes en el área, ocupando en conjunto el 51.58% de extensión. Se pueden observar en los alrededores de El Limón, Zacoalco de Torres y Ayotlán. Dentro de esta unidad se tienen dos subunidades, el Faeozem háplico y F. lúvico.

Faeozem háplico: son suelos profundos que presentan en la superficie una capa oscura, rica en materia orgánica y nutrientes. Se les encuentra en las mesetas y cuevas. Su fertilidad varía y depende en gran parte de su asociación con otros suelos y de la topografía. Son los suelos predominantes y ocupan el 23.29% del Estado y se presentan en dos fases: fase lítica y fase pedregosa (SARH, 1984).

Planosoles

Suelos formados generalmente en condiciones de topografía plana o depresiones con drenaje deficiente. Ocupan el 5.36% de la superficie de Jalisco. Se encuentran junto con suelos Xerosoles en la parte Noreste del Estado, en los municipios de Ojuelos, Lagos de Moreno, Encarnación de Díaz y San Juan de los Lagos. Dentro de esta unidad se incluyen tres subunidades, Planosoles eútricos, dísticos y mólicos.

Planosoles eútricos: son de origen aluvial y residual, son profundos y presentan debajo de la capa superficial un horizonte más o menos delgado, de color muy claro, casi blanco (horizonte E albico) menos arcillosos que los demás horizontes y es ácido, infértil e impenetrable. Es otro de los suelos predominantes en la región y ocupa el 5.36% del área. Presenta una fase durica.

Planosoles dísticos: son similares a los anteriores y presentan una capa blanca impermeable muy ácida e infértil. Se utilizan principalmente en actividades pecuarias y forestales (SARH, 1984).

Litosoles

Son suelos que están limitados en profundidad por una roca dura, continua y coherente dentro de los primeros 25 cm.

En el estado de Jalisco ocupan aproximadamente el 5% de su superficie. Son de origen residual y descansan sobre rocas ígneas. Son someros, de profundidad a 10 cm, limitados por roca, tepetate o caliche. Se presentan dentro de ellos los de fase lítica y los de textura media (SARH, 1984).

Cambisoles

Se refiere a los suelos cuyos cambios en color, estructura y consistencia, han tenido lugar debido al intemperismo in situ.

Ocupan el 5.52% del territorio estatal. Se encuentran principalmente en los municipios de Tomatlán, La Huerta, Bolaños, Gómez Farias, La Manzanilla y Jilotlán de los Dolores. Presentan las siguientes subunidades: Cambisoles crómicos, eútricos, húmicos, ferrálicos y dísticos.

Cambisoles crómicos: son de origen residual, asentados sobre rocas ígneas extrusivas ácidas. Son jóvenes, poco desarrollados y presentan en el subsuelo una capa que forma terrones. Son de color rojizo o pardo oscuro, con alta capacidad de retención de nutrientes, fertilidad moderada y desarrollo bajo climas templados y semicálidos. Dentro de esta subunidad se presenta la fase lítica.

Estos suelos son los que han sido cuantificados en su extensión y ocupan el 3.27% del área estatal.

Cambisoles eútricos: son similares a los anteriores sólo que presentan saturación de bases alta. También dentro de éstos se encuentra la fase lítica. Cubren una extensión del 2.25% de la superficie del Estado (SARH, 1984).

Vertisoles

Describe a los suelos que se invierten solos, es decir que el mismo suelo cae en las grietas que se forman al secarse el terreno.

Cubren el 4.29% de la superficie del Estado y se les encuentra en dos subunidades, Vertisol pélico y crómico.

Vertisol pélico: son suelos profundos, muy arcillosos, de color gris oscuro a negro; pegajosos en húmedo y muy duros y calizos en épocas de sequía, presentan grandes grietas profundas y en ocasiones anchas. Son suelos fértiles aunque con fuertes limitantes para el manejo mecanizado. En algunas zonas su uso es casi exclusivamente pecuario por la excesiva pedregosidad existente. Se presenta la fase pedregosa en esta subunidad.

Vertisol crómico: son de origen residual, asentados sobre areniscas y tobas. De color amarillento o pardo rojizo, muy arcillosos, muy fértiles y presentan fase pedregosa (SARH, 1984).

Luvisoles

Se refiere a los suelos lixiviados y con fuerte acumulación de arcilla. Estos suelos son también predominantes en el Estado, ocupan el 6.86% de su superficie. Se encuentran en las Sierras del Halo, Tigre y Tapalpa; llanos de Tepatitlán y en el Norte del Estado en los alrededores de Totatiche y Villa Guerrero. Presentan las subunidades; crómico, férrico y órtico.

Luvisol crómico: presenta enriquecimiento de arcilla en el subsuelo y es de color ladrillo o amarillo. Presenta fase lítica. Se encuentra en el 4.08% del territorio del estado.

Luvisol férrico: suelos que presentan manchas rojas de hierro en el subsuelo, es bastante ácido e infértil. Presenta fase lítica. Ocupa el 1.34% de la superficie del Estado.

Luvisol órtico: tiene enriquecimiento de arcilla en el subsuelo, es frecuentemente rojo o claro. La capa superficial suele ser blanda, de color oscuro, rica en materia orgánica y pobre en nutrientes.

Además de los suelos ya descritos se tienen otras unidades como Xerosoles, Acrisoles, Andosoles, Fluvisoles, Castañozems, Gleysoles, etc. que se encuentran en asociación con los descritos y con distintas subunidades y fases, se ubican en superficies muy pequeñas y se han englobado en conjunto, cubriendo un 18.9% del estado de Jalisco (SARH, 1984).

4.7. Vegetación

Rzedowski y McVaugh realizaron en 1966 un estudio de la vegetación de Nueva Galicia, de la cual Jalisco forma la mayor parte. En este estudio reconocieron 13 tipos de vegetación.

- Palmar
- Bosque tropical subdeciduo
- Bosque tropical deciduo
- Bosque espinoso
- Matorral subtropical
- Vegetación sabanoide
- Zacatal
- Matorral crasicaule
- Bosque de pino y encino
- Bosque mesófilo de montaña
- Bosque de oyamel
- Vegetación acuática
- Manglar

En Jalisco se presenta la mayoría de ellos (v.fig.9), sin embargo debido a la complicada topografía de muchas áreas, que tiene su fiel reflejo en la distribución de la vegetación, se recurrió con frecuencia a generalizaciones, en perjuicio de la precisión del mapa. En virtud de ello el haber cartografiado un determinado tipo de vegetación sobre una superficie definida no significa necesariamente que éste se extienda ininterrumpidamente en toda el área marcada, sino más bien es el que con mayor frecuencia puede encontrarse ahí (Rzedowski y McVaugh, 1966).

Cuadro 2.- Unidades y Subunidades de Suelos predominantes en el estado de Jalisco.

UNIDAD Y SUBUNIDAD	FASE	SUPERFICIE (Ha)	%
Regosol			
Regosol eútrico	Lítica	1 747 415.07	22.15
Regosol dístrico	Lítica	340 805.10	4.3
Regosol eútrico	Textura gruesa	139 635.42	1.77
Total			28.24
Faeozem			
Faeozem háplico	Lítica	1 308 786.27	16.59
Faeozem háplico	Pedregosa	324 238.19	4.11
Faeozem háplico	Textura media	204 325.28	2.59
Total			23.29
Planosol			
Planosol eútrico	Dúrica	422 850.78	5.36
Total			5.36
Litosol			
Litosol	Lítica	90 723.58	1.15
Litosol	Textura media	262 703.93	3.33
Total			4.48
Cambisol			
Cambisol crómico	Lítica	257 970.53	3.27
Cambisol eútrico	Lítica	177 502.65	2.25
Total			5.52
Vertisol			
Vertisol pélico	Textura fina	252 448.22	3.20
Vertisol pélico	Pedregosa	85 990.17	1.09
Total			4.29
Luvisol			
Luvisol crómico	Lítica	181 447.16	2.30
Luvisol crómico	Textura media	140 424.32	1.78
Luvisol férrico	Dúrica	113 601.70	1.44
Luvisol férrico	Textura media	105 712.69	1.39
Total			6.86
OTROS SUELOS (*)		1 491 022.34	18.9
CUERPOS DE AGUA Y ZONAS URBANAS		241 403.62	3.06
TOTAL		7 889 007.1	100.00

* En otros suelos se incluyen las siguientes unidades:

Xerosoles	Acrisoles
Chernozems	Andosoles
Rendzinas	Fluvisoles
Solonchaks	Castañozems
Gleysoles	

* Fuente: Dirección general de conservación del suelo y agua, SARH 1984.

Cuadro 3.- Principales Unidades de Suelos. Según el sistema FAO/UNESCO (modificado por DETENAL) existentes en Jalisco.

Acrisol		Luvisol	
Af	Acrisol férrico	Lc	Luvisol crómico
Ao	Acrisol órtico	Lv	Luvisol vértico
		Lo	Luvisol órtico
	Cambisol	Lf	Luvisol férrico
Be	Cambisol eútrico		Regosol
Bc	Cambisol crómico		
Bh	Cambisol húmico	Re	Regosol eútrico
Bd	Cambisol distríco	Rd	Regosol distríco
Bf	Cambisol ferrálico	Rc	Regosol crómico
	Chernozem		Andosol
Cl	Chernozem lúvico	Tm	Andosol mólico
Ch	Chernozem háplico	Th	Andosol húmico
		To	Andosol órtico
	Rendzina		Vertisol
E	Rendzina		
	Gleysol	Vp	Vertisol pélico
		Vc	Vertisol crómico
Gm	Gleysol mólico		Planosol
	Faeozem	We	Planosol eútrico
		Wm	Planosol mólico
Hh	Faeozem háplico		Xerosol
Hc	Faeozem calcárico		
Hl	Faeozem lúvico	Xh	Xerosol háplico
	Litosol	Xl	Xerosol lúvico
		Xk	Xerosol cálcico
I	Litosol		Solonchak
	Fluvisol		
Je	Fluvisol eútrico	Zo	Solonchak órtico
		Zg	Solonchak gléyico
	Castañozem		
Kl	Castañozem lúvico		
Kk	Castañozem cálcico		

V. MATERIALES Y METODOS

MATERIALES

* Archivo de análisis físico-químicos de suelos, realizados de 1984-1988 por el Laboratorio de Agrología de la SARH.

* Computador PC AT.

* Cartas Topográficas escala 1: 250 000 del estado de Jalisco y * Cartas Estatales de: climas, suelos, geológica y topográfica elaboradas por el Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática (INEGI).

Las Cartas Topográficas escala 1:250 000 son:

Escuinapa	F13-5
Zacatecas	F13-6
Guanajuato	F14-7
Aguascalientes	F13-9
Guadalajara	F13-12
Colima	E13-3
Manzanillo	E13-2-5
Pto. Vallarta	F13-11
Tepic	F13-8

METODOS

-Para obtener el índice de muestreo de suelos se empleó la metodología planteada por Cortéz y Malagón, de la Universidad de Bogotá, Colombia.

-Para definir las limitantes de fertilidad del suelo se utilizó el método de Capacidad- Fertilidad de Buol et al., de la Universidad de Carolina del Norte, USA.

PROCEDIMIENTO

El proceso de trabajo constó de 3 etapas.

Primera etapa

a) Revisión de literatura referente a: Clasificación de suelos y estudios Agrologicos principalmente en Jalisco. (Tesis), libros de texto especializados y consulta de folletos y boletines de difusión.

b) Los resultados de análisis físico-químicos de suelos de Jalisco efectuados de 1984-1988 por el laboratorio regional de suelos y apoyo técnico de la SARH, fueron condensados en formatos conteniendo los siguientes datos: localidad, municipio, fecha, % de arena, % de arcilla, % de limo, clasificación textural, materia orgánica, conductividad eléctrica, sodio int; potencial de hidrógeno (acidez o alcalinidad), profundidad, densidad real, densidad aparente, capacidad de campo, % de marchitez permanente, agua aprovechable, capacidad de intercambio catiónico, calcio int; potasio int; magnesio int; y por ciento de sodio intercambiable.

c) Se ubicaron sobre los mapas el número de muestras en las localidades de los municipios reportados, con el fin de determinar y conocer en forma rápida las áreas más o menos muestreadas del estado.

Segunda etapa

a) Se diseñó un archivo de base de datos con todos los campos anteriormente citados, cada municipio constituyó una base de datos).

b) A través de un programa de estadísticas se obtuvieron la desviación estándar y varianza, además de media, mediana y moda de los campos de: Arcilla, M.O; C.E; Na Int; pH, DA; CIC; Ca Int; Mg Int; K Int. y PSI con el objeto de conocer el grado de variación y dispersión de estos datos.

c) A partir de la media \pm la desviación estándar se obtuvo el rango de variación para cada campo (v.ap.2).

d) Los rangos obtenidos se compararon con los valores ya establecidos de los parámetros utilizados (v.cuadro 1).

Tercera etapa

a) De acuerdo al total de muestras de suelos reportadas en el periodo de 1984-1988 que fue de aprox. 15000 y divididas éstas entre la superficie del Estado que es de aproximadamente ocho millones de hectáreas, resulta un promedio de una muestra por cada 500 hectáreas; por lo tanto, se optó por seleccionar el criterio de índice de muestreo a nivel de reconocimiento o gran visión, el cual se basa en el número de muestras por cada 100 hectáreas agrícolas y presenta las siguientes categorías; Adecuado, Limitado e Insuficiente.

El Adecuado se refiere a una o más muestras por 100 hectáreas agrícolas, el limitado de 0.2-0.9 muestras por 100 hectáreas y el Insuficiente de menos de 0.2 muestras por 100 hectáreas.

b) Se observó en base a los datos revisados que el pH, arcillas y materia orgánica que son parámetros que están directamente relacionados con la fertilidad; son los que más información reportaron, por lo que se justifica la elaboración de mapas que muestren claramente la condición de éstos en el Estado.

c) Se vació la información obtenida (v.ap.2) al esquema de levantamiento de capacidad-fertilidad de Buol, con el objeto de conocer el Tipo y los Modificadores de la fertilidad de cada municipio. El criterio empleado para definir la Fertilidad es el siguiente:

Suelos de Fertilidad Alta son aquellos suelos Tipo Arcilloso (C) y Franco- Arcilloso (CL) que no presentan modificadores.

Los suelos de Baja Fertilidad son todos los Tipos con los modificadores "a" o "n" y los suelos de Fertilidad Media son todos los Tipos con algún modificador excepto el "a" o "n".

Los Tipos Arenoso (S) y Franco-Arenoso (SL) sin modificadores se consideran suelos de Fertilidad Media.

Cuadro 1.- RANGOS DE LOS PARAMETROS UTILIZADOS.

Arcilla (%) (método del hidrómetro de Bouyucos)

Textura gruesa: < de 18% de arcillas

Textura media: de 18-35% de arcillas

Textura fina: > de 35% de arcillas

Materia Orgánica (%) (método de Walkley-Black)

Pobre: < de 2%

Media: de 2-4%

Rico: > de 4%

Conductividad Eléctrica (mmhos/cm) (Solubridge^o)

No salino: < de 4

Salino: de 4-8

Muy salino: > de 8

pH (Potenciómetro)

Acido: < de 5.5

Lig. ácido: de 5.5-6.5

Neutro: de 6.5-7.5

Mod. alcalino: de 7.5-8.5

Fuer. alcalino: > de 8.5

Densidad aparente (gr/cm³) (método de la parafina)

Baja: < de 1.2

Media: de 1.2-1.6

Alta: > de 1.6

Porcentaje de Sodio Intercambiable (%) (Nomograma)

No sódico: < del 15%

Sódico: > del 15%

Capacidad de Intercambio Catiónico (meq/100 gr)

Muy baja: de 0-5
Baja: de 5-10
Mediana: de 10-20
Alta: de 20-30
Muy alta: > de 30

Calcio Intercambiable (meq/100 gr)

Muy bajo: de 0-2
Bajo: de 2-5
Mediano: de 5-10
Alto: de 10-20
Muy Alto: > de 20

Magnesio Intercambiable (meq/100 gr)

Muy bajo: de 0-.3
Bajo: de .3-1
Mediano: de 1-3
Alto: de 3-8
Muy alto: > de 8

Potasio Intercambiable (meq/100 gr)

Muy bajo: de 0-.2
Bajo: de .2-.3
Mediano: de .3-.6
Alto: de .6-1.2
Muy alto: > de 1.2

VI. RESULTADOS

En base a la investigación documental realizada y a la metodología empleada se obtuvieron los siguientes resultados.

Indice de Muestreo.

El indice de muestreo de suelos se obtuvo a nivel de reconocimiento, resultando los indices: Adecuado de 29.26%; Limitado de 43% e Insuficiente de 27.7% (v.fig.15).

El Eje Neovolcánico es el que presenta con mayor frecuencia estos indices de muestreo, sobre todo el Adecuado, esto debido principalmente a que: 1) De las 14330 muestras de suelos registradas un gran porcentaje de éstas fueron tomadas en la porción comprendida por esta provincia. 2) Que en esta provincia se localiza la mayor extensión agrícola del Estado (por ser la menos accidentada). 3) Existe disponibilidad de vías de acceso en la mayoría de los municipios que integran ésta y 4) Los Laboratorios de suelos y asistencia técnica (Agrología) se hallan ubicados en esta región.

Por otra parte las áreas menos muestreadas del Estado son las Sierras Madre Occidental y del Sur (v.ap.1) lo cual se debe quizá a razones contrarias a las anteriormente expuestas.

Diagnóstico de Parámetros asociados con la Fertilidad en el Estado.

Niveles de arcillas.

Suelos TIPO Arcilloso (C) y Franco-Arcilloso (CL).

En el estado de Jalisco, los suelos que contienen niveles altos de arcilla que representan un 32% de los municipios (v. fig. 11), se relacionan directamente con aquellos que derivan de depósitos lacustres y se localizan principalmente en la Cuenca del Lago de Chapala, comprende los municipios de La Barca, Chapala, Ixtlahuacán de los Membrillos, Jamay, Jocotepec, Juanacatlán, Ocotlán, Poncitlán, El Salto, Tizapán el Alto, Tuxcueca y Zapotlán del Rey.

En condición similar se encuentran los suelos de la Cuenca de la Laguna de Sayula entre ellos; Amacueca, Atoyac, Sayula, Techaluta, Teocuitatlán de Corona y Zacoalco de Torres.

La condición de niveles altos de arcilla se asocia también con suelos derivados de rocas ígneas extrusivas de tipo basáltico principalmente, como es el caso de algunos municipios de la zona Centro como son; Acatlán de J., Atengo, Cocula, Tecolotlán,

BIBLIOTECA ESCUELA DE AGRICULTURA

Tenamaxtlán y Tequila y de la zona de los Altos: Arandas, Atotonilco el A., Ayotlán, Degollado y Jesús María.

De la Sierra Madre del Sur sólo Jilotlán de D. y Quitupan. La fertilidad de estos suelos también va a depender en gran medida del tipo de arcilla que en ellos predomine, dado que la capacidad de intercambio catiónico varía en cada una de éstas.

Suelos TIPO Arenoso (S) y Franco-Arenoso (SL).

Los suelos que contienen niveles bajos de arcilla que representan también un 32% de los municipios (v.fig.11), se relacionan con aquellos que se derivan de rocas ígneas extrusivas ácidas como son Riolita, Pómez, Obsidiana, tobas y brechas volcánicas, esto ocurre principalmente en los municipios de Arenal, Atemajac de Brizuela, Ciudad Guzmán, Concepción de B. A., Chiquilistlán, Mazamitla, Tala, Tapalpa, Tlaquepaque, Tonalá, Venustiano Carranza y Zapopan.

En la Zona de los Altos; Encarnación de Díaz, Lagos de Moreno, Mexxicacan y Teocaltiche son de textura más gruesa debido en gran parte a los bajos índices de precipitación pluvial registrados en ésta.

De la Sierra Madre del Sur se registraron los municipios de Cabo Corrientes, Cuautitlán, El Grullo, Mascota y Talpa de A., así mismo, Tamazula, Tecalitlán, Tuxpan y Zapotiltic. Las texturas arenosas también se encuentran en la mayor parte de la Zona de la Costa y comprende los municipios de Cihuatlán, La Huerta (porción SE), Puerto Vallarta y Tomatlán.

Los municipios de Colotlán, Chimaltitán e Ixtlahuacán del Río de la Sierra Madre Occidental y Ojuelos presentan suelos con contenidos bajos de arcillas.

Suelos TIPO Franco (L).

Los suelos con niveles medios de arcilla que representan un 37% de los municipios (v.fig.11), generalmente son suelos de transición que ocurren en áreas con condiciones ambientales variables. Estos suelos se presentan en los municipios de la zona Centro; Aqualulco de M., Amatitán, Ameca, Antonio Escobedo, Ejutla, Etzatlán, Guachinango, Magdalena, San Marcos, San Martín Hidalgo, Teuchitlán, Tlajomulco, Villa Corona y Gómez Farias.

En la zona de los Altos en Acatic, Jalostotitlán, San Diego de Alejandría, San Juan de los Lagos, San Miguel el Alto, Tepatitlán, Tototlán, Unión de San Antonio, Villa Hidalgo, Yahualica y Zapotlanejo.

Otros municipios con suelos de textura media son: Cuquio, Hostotipaquillo, Huejuquilla el Alto, Mezquitic, San Cristobal de la Barranca, Sta. María de los A., Totatiche y Villa Guerrero localizados en la Sierra Madre Occidental.

Otra área con suelos de tipo franco esta comprendida en la

Castillo" que de acuerdo con Ortega 1983, estos suelos presentan una textura arenosa), Cuautitlán, Purificación, San Sebastián del Oeste, Tuxcacuexco y Unión de Tula. Así como también Pihuamo y Valle de Juárez.

Potencial Hidrógeno (pH).

pH Acido.

Los suelos que registran un pH ácido que representan un 17.8% de los municipios (v.fig.13), se relacionan directamente con zonas donde el material de origen esta constituido principalmente de rocas ígneas extrusivas ácidas y donde además el índice de precipitación pluvial es alto, como es el caso de Atenguillo, Guachinango, Mascota, San Sebastián del Oeste y Talpa de A.

Otra área representativa de suelos ácidos la constituye la zona centro del Eje Neovolcánico que incluye los municipios de Ahualulco del M., Arenal, San Marcos, Tala, Tenamaxtlán, Tequila, Teuchitlán, Tonalá y Zapopan, en estos últimos la característica de acidez está ocasionada quizá también por el mal uso que se hace de los fertilizantes de reacción ácida en ésta región.

Acatic y Jesús María de la zona de los Altos y Cuquío e Ixtlahuacán del Rio de la Sierra Madre Occidental presentan esta condición debido principalmente a la presencia de suelos de reciente formación con una baja acumulación de bases.

pH Ligeramente Acido.

Los suelos ligeramente ácidos que constituyen un 26.7% de los municipios (v.fig.13), se localizan en la región Centro del Eje Neovolcánico en la porción norte de Acatlán de Juárez, Amatitán, Ameca, Atemajac de B., Atengo, Ayutla, Ciudad Guzmán, Chiquilistlán, Etzatlán, Mazamitla, Mixtlán, San Martín Hgo. y Tlaquepaque.

De la región de los Altos los municipios de: Arandas, Atotonilco el A., Encarnación de Díaz, San Miguel el A., Tepatitlán, Yahualica y Zapotlanejo también presentan esta condición.

En la Sierra Madre del Sur existe otra porción comprendida por los municipios de Casimiro C., Cuautitlán y Villa Purificación. En la zona de la Depresión del Balsas en Tuxpan, Zapotiltic y Pihuamo.

En la región de la Costa sólo encontramos al municipio de La Huerta (quizá sólo en algunas localidades); de la Sierra Madre Occidental, Hostotipaquillo y Totatiche y de la Mesa Central sólo el municipio de Ojuelos.

pH Moderadamente Alcalino.

Los suelos de pH moderadamente alcalino que suman un 20.5% de los municipios (v.fig.13), se localizan más ampliamente en la Cuenca de la Laguna de Sayula donde se incluyen los municipios de Amacueca, Atoyac, Techaluta, Teocuitatlán de Corona y Sayula que registra valores de pH fuertemente alcalinos (1%).

Lo anterior se debe en gran parte a las condiciones de drenaje de la zona, clasificada como cuenca endorreica y por otro lado a que la evaporación excede a la precipitación pluvial de la región.

En la zona de los Altos, en algunas localidades de los municipios de Ayotlán, Jalostotitlán y Mexxicacán también se registra una condición de alcalinidad moderada debido en gran parte a los bajos valores de precipitación pluvial en esta zona.

De la zona Centro solo Antonio Escobedo, Tecolotlán y una porción de Villa Corona y Tlajomulco (Cajititlán) presentan esta limitante, los dos últimos por su origen lacustre principalmente.

En la Sierra Madre del Sur en la región de la Costa, Cihuatlán, Tomatlán y la porción sur oeste de Cabo Corrientes, se presenta también en algunas localidades de Jilotlán de D., Tecolotlán, Tuxcacuesco, Venustiano C. y Zapotitlán de Vadillo, esta condición se debe en gran parte a que en la mayoría de estos lugares, las altas temperaturas registradas hacen que la evaporación exceda a la precipitación pluvial, acumulándose de esta forma las sales en la capa superior del suelo.

De los municipios de la Sierra Madre Occidental se encuentran Colotlán, Chimaltitán y Villa Hidalgo que registran también altas temperaturas.

El 33.9% restante se refiere a los municipios que generalmente presentan valores de pH neutros (v.fig.13).

Niveles de Materia Orgánica.

En el estado de Jalisco, a excepción de los suelos de Acatlán de J., Antonio Escobedo, Atemajac de B., Concepción de B.A., Atengo, Chiquilistlán, Magdalena, Mazamitla, Tapalpa, Tenamaxtlán y Teuchitlán, Atenguillo, Guachinango, San Sebastián del O., Talpa de A., Acatic, Atotonilco, Tepatitlán, Tototlán, Amacueca, Atoyac, Techaluta y Tuxcueca; el resto de los municipios que representan aprox. un 85% del total del Estado, registran contenidos pobres de materia orgánica (v.fig.12) lo que manifiesta que gran parte de los suelos agrícolas del Estado están sujetos a una degradación biológica potencial, la cual podría agravarse en caso de no promover urgentemente prácticas agrícolas donde se incluya la incorporación de residuos de cosechas y se reduzca la quema de los mismos.

Con referencia a lo señalado por Ortíz Monasterio 1952-1954, de que los suelos de Jalisco no presentaban limitaciones por pH para la producción especialmente de maíz, se comprobó que en la actualidad aprox. 42.5% de los suelos del Estado presentan algún nivel de acidez. Cabe señalar que aprox. 38% de ese porcentaje, comprende municipios donde la limitante por suelos "ácidos" representa ya un serio problema para el desarrollo de algunos cultivos.

MODIFICADORES

Baja Capacidad de Intercambio Catiónico.

El modificador "e" que indica suelos con baja capacidad de intercambio catiónico ocurre sólo en los municipios de Tala y Zapopan (6%), en éste de acuerdo con Curiel 1988, la capacidad de intercambio catiónico es baja en la mitad de los suelos, lo que infiere una marcada lixiviación de bases. También se da localmente en Ameca y Mascota (comentario personal de Topete, 1991).

Los valores de materia orgánica y arcillas son bajos en la mayor parte de los suelos de estos municipios.

Acidez moderada.

El modificador "h" que refiere suelos con moderada acidez (24.1%) se manifiesta en la Sierra Madre del Sur en los municipios de Casimiro Castillo, Purificación, Pihuamo, Tecalitlán, Tuxpan y Zapotiltic.

De la región Centro del Eje Neovolcánico se encuentran Acatlán de J. (porción N), Amatitán, Atemajac de B., Atengo, Ayutla, Cd. Guzmán, Chiquilistlán, Etzatlán, Mixtlán, San Marcos, San Martín Hgo. y Tlaquepaque.

De la región de los Altos, los municipios de Arandas, Atotonilco el A., San Miguel el A., Tepatitlán, Yahualica y Zapotlanejo.

Otras pequeñas áreas de suelos con características de acidez son Hostotipaquillo, Totatiche y Ojuelos.

Toxicidad de Aluminio.

El modificador "a" que refiere toxicidad de Aluminio en el suelo (18.75%) se manifiesta más ampliamente en la Sierra Madre del Sur en los municipios de Atenguillo, Guachinango, Mascota, San Sebastián del Oeste y Talpa de A.

Esta condición también ocurre en Ahualulco de M., Ameca, Arenal, San Marcos, Tala, Tecalitlán, Tenamaxtlan, Tequila, Teuchitlán, Tonalá y Zapopan.

De la región de los Altos sólo en Acatic y Jesús María y en la Sierra Madre Occidental en Cuquío e Ixtlahuacán del Río.

Lamentablemente en los análisis fisico-químicos consultados, no se cuenta con el dato de Aluminio intercambiable, por lo que el modificador "a" se infirió en base a los valores de pH menores de 5.5 que se encontraron.

Salinidad.

El modificador "s" que sugiere suelos con problemas de salinidad para la mayoría de los cultivos (18.75%), ocurre marcadamente en la región de la cuenca de Sayula en los municipios de Amacueca, Atoyac, Sayula, Techaluta, Teocuitatlán de C. y Zacoalco de T.

Como ya fue señalado, esta región está reconocida como una cuenca endorreica en donde el agua que se acumula en el temporal de lluvias permanece ahí por no existir afluentes de salida hacia el mar y por lo tanto, en la época de estiaje la evaporación ocasiona que las sales que ahí se encuentran en solución queden depositadas en el horizonte superior del suelo, repitiéndose este fenómeno cada ciclo.

En la Sierra Madre del Sur esta condición se manifiesta en la localidad de "Las Paredes" en Autlán que de acuerdo con Sánchez (1987) tiene problemas de salinidad ocasionados por la irrigación en exceso.

Otra área con esta limitante comprende Cabo Corrientes (porción SW), Cuautitlán, Tomatlán, Antonio Escobedo, Tecolotlán, Tuxcacuesco y V. Carranza. Otros municipios con este modificador son Ayotlán, Mexticacán, Colotlán y Villa Hgo.

Sodicidad.

El modificador "n" que delimita suelos con problemas de Sodio (4%), se manifiesta en algunas localidades de los municipios de la Cuenca de la Laguna de Sayula, principalmente en Sayula, Teocuitatlán, Techaluta y Zacoalco de Torres.

En el ejido "Caimanero" en Ameca, que de acuerdo con Ruíz (1982) estos suelos sódicos son provocados en gran parte por el mal manejo de suelo y agua.

Cuadro 4.- Modificadores de la fertilidad de los suelos en los municipios del estado de Jalisco.

Combinaciones de Modificadores		CL	C	TIPO			Total
				L	SL	S	
Número de unidades de muestreo							
Salinidad	"s"	3	0	5	3	6	17
Acidez	"h"	1	4	13	0	9	27
Aluminio Tox.	"a"	2	1	9	1	5	18
Salinidad y Sodicidad	"sn"	1	2	1	0	0	4
Baja C.I.C. y Al Tox.	"ea"	0	0	1	0	2	3
Sin modificadores		9	12	12	1	8	42
TOTALES		16	19	41	5	30	111

Fertilidad

Los suelos de Fertilidad **Alta** (16.12%) se localizan en: Degollado, Ixtlahuacán de los Membrillos, El Salto, Jocotepec, Juanacatlán, Sta. María de los A., Tuxcueca, Ayotlán, La Barca, Cocula, Jamay, Jilotlán de los Dolores, Ocotlán, Poncitlán, Quitupan, Zapotlán del Rey, San Diego de Alejandría, Tecolotlán, Tizapán el Alto y Unión de Tula.

Los suelos de **Baja** Fertilidad (20.2%) se hallan en: Tenamaxtlán, Arenal, Ixtlahuacán del Río, Tecalitlán, Tonalá, Zapopan, Mascota, Tala, Talpa de A., Ameca, Jesús María, Tequila, Acatic, Ahualulco de M., Atenguillo, Cuquió, Ejutla, Guachinango, Teuchitlán, San Marcos, San Sebastián del O., Zacoalco de T., Sayula, Techaluta y Teocuitatlán de C.

Un 53.2% de los municipios presentan suelos de Fertilidad **Media**, de los cuales por su importancia económica en el Estado destacan; Amatitán, Casimiro Castillo, Tepatitlán, Yahualica, Zapotlanejo, Chapala, Tlajomulco, San Juan de los Lagos, Acatlán, Atotonilco, Lagos de Moreno, Pto. Vallarta y Tamazula. En el resto de los municipios (10.5%) se desconoce su fertilidad debido a que están nulamente muestreados (v.fig.14).

Cuadro 5.- Criterios para definir la fertilidad de los suelos en el estado de Jalisco.

FERTILIDAD	MODIFICADORES	TIPOS
ALTA	NINGUNO	C y CL
MEDIA	"s" "h" "e"	L
BAJA	"a" "n"	S y SL

VII. DISCUSION DE LOS RESULTADOS

De acuerdo a los factores que influyen en la fertilidad del suelo como son, lluvias, pH, contenido y tipo de arcillas y materia orgánica, se observa que las mejores tierras productivas del Estado se localizan en los Planovalles y Valles intramontanos que conforman el Eje Neovolcánico, principalmente en la región Centro del Estado, así como en los valles altos de la Sierra Madre Occidental.

Como factores modificadores se considera a la capacidad de intercambio catiónico, acidez, toxicidad por Aluminio y alcalinidad.

La alcalinidad es el factor menos limitativo por su magnitud, restringiéndose sólo a planos de inundación de la porción Central y una pequeña porción de la costa de Jalisco.

La acidez se manifiesta principalmente en la región de la Sierra Madre Occidental y Sierra Madre del Sur y en las serranías que se distribuyen en las diferentes regiones del Estado, adicionado a este fenómeno se tiene la toxicidad por Aluminio cuyo efecto tiene lugar bajo condiciones de pH menor a 5.5.

La mínima capacidad de intercambio catiónico se presenta en la porción Central del Estado en suelos arenosos cuarzosos.

Con relación a los datos de muestreo los suelos de mayor nivel de fertilidad se distribuyen principalmente en Planovalles donde se dan condiciones para la formación de suelos negros u oscuros, ricos en bases y la baja fertilidad ocurre preferentemente en todas aquellas regiones con suelos de montaña ó sujetos a un régimen de lavado de bases como son los suelos rojos de sierras y lomerios de las diferentes provincias fisiográficas del Estado.

Como limitantes del trabajo se pueden mencionar la falta de datos de localidades y de análisis completos de suelos, dado que la mayoría son generales y de fertilidad (cualitativos).

Los alcances del estudio cumplen los objetivos propuestos además señalan la necesidad de una mayor densidad de muestreo, sobre todo de regiones de potencial agrícola que durante el trabajo, resultaron con una baja frecuencia de muestreo.

Finalmente se estima que la información generada es suficiente para crear un programa básico de muestreo y referencia de los niveles de fertilización de los suelos del estado de Jalisco.

VIII. CONCLUSIONES

De acuerdo con la metodología empleada y en base a los resultados obtenidos, se menciona lo siguiente:

1.- El índice de muestreo de suelos es Adecuado a nivel de reconocimiento solamente en un 29.5% de los municipios de Jalisco.

2.- Textualmente los suelos de Jalisco son Francos (38%), Arenosos (26.5%), Arcillosos (17.9%), Franco-Arcillosos (14.1%) y Franco-arenosos (4.71%).

3.- El 85% de los suelos agrícolas del estado de Jalisco, contienen pobres cantidades de materia orgánica, lo que manifiesta una degradación biológica potencial.

4.- Las principales limitantes de la fertilidad de los suelos en Jalisco son: deficiencia de materia orgánica (85%); acidez moderada (25.5%) y Toxicidad por Aluminio (17%).

5.- La capacidad de intercambio catiónico de la mayor parte de los suelos de los municipios de Jalisco, se manifestó por encima del nivel mínimo capaz de ser considerado como limitante.

6.- Los suelos con problemas de Sodio sólo se presentan en los municipios aledaños a la Cuenca de la Laguna de Sayula. Sin embargo es importante considerar que los suelos con problemas de concentración de sales (modificador "s"), están expuestos a un proceso de Sodificación en caso de no aplicarse oportunamente las medidas adecuadas.

7.- El nivel de Fertilidad de los suelos en Jalisco es: Medio (53.2%), Bajo (20.2%), Alto (16.12%) y Desconocido por falta de muestreo (10.48%).

IX. BIBLIOGRAFIA

- México. Secretaría de Programación y Presupuesto. 1981. Síntesis Geográfica del estado de Jalisco. México DF.
- Universidad de Guadalajara. 1984. Instituto de Geografía y Estadística. Plan Municipal de Desarrollo Urbano. Jalisco, México.
- Secretaría de Gobernación. 1988. Los Municipios de Jalisco. Colección Enciclopedia de los municipios de México.
- Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos. 1984. Inventario de los diferentes grados de afectación por erosión en el estado de Jalisco mediante imágenes de Satélite escala 1: 250 000. Subsecretaría de Agricultura y Operación y Dirección Gral. de conservación de suelo y agua.
- Buol, S. W; P. A. Sánchez, R. B. Cate, Jr. y M. A. Granger. 1975. Clasificación de suelos en base a su fertilidad. Manejo en la América Tropical, North Carolina State University, Raleigh.
- Cortéz, L. A. y Malagón, C. D. (S.F.). Los levantamientos agrológicos y sus aplicaciones múltiples. Universidad de Bogotá "Jorge Tadeo Lozano". Bogotá, Colombia.
- Curiel, B. A. 1983. Manejo de suelos y aplicación de fertilizantes. Orientado a Jalisco, Colima y Aguascalientes, INCA Rural Jalisco, México.
- Curiel, B. A. 1989. Degradación actual y potencial de los suelos agrícolas de Zapopan, Jal. Tesis Maestría. Facultad de Agronomía, U. de G. Jalisco, México.
- Casillas, R. M. de la C. 1988. Disponibilidad de fósforo en suelos regosol de Zapopan, Jal. Tesis de Licenciatura. Facultad de Agronomía, U. de G. Jalisco, México.
- Guerrero, de la C. J. J. 1988. Clasificación de suelos en el ejido "Cofradía de la Luz" en Cocula Jal. Tesis de Licenciatura. Facultad de Agronomía, U. de G. Jalisco, México.
- Laird, R. J. 1977. Investigación agronómica para el desarrollo de la agricultura tradicional. Colegio de Postgraduados. Chapingo, México.
- Núñez, C. R. 1987. Clasificación de la fertilidad del suelo de la zona de temporal No. 3 "La Estancia" en Yahualica Jal. Tesis Licenciatura. Facultad de Agronomía, U. de G. Jalisco, México.

- Ortega, A. R. 1983. Clasificación pedológica de los suelos del ejido "Casimiro Castillo" Jal. Tesis Licenciatura. Facultad de Agronomía, U. de G. Jalisco, México.
- Ortiz Monasterio, R. 1956. Los Recursos Agrológicos de la República Mexicana. Dirección de Aprovechamientos Hidráulicos de la Secretaría de Recursos Hidráulicos. México.
- Padilla, S. R. y J. M. Arreola R. 1963. La Reforma Agraria y el Plan Jalisco.
- Ríos, F. J. 1988. Erodabilidad de los suelos del Valle de Zapopan Jal. Tesis Licenciatura. Facultad de Agronomía, U. de G. Jalisco, México.
- Ruiz, V. H. R. 1982. Estudio de la salinidad en los suelos del ejido "El Caimanero" en Ameca Jal. Tesis Licenciatura. Facultad de Agronomía, U. de G. Jalisco, México.
- Rzedowski, J. y McVaugh, R. 1966. La Vegetación de Nueva Galicia. Contributions from the University of Michigan Herbarium, tomo 9 No.1, Michigan.
- Rzedowski, J. 1987. Atlas Cultural de México: Flora. Secretaría de Educación Pública e Instituto Nacional de Antropología e Historia. Grupo Editorial Planeta, México.
- Sánchez, S. F. 1987. Clasificación de los suelos por su contenido salino en el ejido "Las Paredes" en Autlán Jal. Tesis Licenciatura. Facultad de Agronomía, U. de G. Jalisco, México.
- Tamhane, R. V; Motiramani, D. P; Bali, Y. P. 1978. Suelos: su química y fertilidad en zonas tropicales. Diana, México.
- Tavera y S. G. G. 1985. Criterios para interpretación y aprovechamiento de los reportes de laboratorio para las áreas de asistencia técnica. Sociedad Mexicana de la Ciencia del Suelo, Delegación Laguna. Serie Temas Didácticos. Publicación No. 3
- Varela, C. M. A. 1988. Degradación química de los suelos del Valle de Zapopan Jal. Tesis Licenciatura. Facultad de Agronomía, U. de G. Jalisco, México.

GLOSARIO

Acidez; medida de la actividad de los iones Hidrógeno y Aluminio en un suelo húmedo (suelos lavados). Consecuentemente la superficie de estos suelos lixiviados tienen valores bajos de pH.

Acuico; régimen de humedad que generalmente el suelo está saturado con agua y se encuentra más o menos libre de oxígeno (efecto de reducción).

Alcalinidad; reacción básica cuyo pH es mayor de 7; este efecto puede presentarse cuando las condiciones generales son apropiadas para la acumulación de sales en el suelo

Alófono; geles alumino-silicatados que constituyen uno de los grupos de materiales amorfos más comunes presentes en los suelos. La relación Si-Al tiene un valor entre 1 y 2.

Aluviones; sedimentos depositados por corrientes de agua, con partículas de tamaños muy variables, tienen texturas medias o finas.

Andesita; roca ígnea extrusiva, su composición ($\text{SiO}_2 > 65\%$) compuesta esencialmente de Plagioclasas.

Arcilla; partícula mineral del suelo de tamaño menor a 0.002 mm que tiene la propiedad de retener los elementos nutritivos alrededor de sus partículas evitando de esta manera que sean lavados, manteniéndolos disponibles en la zona radicular de las plantas.

Arena; fragmento de roca o mineral que tiene un diámetro de 0.2-2 mm.

Arena migajonosa; Es un suelo que contiene mucha arena pero también tiene suficiente limo y arcilla para hacerlo coherente. Los granos individuales de arena pueden ser fácilmente vistos y sentidos.

Arenisca; roca clástica sedimentaria, se forma a la cercanía de los caudales de los ríos "aluviales"; eólicas, formadas en temperaturas extremas (desiertos), compuesta esencialmente de cuarzo, feldespato, mica y calcita.

Arido; zona donde la precipitación anual es menor que la evapotranspiración.

Basalto; roca ígnea de grano fino compuesta por Plagioclasa, augita y magnetita pudiendo contener olivino.

Caliza; carbonatos de calcio muy frecuentes en la naturaleza.

Caolinita; es el tipo más simple de los minerales de arcilla, esta formada por una lámina de hidroxido de Aluminio y otra de tetraédros de silicio en la cual cada oxígeno apical de esta última reemplaza a un grupo hidroxílico de la lámina de hidroxido de Aluminio y forma lo que se conoce como estructura del tipo 1:1.

Capacidad de intercambio catiónico; es una propiedad química de los suelos que se refiere a la habilidad de éstos para retener e intercambiar iones cargados positivamente situados sobre las superficies coloidales. En este proceso se da una sustitución isomórfica, cargas de aristas, disociación de H⁺. Las fuerzas de intercambio dependen de la carga o valencia de los cationes, el radio iónico y la concentración de iones. Sus unidades son meq/100 gr de suelo.

Cartografía; arte de trazar mapas (descripción simbólica y a escala de una zona en estudio).

Cationes intercambiables; se les define como aquellos iones que son removidos por el efecto de sales neutras. Los cationes intercambiables en suelos agrícolas casi siempre son sustituidos Ca⁺² > Mg⁺² > K = Na, esto quiere decir por el número de valencia o por su peso o concentración; estos iones son fácilmente manejables mediante encalados, irrigación, acidificación. El Al³ intercambiable es característico de suelos ácidos aunque rara vez es el catión predominante. Sus unidades son meq/100 gr de suelo.

Conductividad eléctrica; es la facilidad que tienen algunas sustancias de transportar electrones de un electrodo a otro y establecer así una corriente eléctrica.

Densidad aparente; es el peso por volumen de las partículas sólidas de un suelo y del aire contenido en los poros existentes entre las partículas de ese suelo. Una aplicación práctica de este valor se encuentra en la fórmula para el cálculo de la lámina de riego.

Densidad real; es la masa (o peso) de una unidad de volumen ocupado totalmente por partículas sólidas de un suelo. Se le llama también densidad de las partículas.

Edafología; estudio de las relaciones entre el suelo y los organismos, incluyendo el uso de las tierras por el hombre.

Encalado; práctica agrícola que consiste en adicionar bases para corregir acidez.

Erodabilidad; grado de resistencia que opone el suelo a ser erosionado.

Erosión; remoción de materiales de la superficie terrestre por intemperización.

Esquisto; roca de textura pizarrosa.

Fertilidad; capacidad que tiene un suelo para suministrar a los cultivos los elementos necesarios para su crecimiento y desarrollo.

Fisiografía; descripción de la tierra y de los fenómenos que en ella se producen.

Floculación; vocablo aplicado a la coagulación de las partículas dispersas, recalcando que la floculación no es granulación.

Franco; suelo que tiene la mezcla ideal de las proporciones de arena, limo y arcilla.

Franco arcilloso; suelos moderadamente pesados.

Franco arenoso; suelos de textura media.

Gneiss; roca metamórfica de estructura sólida y su composición es esencialmente feldespatos (albita) y micas (moscovita y biotita).

Granito; roca ígnea intrusiva que contiene SiO_2 (> de 65%) y su componente esencial es el cuarzo, feldespatos potásicos "ortoclasas" plagioclasas "albita" y oligoclasa.

Horizonte; material relativamente uniforme que se extiende continua o discontinuamente en la unidad pedológica, corre aproximadamente en forma paralela a la superficie del terreno y difiere de los horizontes relacionados con él mismo en muchas propiedades físicas, químicas y biológicas.

In situ; en el lugar.

Limo; partícula mineral cuyo diámetro se encuentra en el rango de .02-.002 mm.

Lixiviación; remoción de materiales de suelos tanto en solución como en suspensión, a perfiles inferiores.

Materia orgánica; cualquier sustancia de origen orgánico, vivo o muerto.

Ped o pedón; agregado natural de un suelo que ocurre naturalmente como un gránulo o un prisma.

pH del suelo; característica química de los suelos que tiene como finalidad la de ser un indicador de la presencia de nutrientes disponibles para las plantas.

En la relación de disponibilidad de macro y micronutrientes se presenta una baja disponibilidad de éstos en pH muy ácidos y/o alcalinos, siendo inexistente este problema cuando tenemos valores

de 6.5-7.5 (neutro) que es cuando existe un equilibrio en los elementos químicos, evitándose que exista fijación, antagonismo y sinergismo en la solución nutritiva natural del suelo.

Riolita; roca ígnea extrusiva con mayor del 65% de SiO₂, ocurre bajo condiciones de baja presión y altas temperaturas, sus componentes esenciales son el cuarzo, feldespatos alcalinos, componentes secundarios como; cristal, biotita, albita y magnetita.

Salinidad; proceso de acumulación de sales en el suelo.

Sodificación; proceso por el cual se aumenta el contenido de Sodio intercambiable en el suelo.

Solonchak; suelos salinos con elevado contenido de sales en alguna de sus capas. No son agrícolas en esas condiciones; requieren lavados intensos para destinarlos a pastizales de especies resistentes a la salinidad; son muy permeables.

Suelo; es un cuerpo natural que presenta perfiles definidos y que está formado por una mezcla variable de minerales intemperizados y distribuidos y de materia orgánica en descomposición que proporciona un soporte mecánico para las plantas y que en condiciones adecuadas es la fuente principal de nutrientes para las mismas, presenta dos tipos de características y propiedades bien definidas, pero muy interrelacionadas, Físicas y Químicas.

Suelo fértil; aquel suelo que puede brindar a la planta los nutrientes que sean requeridos.

Suelo franco; o de migajón, es el que tiene la mezcla ideal de las proporciones adecuadas de arena, limo y arcilla; es esponjoso aún cuando presenta cierta rigidez, suavidad y plasticidad; si se aprieta en la mano cuando está seco forma un terrón que se puede manejar cuidadosamente, cuando está húmedo, el terrón formado puede ser manejado libremente sin que se desmorone.

Textura; característica física de los suelos que comúnmente se determina al tacto y en el campo; la cuantificación de la distribución del tamaño de las partículas en una masa de suelo dada, nos proporciona un dato numérico que permite hacer una clasificación del suelo.

Tórrico y Arídico; régimen de humedad en el que el suelo está seco durante más del 50% de la estación de crecimiento o nunca está húmedo por más de 90 días consecutivos en ese mismo período, en ese régimen hay poca lixiviación y de ordinario se acumulan sales solubles.

Ustico; régimen de humedad en el que el suelo tiene una cantidad limitada de humedad, pero presente en cantidad bastante durante la

estación de crecimiento. En los trópicos ese régimen de humedad se presenta en los climas monsonicos.

Vertisol; suelos arcillosos, pesados, de textura fina, impermeables; debe controlarse el agua para que no se inunden. Cuando se secan son duros para las labores de labranza; admiten variedades de cultivos y rinden buenas cosechas.

Xérico; régimen de humedad en el que el suelo está seco durante 45 o más días consecutivos después del solsticio de verano y húmedo después del solsticio de invierno. Este régimen se presenta en los climas mediterraneos.

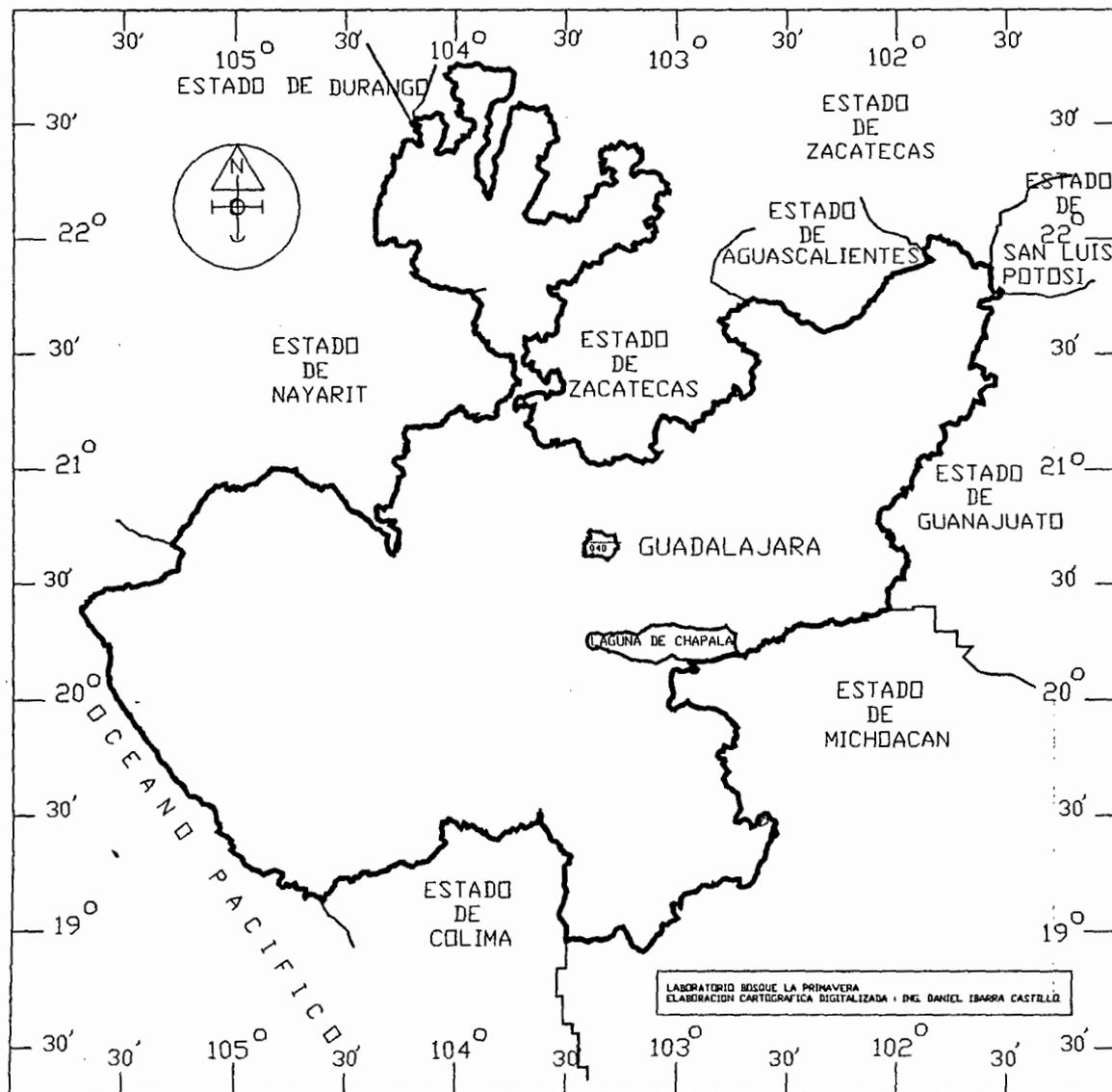


FIG. 1 DIVISION POLITICA DEL ESTADO DE JALISCO

BIBLIOTECA ESCUELA DE AGRICULTURA

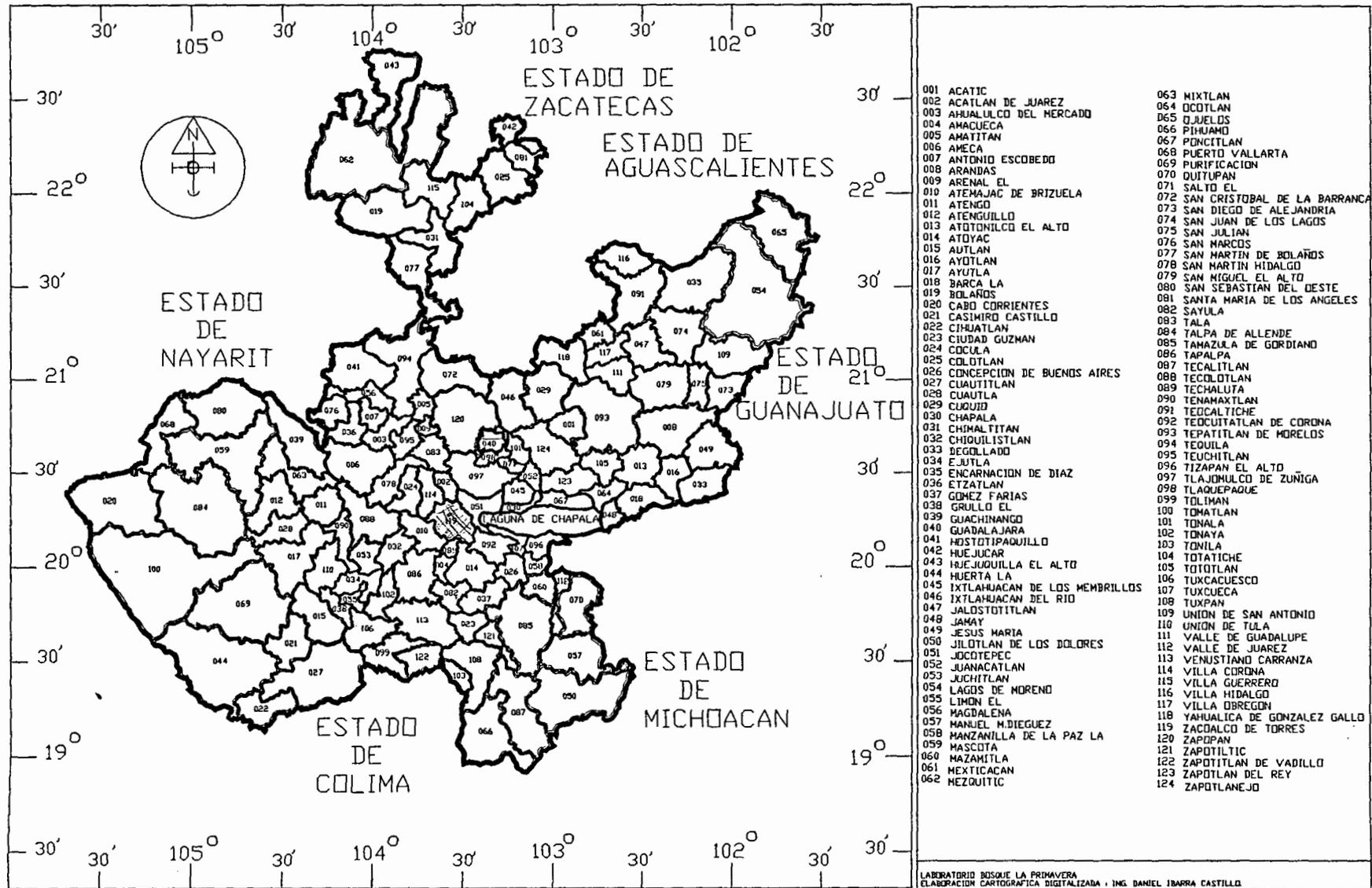


FIG. 2 DIVISION POLITICA DEL ESTADO DE JALISCO

LABORATORIO BOSQUE LA PRIMAVERA
ELABORACION CARTOGRAFICA DIGITALIZADA: ING. DANIEL IBARRA CASTILLO

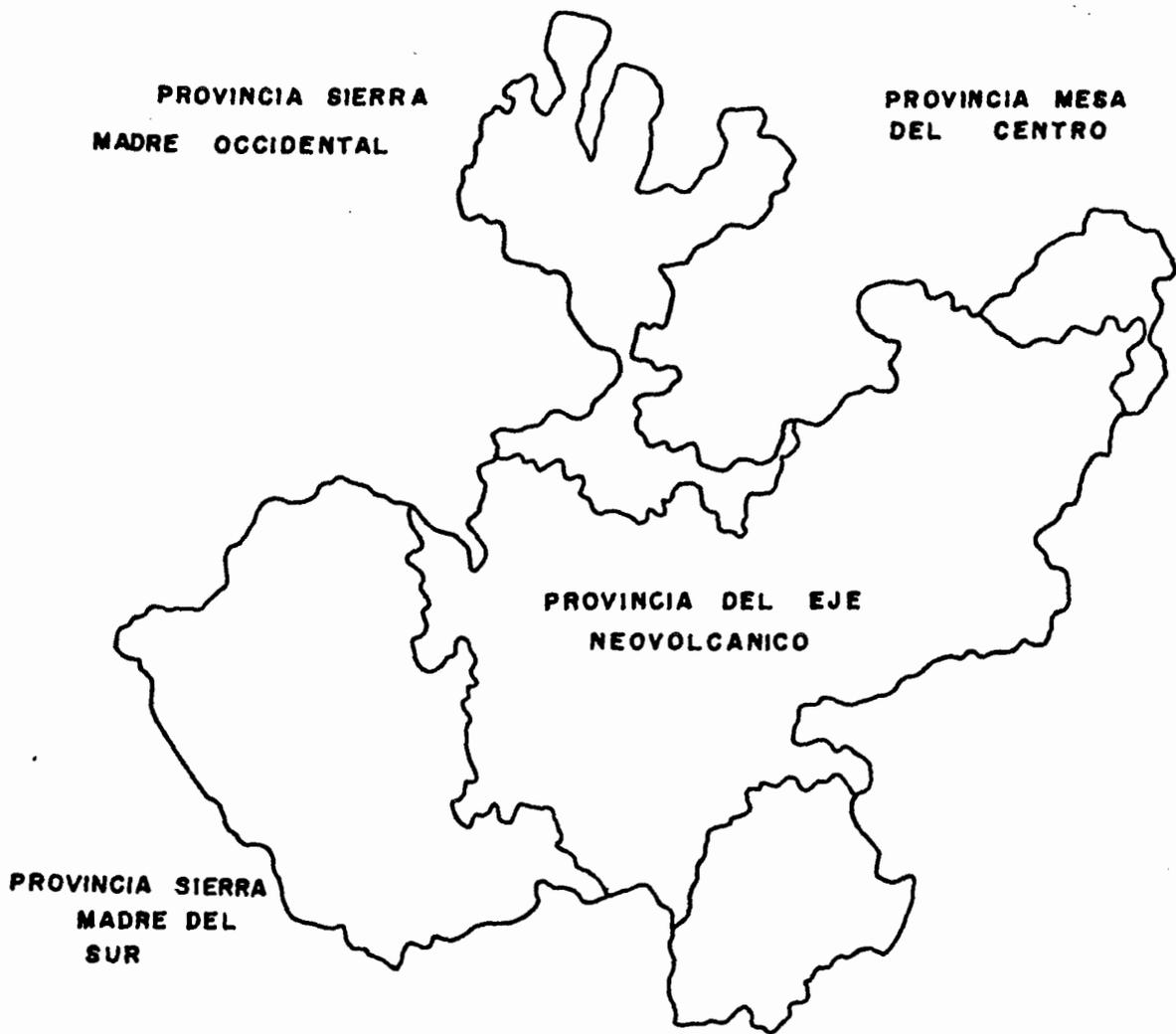
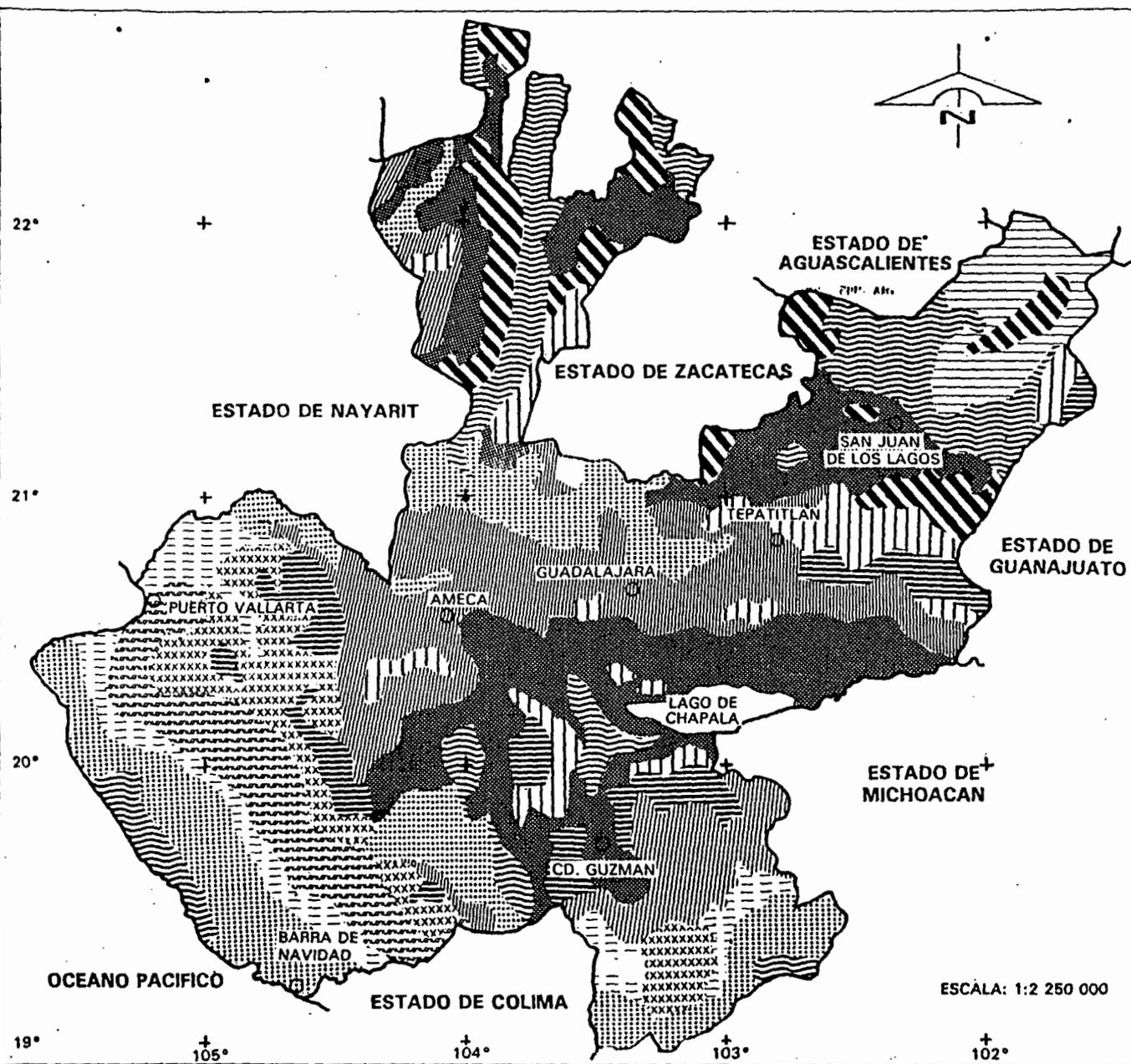


Fig. 3 . Provincias fisiográficas de Jalisco (SPP, 1981).

*



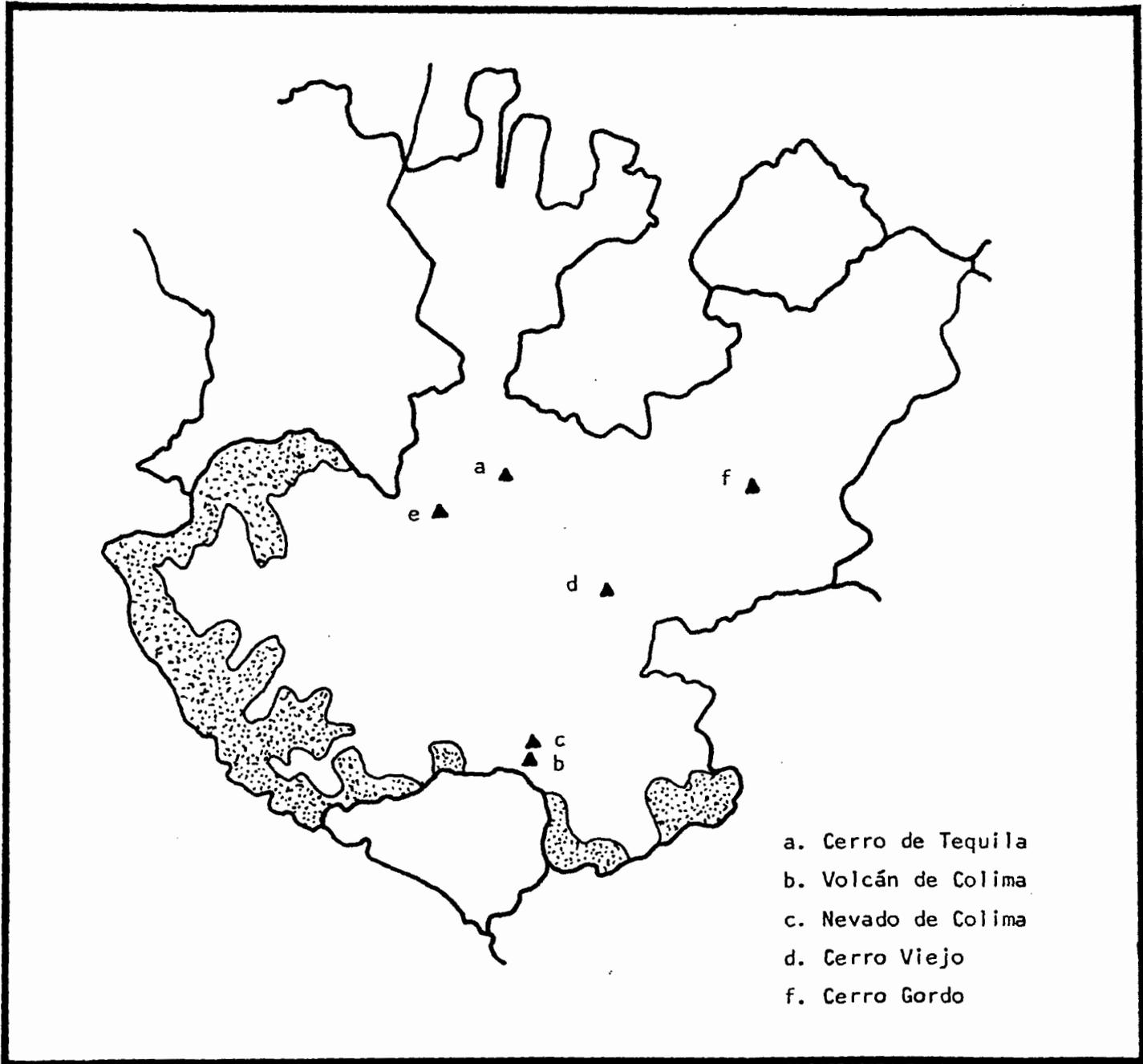
SIMBOLOGIA

Cálidos subhúmedos	Semicálidos subhúmedos	Templados subhúmedos	Semiseco muy cálido
Aw ₂ (w)	(A)C (w ₂)(w)	C(w ₂)(w)	B S ₁ (n) w
Aw ₁ (w)	(A)C (w ₁)(w)	C(w ₁)(w)	Semiseco templado
Aw ₀ (w)	(A)C(w ₀)(w)	C(w ₀)(w)	B S ₁ k w

Fig. 4. Carta de Climas Esc: 1:1000 000.

FUENTE: Mapa base: DEPRODE, Gobierno del Estado de Jalisco.

Información Temática: Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática.



**Fig. 5. Montañas aisladas de importancia en el Estado de Jalisco.
El área sombreada delimita la zona costera.**

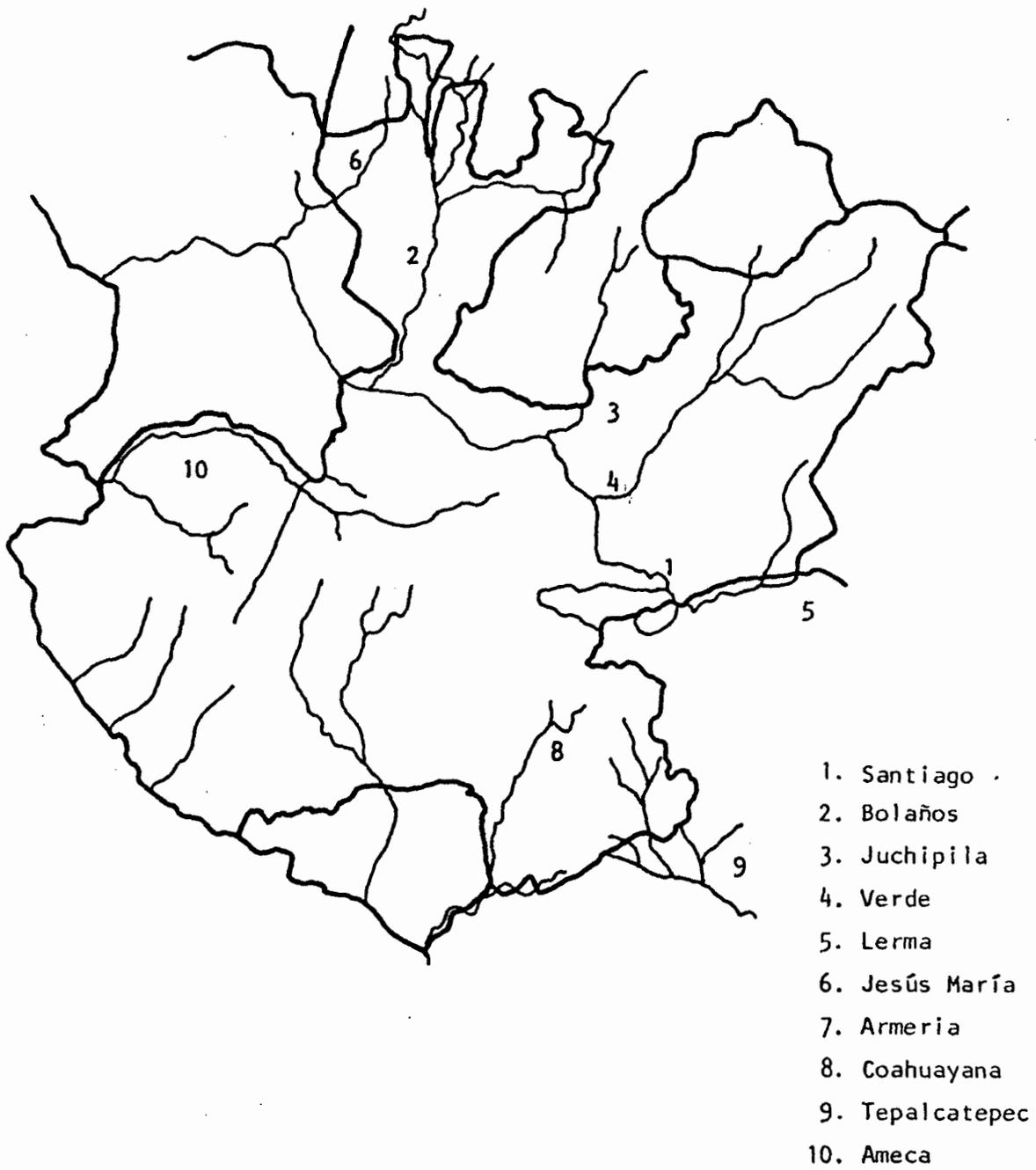


Fig. 6. Ríos de importancia en el Estado de Jalisco.



Fig. 7. Mapa de suelos del estado de Jalisco.



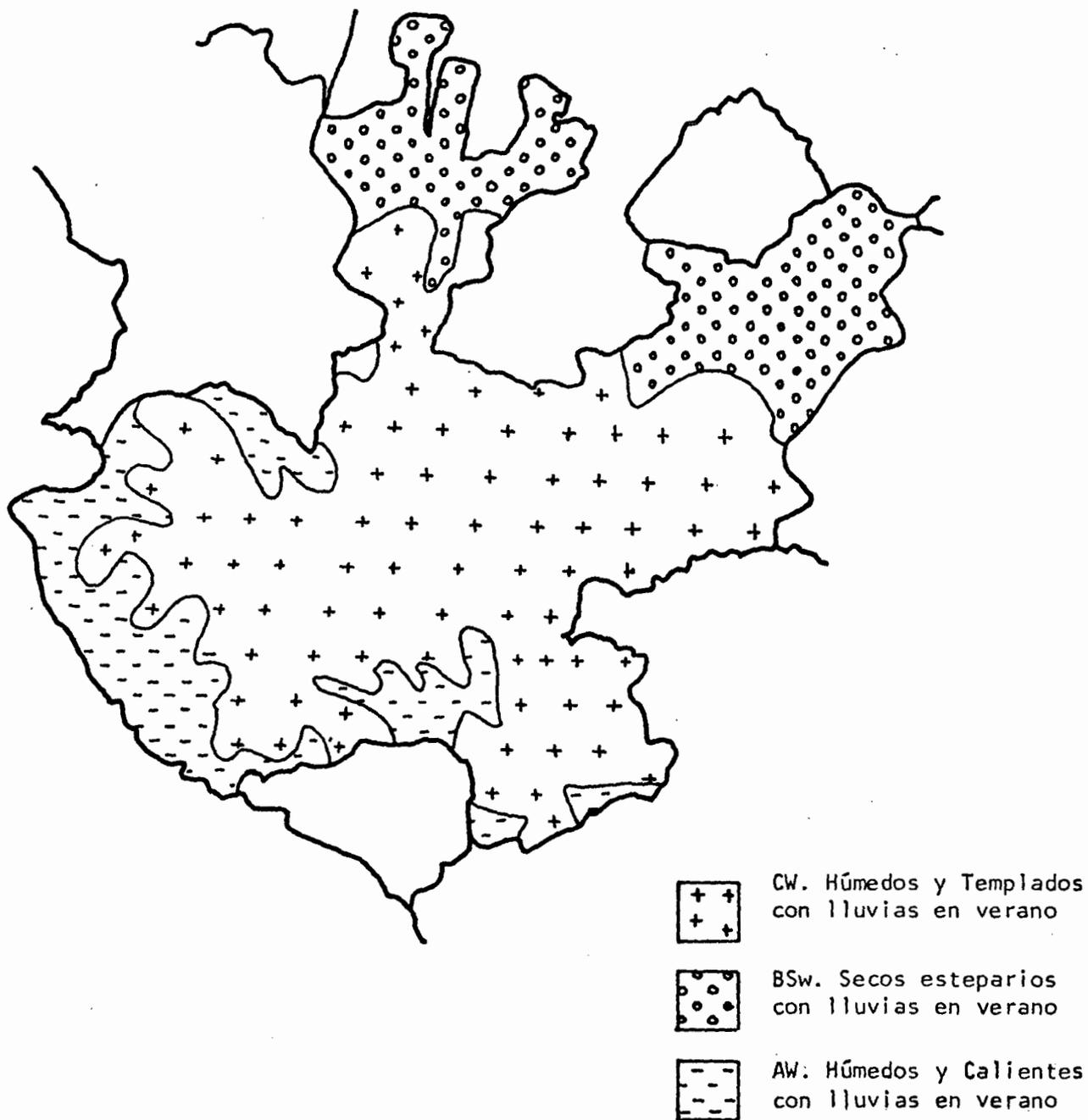


Fig. 8. Distribución geográfica generalizada de climas de Jalisco, según la clasificación de Köppen. Tomado de Rzedowski, 1983:35.

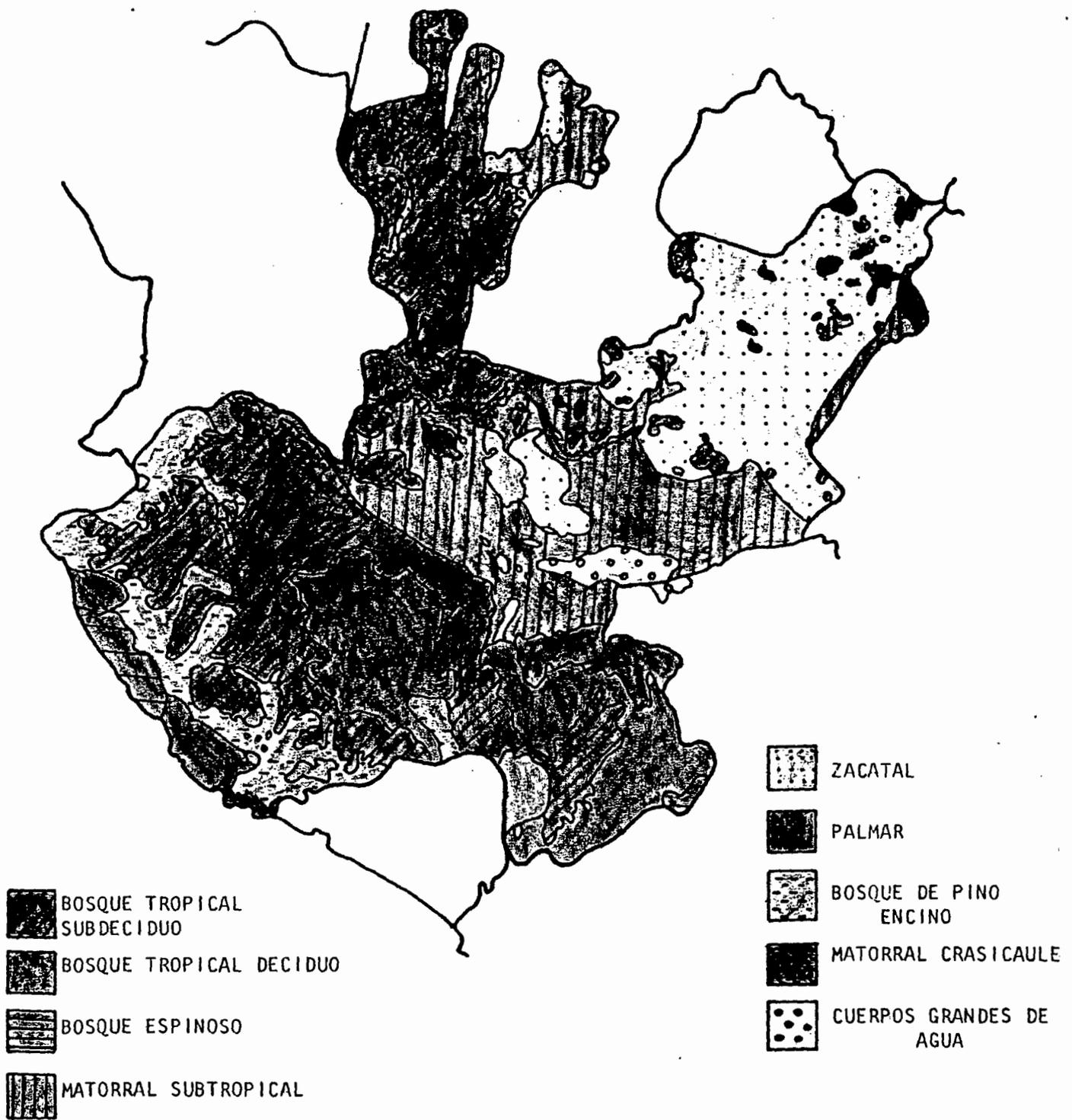


Fig. 9. Esquema generalizado de los principales tipos de Vegetación en Jalisco (Rzedowski y McVaugh, 1966).

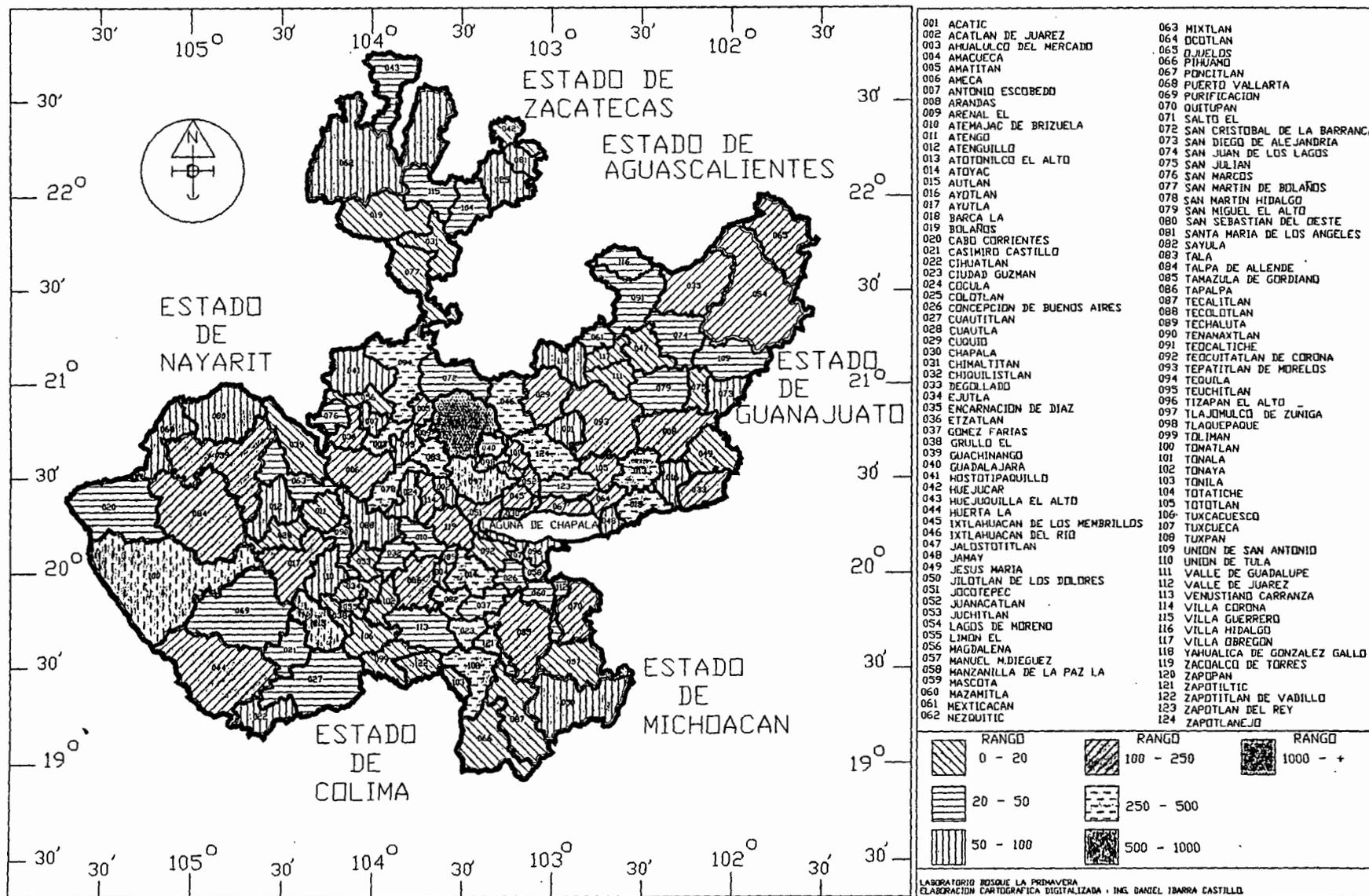


FIG. 10

FRECUENCIA DE MUESTREO DE SUELOS EN EL ESTADO DE JALISCO

PERIODO 84 - 88

X

INSTITUTO NACIONAL DE ESTADISTICA Y GEOGRAFIA

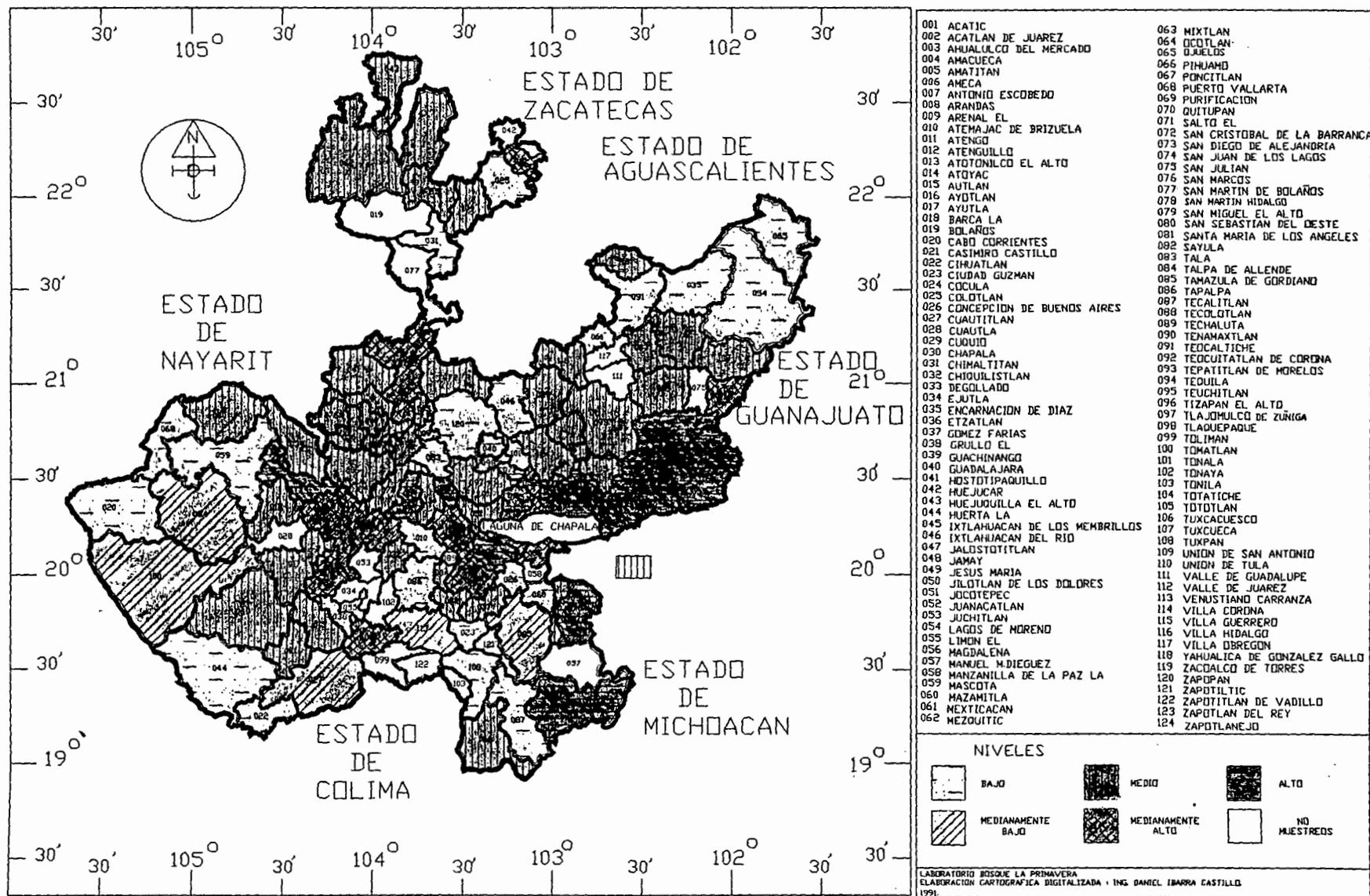


FIG. 11 NIVELES DE ARCILLA EN EL ESTADO DE JALISCO *

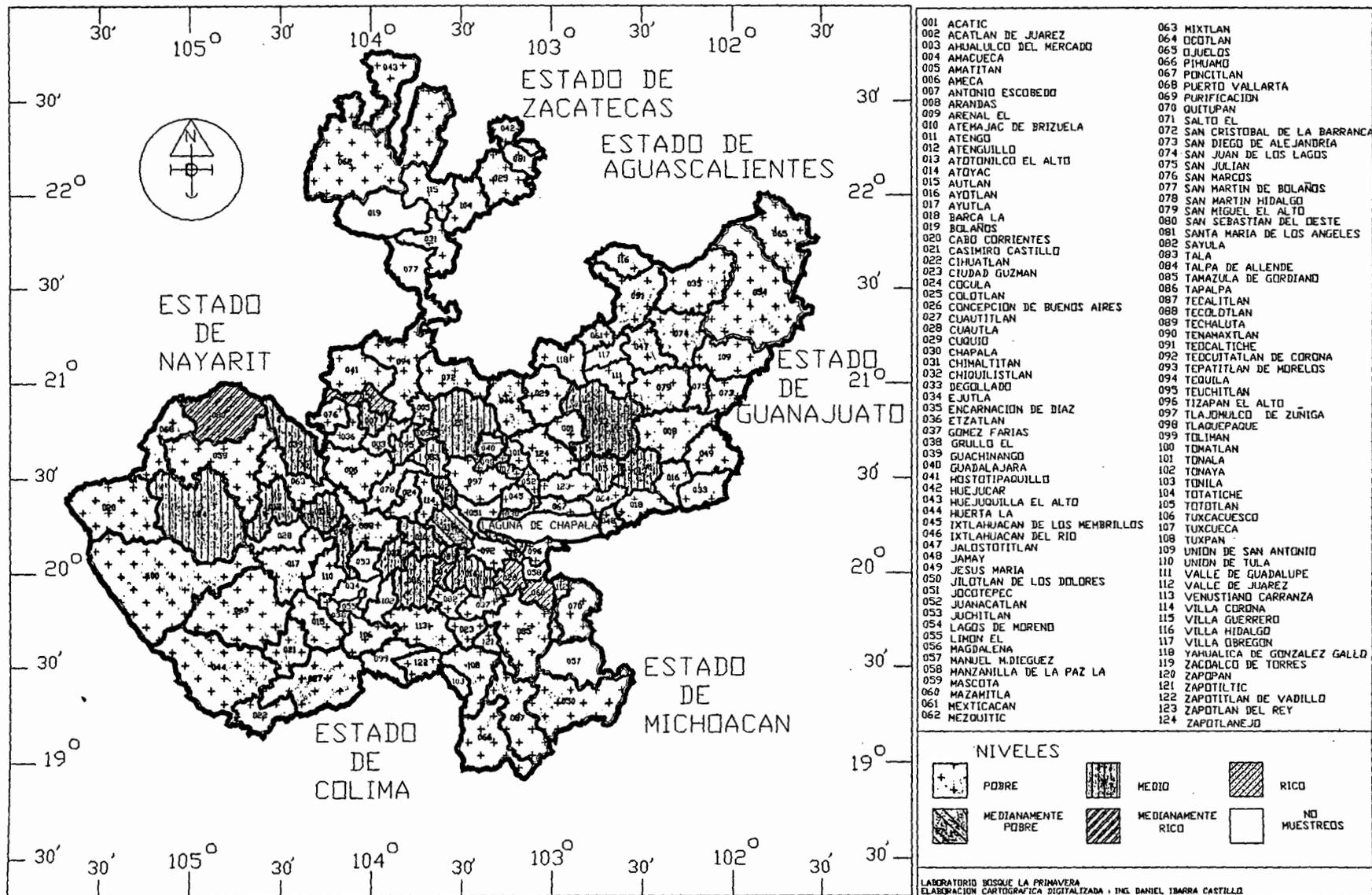
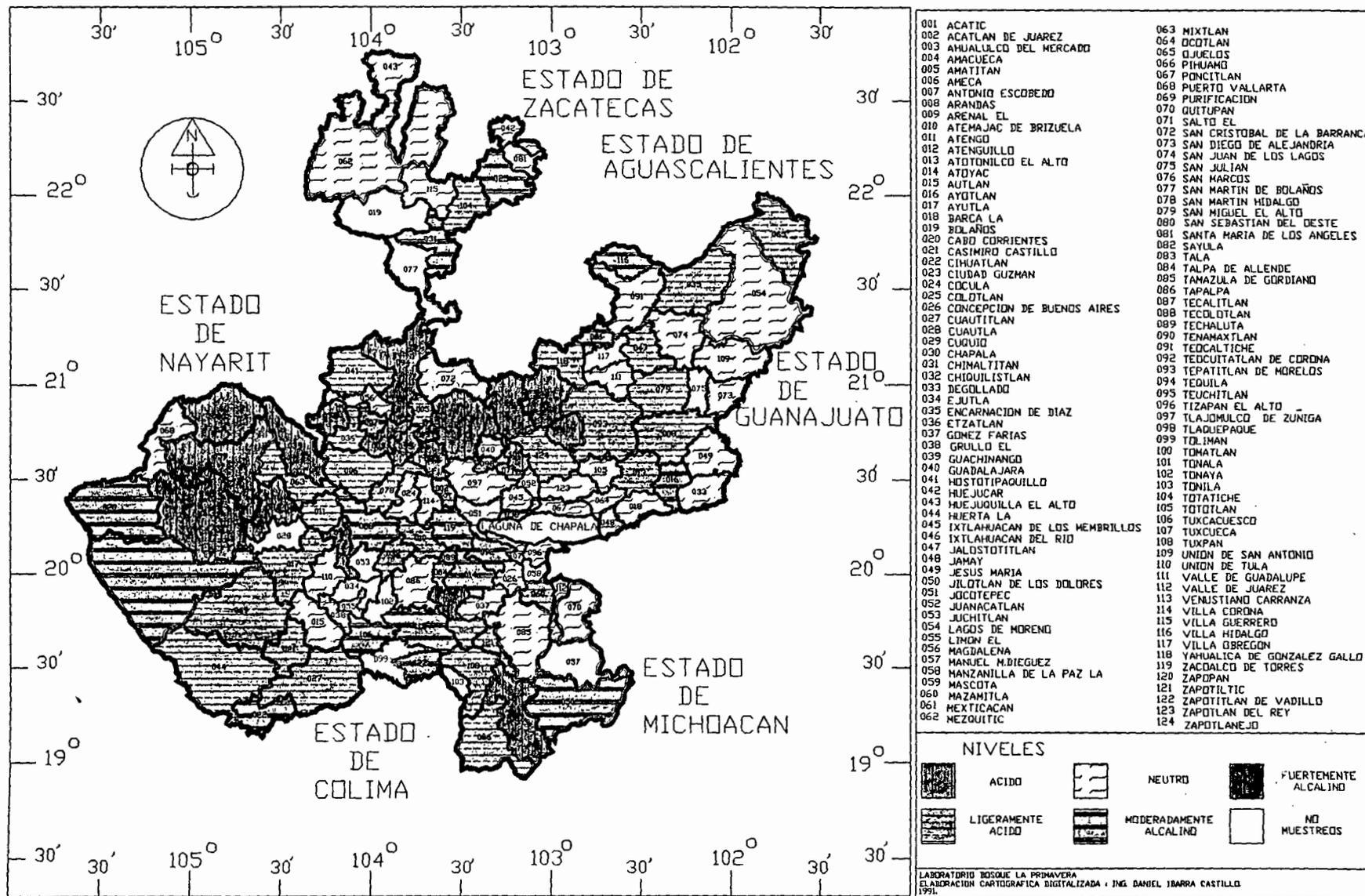


FIG. 12 NIVELES DE MATERIA ORGANICA EN EL ESTADO DE JALISCO *



- | | |
|-----------------------------------|----------------------------------|
| 001 ACATIC | 063 MIXTLAN |
| 002 ACATLAN DE JUAREZ | 064 DCOTLAN |
| 003 AHUALULCO DEL MERCADO | 065 OJUELOS |
| 004 APACUECA | 066 PIHUAMO |
| 005 AMATITAN | 067 PONCITLAN |
| 006 AMECA | 068 PUERTO VALLARTA |
| 007 ANTONIO ESCOBEDO | 069 PURIFICACION |
| 008 ARANDAS | 070 QUITUPAN |
| 009 ARENAL EL | 071 SALTO EL |
| 010 ATEMAJAC DE BRIZUELA | 072 SAN CRISTOBAL DE LA BARRANCA |
| 011 ATENGO | 073 SAN DIEGO DE ALEJANDRIA |
| 012 ATENGUILLO | 074 SAN JUAN DE LOS LAGOS |
| 013 ATOTONILCO EL ALTO | 075 SAN JULIAN |
| 014 ATDYAC | 076 SAN MARCOS |
| 015 AULAN | 077 SAN MARTIN DE BOLAÑOS |
| 016 AYOTLAN | 078 SAN MARTIN HIDALGO |
| 017 AYUTLA | 079 SAN MIGUEL EL ALTO |
| 018 BARCA LA | 080 SAN SEBASTIAN DEL OESTE |
| 019 BOLAÑOS | 081 SANTA MARIA DE LOS ANGELES |
| 020 CABO CORRIENTES | 082 SAYULA |
| 021 CASIMIRO CASTILLO | 083 TALA |
| 022 CIHUATLAN | 084 TALPA DE ALLENDE |
| 023 CIUDAD GUZMAN | 085 TAMAZULA DE GORDIANO |
| 024 CICUILA | 086 TAPALPA |
| 025 COLOTLAN | 087 TECALITLAN |
| 026 CONCEPCION DE BUENOS AIRES | 088 TECOLOTLAN |
| 027 CUAUTITLAN | 089 TECHALUTA |
| 028 CUAUTLA | 090 TENAMAXTLAN |
| 029 CUQUIO | 091 TEOCALTICHE |
| 030 CHAPALA | 092 TEOCUIATLAN DE CORENA |
| 031 CHIMALTITAN | 093 TEPATITLAN DE MORELOS |
| 032 CHIQUILISTLAN | 094 TEQUILA |
| 033 CHIGOLADO | 095 TEUCHITLAN |
| 034 E-JUTLA | 096 TIZAPAN EL ALTO |
| 035 ENCARNACION DE DIAZ | 097 TLAJOMULCO DE ZUNIGA |
| 036 ETZATLAN | 098 TLADUEPAQUE |
| 037 GOMEZ FARIAS | 099 TOLIMAN |
| 038 GRULLO EL | 100 TOMATLAN |
| 039 GUACHINANGO | 101 TONALA |
| 040 GUADALAJARA | 102 TONAYA |
| 041 HOSTOTIPAGUILLO | 103 TONILA |
| 042 HUEJUCAR | 104 TOTATICHE |
| 043 HUEJUQUILLA EL ALTO | 105 TOTOTLAN |
| 044 HUERTA LA | 106 TUXCACUESCO |
| 045 IXTLAHUACAN DE LOS MEMBRILLOS | 107 TUXCUECA |
| 046 IXTLAHUACAN DEL RIO | 108 TUXPAN |
| 047 JALOSTOTITLAN | 109 UNION DE SAN ANTONIO |
| 048 JAMAY | 110 UNION DE TULA |
| 049 JESUS MARIA | 111 VALLE DE GUADALUPE |
| 050 JILOTLAN DE LOS DOLORES | 112 VALLE DE JUAREZ |
| 051 JOCOTEPEC | 113 VENUSTIANO CARRANZA |
| 052 JUANACATLAN | 114 VILLA CORONA |
| 053 JUCHITLAN | 115 VILLA GUERRERO |
| 054 LAGOS DE MORENO | 116 VILLA HIDALGO |
| 055 LIMON EL | 117 VILLA OBREGON |
| 056 MAGDALENA | 118 YAHAUALICA DE GONZALEZ GALLO |
| 057 MANUEL M. DIEGUEZ | 119 ZACDALCO DE TORRES |
| 058 MANZANILLA DE LA PAZ LA | 120 ZAPOCAN |
| 059 MASCOTA | 121 ZAPOTLITIC |
| 060 MAZAMITLA | 122 ZAPOTITLAN DE VADILLO |
| 061 MEXTICACAN | 123 ZAPOTLAN DEL REY |
| 062 MEZQUITIC | 124 ZAPOTLANEJO |

NIVELES			
	ACIDO		NEUTRO
	LIGERAMENTE ACIDO		MODERADAMENTE ALCALINO
	FUERTEMENTE ALCALINO		NO MUESTREOS

LABORATORIO BOSQUE LA PRIMAVERA
ELABORACION CARTOGRAFICA DIGITALIZADA - ING. DANIEL BARRA CASTILLO
1991.

FIG. 13 NIVELES DE PH EN EL ESTADO DE JALISCO*

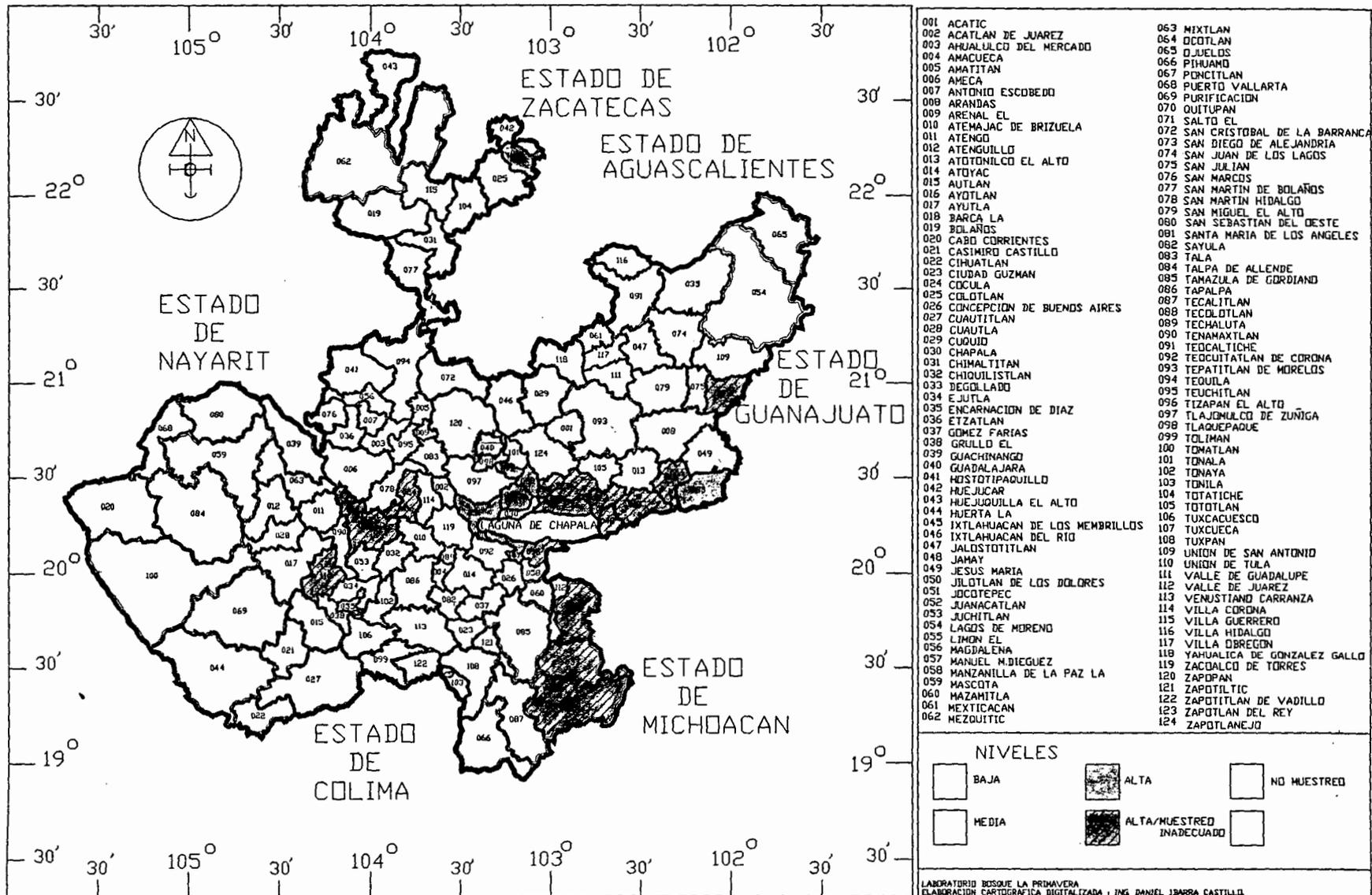


FIG. 14 NIVELES DE FERTILIDAD EN EL ESTADO DE JALISCO *

BIBLIOTECA ESCUELA DE AGRICULTURA

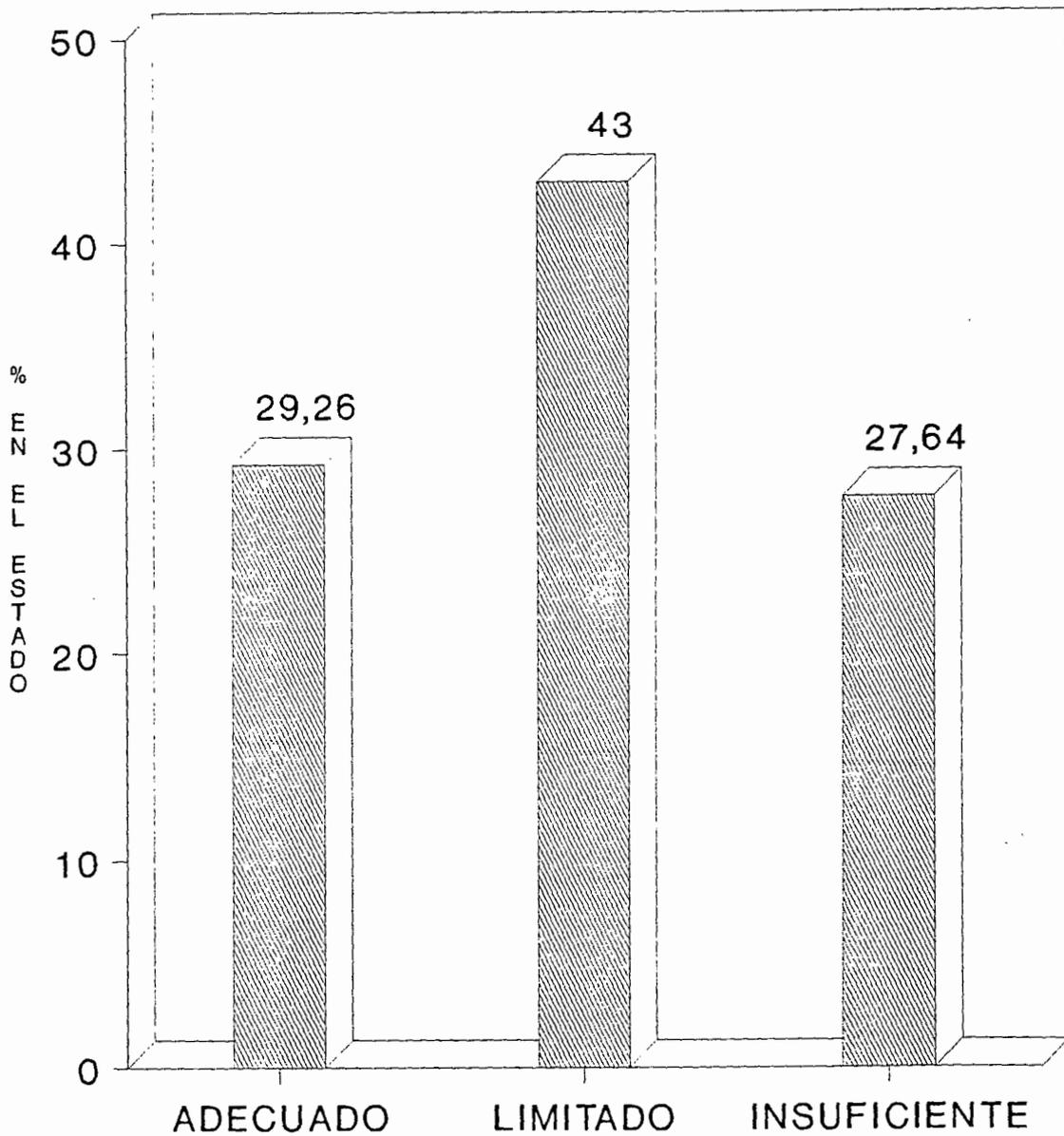


Fig.15. INDICE DE MUESTREO DE SUELOS A NIVEL DE RECONOCIMIENTO EN JALISCO. (muestras tomadas de 1984-1988, SARH)

Apéndice 1.- INDICE DE MUESTREO DE SUELOS EN LOS MUNICIPIOS DE JALISCO A NIVEL DE RECONOCIMIENTO.

ADECUADO	LIMITADO	INSUFICIENTE
Ahualulco del Mercado	Acatic	Atengo
Amacueca	Acatlán de Juárez	Bolaños
Amatitán	Ameca	Cuautla
Arenal	Antonio Escobedo	Chimaltitán
Atoyac	Arandas	Ejutla
Autlán	Atemajac de Brizuela	El Grullo
Ciudad Guzmán	Atenguillo	Guachinango
Chapala	Atotonilco el Alto	Huejucar
Degollado	Ayotlán	Huejuquilla el Alto
Etzatlán	Ayutla	Juchitlán
La Huerta	La Barca	El Limón
Ixtlahuacán de los Membrillos	Cabo Corrientes	Magdalena
Ixtlahuacán del Río	Casimiro Castillo	M.M. Dieguez
Jocotepec	Cihuatlán	Manzanilla de la Paz
Juanacatlán	Cocula	Mezquitic
Mazamitla	Colotlán	Pihuamo
El Salto	Concepción de Buenos Aires	Quitupan
San Martín Hidalgo	Cuautitlán	San Diego de Alejandría

ADECUADO	LIMITADO	INSUFICIENTE
Sta. Maria de los Angeles	Cuquío	San Juan de los Lagos
Sayula	Chiquilistlán	San Julián
Tapalpa	Encarnación de Diaz	San Martin de Bolaños
Techaluta	Gómez Farias	Tecalitlán
Tequila	Hostotipaquillo	Teocaltiche
Teuchitlán	Jalostotitlán	Teocuitatlán de Corona
Tlajomulco de Zuñiga	Jamay	Tolimán
Tlaquepaque	Jesús Maria	Tonila
Tomatlán	Jilotlán de Dolores	Totatiche
Tonalá	Lagos de Moreno	Valle de Guadalupe
Tototlán	Mascota	Venustiano Carranza
Tuxcueca	Mexticacán	Villa Guerrero
Tuxpan	Mixtlán	Villa Hidalgo
Villa Corona	Ocotlán	Villa Obregón
Zacoalco de Torres	Ojuelos	Zapotitlán de Vadillo
Zapopan	Poncitlán	Unión de San Antonio
Zapotiltic	Pto. Vallarta	
Zapotlanejo	Purificación	
	San Cristobal de la Barranca	

ADECUADO	LIMITADO	INSUFICIENTE
	San Marcos	
	San Miguel el Alto	
	San Sebastián del Oeste	
	Tala	
	Talpa de Allende	
	Tamazula de Gordiano	
	Tecolotlán	
	Tenamaxtlán	
	Tepatitlán de Morelos	
	Tizapán el Alto	
	Tonaya	
	Tuxcacuesco	
	Unión de Tula	
	Valle de Juárez	
	Yahualica de Gléz. Gallo	
	Zapotlán del Rey	

Apéndice 2.- Rangos de resultados analíticos de los suelos en los municipios de Jalisco, del periodo 1984-1988 (los rangos están basados en el valor de la media y la desviación estándar).

MUNICIPIO	# MTRAS. / # LOC.	% DE ARCILLA	% MATERIA ORGANICA	C.E. mghos/cm	Na Int. meq/100 gr	pH	D. A. gf/cm ³	C I C meq/100 gr	Ca Int.	Mg Int.	K Int.	P. S. I.
ACATIC	65/23	17.55-39.03	1.22-2.96	.62-1.24	.522-1.721	3.6-7.2	1.0-1.2	20.6-25.0	4.0-5.6	1.7-3.3	.84-1.57	.513-3.15
ACATLAN DE JUAREZ	84/12	19.75-49.38	.82-2.81	0-3.03	4.926-19.72	5.9-9.0	1.3-1.7	41.7-66.1	10.02-22.06	7.56-21.79	.644-3.38	4.88-31.04
AHUANILCO DEL MERCADO	334/23	10.75-36.31	1.63-4.79	.305-1.86	.634-1.748	4.1-6.3	1.17-1.54	9.05-25.6	10.85-21.36	2.27-8.65	.26-.79	.007-.324
AMACUECA	39/5	9.48-29.46	2.19-6.15	3.26-9.71	7.919-14.29	6.4-8.9						
AMATITAN	254/14	25.2-40.79	.84-2.71	.06-.73	1.03-2.30	5.3-7.2		12.6-29.2	12.57-29.17	1.74-7.57	.23-1.55	.0-.27
AMECA	245/13	14.17-38.62	.85-3.32	.028-1.64	.610-1.59	4.9-7.2	1.1-1.5	4.5-8.1	6.86-13.83	.199-8.47	.19-1.517	2.78-9.03
ANTONIO ESCOBEDO	45/7	23.63-41.97	.139-5.29	0-2.64	.043-1.86	5.2-7.9	.94-1.1	46.0-51.8	35.45-51.75	16.1-20.7	1.97-2.16	.1-.2
ARANDAS	112/18	22.54-51.65	.62-3.29	.046-.57	.098-1.13	5.5-6.8	1.1-1.4	10.1-16.4	1.62-8.15	1.32-6.28	.274-1.024	.44-2.67
ARENAL	216/31	9.22-31.66	.72-2.09	.033-1.181	.067-2.71	4.4-5.8	1.4-1.6	19.3-25.0	.433-9.7	.433-9.7	.32-.603	.168-1.153
ATEMAJAC DE BRIZUELAS	22/6	17.72-43.61	.94-2.45	.504-1.87	.887-3.31	4.8-7.7						
ATENGO	18/6	8.22-36.96	1.39-3.38	.045-.51	.137-.536	5.5-6.8	.97-1.2					
ATENGUILLO	53/7	16.88-40.16	.30-2.7	.155-.645	.250-1.184	4.6-6.2	1.4-1.7	14.5-43.2	1.88-25.94	.896-20.37	.266-.713	.005-.392
ATOTONILCO EL ALTO	234/12	22.69-47.5	.84-5.27	1.38-3.38	3.84-8.24	5.2-7.5	1.2-1.7	35.0-71.9	5.81-40.49	8.83-25.33	.244-2.077	2.02-7.32
ATOYAC	268/16	27.95-48.59	1.26-3.29	0-1.49	7.17-12.60	6.0-8.2	1.24-1.5	47.0-51.3	11.19-15.74	9.85-12.71	0-1.35	1.201-4.11
AUTLAN	332/37	12.96-43.28	.71-4.53	1.85-7.94	5.77-10.25	5.6-7.5	1.4-1.4	22.6-49.1	6.122-19.14	1.76-14.41	.270-1.15	12.01-19.79
AYOTLAN	64/2	10.17-43.84	.96-2.24	.511-.723	.148-3.40	5.6-7.4						
AYUTLA	118/4	16.4-38.68	.876-3.24	.867-3.3	.583-1.741	5.2-6.8						
BARCA LA	379/51	26.13-52.4	.819-2.38	.146-1.57	.99-5.68	6.0-8.2	1.1-1.6	28.3-53.5	7.21-21.2	5.05-20.0	.708-2.188	.708-2.18
BOLANOS												
CABO CORRIENTES		3.27-22.45	2.54-7.12	23.3-41.38	5.95-12.23	6.2-8.4	1.4-1.6	10.9-24.7	3.58-9.33	3.58-9.33	.032-.753	1.88-4.93
CASIMIRO CASTILLO	35/1	2.12-31.55	.59-2.52	.034-1.65	.287-1.20	5.6-7.7	1.3-1.7	35.4-35.6	4.54-12.67	3.44-10.86	.154-.864	.112-.865
CIHUATLAN	81/9	22.65-51.32	.68-2.74	.255-1.769	.709-4.76	6.3-8.0	1.3-1.4	25.5-42.9	5.41-14.98	5.6-11.87	.287-.472	.1-.1
CD. GUZMAN	187/18	7.78-27.1	.443-2.19	.312-1.535	.98-8.47	5.9-8.0						
COCULA	87/11	2.8-32.08	2.37-7.16	.137-.34	.005-.77	5.9-6.9						
COLOTLAN	86/17	9.33-28.1	.344-4.02	.009-.511	.009-.511	5.1-6.5	1.0-1.7	19.0-59.4	.202-8.045	.20-8.04	.052-.432	.086-.931
CONCEPCION DE B. A.	25/8	9.61-26.64	.339-2.32	.679-2.69	.21-5.31	4.6-6.6	1.1-1.4					
CUAUTITLAN	48/11	17.34-55.3	.339-2.89	2.72-6.14	6.07-15.07	6.4-8.3	2.2-2.5	16.5-141.7	6.703-21.93	7.36-18.36	.524-1.361	.524-1.35
CUAUTLA												
CUQUIO	159/31	12.58-36.65	1.49-4.43	.115-.912	.087-.725	5.2-6.7						
CHAPALA	164/21	16.97-54.67	.35-2.91	0-6.05	0-13.8	6.1-8.3	1.3-1.68	34.46-66.66	7.26-22.18	7.3-18.44	.52-1.36	0-3.98
CHIMALTITAN												
CHIQUILIS-TIAN	17/13	11.4-33.7	2.3-3.42	.145-.73	.083-.173	5.5-6.9						
DEGOLLADO	120/43	27.21-48.78	2.15-2.15	.344-.726	.144-.728		.87-1.3					
EJUTLA												
ENCARNACION DE DIAZ	114/30	8.14-30.5	.502-1.67	.077-1.78	.078-5.76	6.3-7.9						
ETZATLAN	131/6	12.45-38	1.35-4.8	.076-5.05	.143-2.32	5.2-7.6	.97-1.6	41.3-55.7	20.57-43.82	10.83-21.52	1.28-3.15	1.02-3.39
GOMEZ FARIAS	41/9	9.48-30.9	.377-6.93	.013-.851	.264-2.154	6.5-8.1	1.2-1.4	27.3-42.2	6.6-12.47	3.148-9.6	.359-1.72	.332-2.5

MUNICIPIO	# HTRAS. / # LOC.	% DE ARCILLA	% MATERIA ORGANICA	C.E. mbho/cm	Na Int. mg/100 gr	pH	D. A. gr/cm ³	C I C mg/100 gr	Ca Int.	Mg Int.	K Int.	P. O. I.
SAN MARTIN HIDALGO	275/38	22.49-44.3	.948-2.4	.9-2.36	0-3.2	5.3-7.3						
SAN MIGUEL EL ALTO	75/38	11.71-30.4	.77-3.05	0-3.76	0-3.74	5.0-6.7						
S. SEBASTIAN DEL OESTE	62/21	17.2-47.4	.662-4.83	.35-1.39	4.85-6.82	4.5-6.0						
STA. MARIA DE LOS A.	95/15	18.8-49	.448-2.28	.24-.61	0-6.43	6.7-8.8	1.1-1.7	29.7-58.5	2.93-23.8	6.92-21.5	.4-2.65	0-7.31
SAYULA	454/51	17.56-43.54	.249-3.66	0-52.9	0-46.22	6.9-10.0	1.3-1.6	24.5-51.9	1.37-29.5	8.11-18.74	.467-1.31	0-45.07
TALA	226/33	4.36-26.79	.286-3.53	0-3.0	0-6.21	5.0-7.5	1.0-1.5	7.12-24.42	1.73-6.89	3.97-8.0	1.974-8.0	0-5.94
TALPA DE ALLENDE	98/11	8.36-31.36	.51-3.58	.153-.84	.161-.847	4.6-6.2	1.1-1.6	18.7-37.2	17.87-36.94	3.91-11.6	.17-.698	0-1.84
TAMAZULA DE GORDIANO	104/24	8.99-26.56	.86-2.61	.253-.88	0-1.78	5.9-7.5	1.5-1.6	36.0-42.4	17.25-17.25	17.2-23.0	.51-.55	.2-3.0
TAPALPA	178/14	9.47-37.25	.861-4.5	.04-.679	0-6.26	6.0-7.4	1.2-1.6	21.9-46.4	21.93-46.43	21.93-46.43	0-.96	0-1.24
TECALITLAN	12/7	2.96-15.02	1.17-5.22	1.17-5.22	.119-2.13	5.1-6.5						
TECOLOTLAN	83/11	28.47-51.92	.33-2.48	0-1.0	.046-1.84	6.0-8.1	1.6-1.9	37.8-62.2	13.18-32.17	9.43-21.1	.079-.857	0-.955
TECHALUTA	40/6	14.95-47.66	1.06-2.75	0-2.63	0-22.24	7.8-9.3	1.2-1.5	80.93-93.5	42.54-48.29	21.0-33.34	.596-2.43	1.119-1.25
TENAMANTLAN	30/10	24.5-46.5	1.24-3.1	.192-.73	0-1.32	3.9-7.5						
TEOACALICHE	44/2	7.9-26.2	.378-1.34	.039-1.0	.09-3.2	4.7-8.5	1.2-1.6	19.1-46.4	4.8-20.49	2.15-9.39		0-3.96
TEOCUITLAN DE C.	12/3	19.5-48.8	.84-3.49	0-14.65	0-69.45	6.7-9.9						
TEPATITLAN DE MORELOS	187/26	22.54-43.65	1.19-3.12	0-1.24	0-1.25	5.0-6.6	1.3-1.7	27.1-46.3	5.13-16.7	5.13-16.7	.18-.637	0-.918
TEQUILA	302/27	20.31-44.06	.534-2.9	0-1.24	.008-1.36	5.1-6.7	1.1-1.6	22.8-41.3	2.93-12.07	1.48-11.76	.214-.865	0-1.1
TEUCHITLAN	89/14	17.22-35.7	.534-2.9	0-1.24	0-3	4.7-6.1		38.5-50.5	7.29-20.3	12.3-15.28	.36-.86	
TIZAPAN EL ALTO	61/17	17.4-45.4	.85-3.0	.07-1.0	.07-1.0	5.9-8.0	1.1-1.6	42.0-57.0	3.94-22.16	8.9-16.24	.46-1.16	0-3.6
TLAJOMULCO DE ZUNIGA	847/47	19.74-28.32	.52-2.5	0-1.78	0-3.69	5.2-7.5		11.0-42.5	2.26-14.5	2.36-14.6	.46-1.42	0-7.92
TLAQUEPAQUE	355/33	4.46-24.9	0-3.18	0-3.74	0-8.5	5.3-7.8	1.1-1.5	12.3-23.8	1.75-9.7	1.6-8.9	0.39-1.29	0-6.1
TOLIMAN												
TOMATLAN	797/12	13.3-36.7	.28-1.95	.27-1.93	0-7.28	4.5-9.3	1.4-1.9	10.23-28.95	2.21-10.8	1.27-11.49	0-.699	0-6.7
TONALA	124/23	7.94-30.3	.48-2.34	.62-2.3	0-5.5	5.6-7.8	1.2-1.6	13.0-48.6	13.0-48.6	5.6-10.0	.58-.96	.64-3.0
TONAYA												
TONILA												
TOTATICHE	42/11	9.7-37.0	.4-1.4	.27-.4	.92-1.94	5.2-7.2						
TOTOTLAN	146/15	26.6-48.6	.86-2.45	.068-1.34	0-2.64	5.9-7.9						
TUXCACUESCO	8/1	9.9-40.8	.012-1.06	.24-.44	.07-3.3	7.3-8.9	1.1-1.6	18.7-56.6	8.47-25.5	3.4-12.7	.156-.586	0-2.4
TUXCUECA	67/6	31.2-46.8	.81-4.13	.21-.582	0-1.8	6.3-7.3						
TUXPAN	287/13	2.0-23.6	.095-3.06	.27-.88	0-1.64	5.7-7.6						
UNION DE SAN ANTONIO	37/13	12.9-35.8	.35-1.6	0-2.7	.31-.95	6.6-7.6	1.0-1.2	15.1-42.5	5.9-17.9	.64-6.26	.32-.92	0-1.6
UNION DE TULA	85/7	16.6-43.4	.17-3.0	.145-.5	.034-.3	5.5-8.0	1.4-1.7	24.3-52.0	7.13-17.0	1.65-6.2	.15-.43	0-3.8
VALLE DE GUADALUPE	6/7	17.3-21.3	.9-2.6	.3-.55	.25-2.25	7.0-7.8						
VALLE DE JUAREZ	40/8	25.1-44.0	.88-2.55	.18-.42	.11-.84	6.2-7.4						
VENUSTIANO CARRANZA	13/11	5.53-29.0	.3-2.9	0-3.06	0-3.8	6.8-8.2						
VILLA CORONA	149/15	15.4-45.1	1.014-2.67	0-1.31	0-4.7	5.0-7.7	1.2-1.6	19.0-25.7	24.7-33.2	3.9-17.6	.7-1.5	.1-1.1
VILLA GUERRERO	43/12	16.23-40.5	.52-1.7	.143-1.33	0-3.21	3.2-8.3						
VILLA HIDALGO	23/5	9.4-27.0	0-3.35	.118-1.164	0-11.4	7.1-8.6						
VILLA OBREGON						6.2-8.6						

BIBLIOTECA ESCUELA DE AGRICULTURA

MUNICIPIO	# HTRAS. / # LOC.	% DE ARCILLA	% MATERIA ORGANICA	C.E. mg/100g	Na Int. meq/100 gF	pH	D. K ₂ g/cm	C I C meq/100 gF	Ca Int.	Mg Int.	K Int.	P. S. I.
YAHUALICA	53/3	2.7-40.7	.67-1.8	.205-.97	.27-2.33	5.8-7.1	1.1-1.2	32.6-66.8	11.74-32.1	7.0-18.0	.64-1.4	.17-.68
ZACUALCO DE TORRES	183/26	15.28-51.3	.742-2.43	0-8.9	0-33.2	7.4-9.5	1.1-1.5	48.2-67.1	28.8-28.55	5.95-18.72	.632-1.8	0-2.24
ZAPOCAN	951/56	4.1-19.4	.128-2.48	0-3.28	0-2.7	4.8-6.9	1.0-1.4	14.2-22.6	14.3-22.4	1.54-6.9	.433-.91	0-1.8
ZAPOTILIC	258/20	1.36-19.53	.928-1.41	.2-1.26	.2-1.26	5.1-7.2	.97-1.5	8.24-27.8	1.88-10.5	2.98-9.32	.069-1.401	0-3.93
ZAPOTILAN DE VADILLO	7/7	2.72-2.72	.17-.92	.46-.47	.1-1	7.2-8.5						
ZAPOTLAN DEL REY	44/6	24.9-54.4	.68-1.92	.13-1.479	0-4.36	6.2-6.6	1.2-1.6	53.5-58.1	15.7-21.0	8.95-19.8	.82-1.23	.461-1.4
ZAPOTLANEJO	139/25	14.2-38.3	.47-2.5	0-2.26	0-2.9	4.5-7.0	1.0-1.64	22.8-51.4	4.6-20.9	4.89-15.16	.071-1.27	.4-3.24