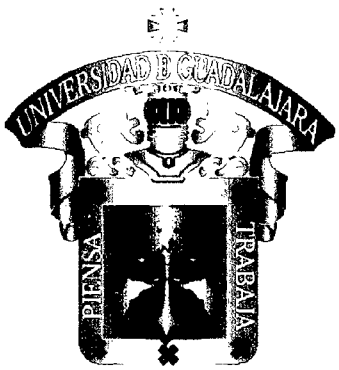
UNIVERSIDAD DE GUADALAJARA

CENTRO UNIVERSITARIO DE CIENCIAS BIOLOGICAS Y AGROPECUARIAS

DIVISION DE CIENCIAS AGRONOMICAS



FERTILIDAD Y BALANCE HIDROTERMICO DEL PISO VALLE CUENCA DE CAJITITLAN

Municipio de Tlajomulco de Zúñiga Jalisco.

T E S I S P R O F E S I O N A L

PARA OBTENER EL TITULO DE

INGENIERO AGRONOMO FITOTECNISTA

PRESENTA:

JOSE LORETO RICO PARRA

LAS AGUJAS, ZAPOPAN JALISCO AGOSTO DEL 2001

UNIVERSIDAD DE GUADALAJARA
CENTRO UNIVERSITARIO DE CIENCIAS BIOLOGICAS Y AGROPECUARIAS
CARRERA DE INGENIERO AGRONOMO
COMITE DE TITULACION

ING. ELENO FELIX FREGOSO
DIRECTOR DE LA DIVISION DE CIENCIAS AGRONOMICAS
PRESENTE

Con toda atención nos permitimos hacer de su conocimiento, que habiendo sido aprobada la modalidad de titulación: TESIS, con el titulo:

" FERTILIDAD Y BALANCE HIDROTERMICO DEL PISO VALLE CUENCA DE CAJITITLAN, MUNICIPIO DE TLAJOMULCO DE ZUÑIGA , JALISCO"

El cual fue presentado por él (los) pasante(s):

JOSE LORETO RICO PARRA

El Comité de Titulación, designó como director y asesores, respectivamente, a los profesores:

M.C.	**JORGE PEDRO TOPETE ANGEL**	**DIRECTOR**
ING.	**FRANCISCO CALDERON CALDERON**	**ASESOR**
ING.	**JUAN BOJORQUEZ MARTINEZ**	**ASESOR**

Una vez concluido el trabajo de titulación, el Comité de Titulación designó como sinodales a los profesores:

M.C.	**ERNESTO MIRAMONTES LAU**	**PRESIDENTE**
ING.	**HECTOR FRIAS UREÑA**	**SECRETARIO**
ING.	**PATRICIA ZARAZUA VILLASEÑOR**	**VOCAL**

Se hace constar que se han cumplido los requisitos que establece la Ley Orgánica de la Universidad de Guadalajara, en lo referente a la titulación, así como el Reglamento del Comité de Titulación.

A T E N T A M E N T E
"PIENSA Y TRABAJA"
Las Agujas, Zapopan, Jal. a 27 de Julio de 2001.

M.C.JESUS NETZAHUALCOYOTL
MARTIN DEL CAMPO MORENO
PRESIDENTE DELCOMITE DE TITULACION

M.C. SALVADOR GONZALEZ LUNA
SRIO. DEL COMITE DE TITULACION

NUNCA MEJORES CAMPOS HAN
HECHO MEJORES HOMBRES
Y
SOLO MEJORES HOMBRES HAN HECHO MEJORES
CAMPOS

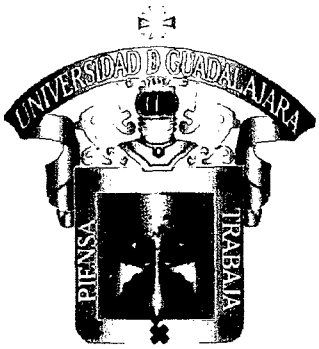
PARA QUE UNA TESIS ESTE COMPLETA
FALTA ESCRIBIRLA
YO
YA LA ESCRIBI FALTA QUE TU LA LEAS

3-8-14-10-20

AGRADECIMIENTO

(1906 -1993)
ESCUELA SUPERIOR DE AGRICULTURA HERMANOS ESCOBAR
(E S A H E)
CIUDAD JUAREZ CHIHUAHUA

Su prestigio quedara grabado en la mente de las personas que aquí se forjaron; mil gracias por haberme dado la oportunidad de iniciar mi carrera como profesionista (1991 - 1994).



UNIVERSIDAD DE GUADALAJARA
CENTRO UNIVERSITARIO DE CIENCIAS BIOLOGICAS AGROPECUARIAS
(C U C B A)
DIVISION DE AGRONOMIA

Gracias por abrirnos las puertas, gracias por hacer posible la culminación de una etapa más de mi vida (1994 -1996).

AGRADECIMIENTO

Al laboratorio de Físico - Química de Suelos, por su apoyo y tiempo brindado en la determinación de análisis de suelos. Con especial atención.

- Quim. Lilian Villarino Miranda
- Quim. Gabriela López

Al laboratorio de Sistemas de Información Geográfica, por sus ideas y observaciones realizadas en la elaboración de planos.

- Ing. Héctor Frías Ureña
- Ing. Daniel Ibarra
- Ing. Carlos Muñoz

Al Proyecto de Ordenamiento Ecológico de Cajititlán, por haberme dado la oportunidad de presentar el tema de Tesis.

- Dr. Eduardo López Alcocer

Director y Asesores de Tesis, por su tiempo brindado en la revisión y corrección de la Tesis.

- Ing. Jorge Pedro Topete Angel
- Ing. Francisco Calderón Calderón
- Ing. Juan Bojorquez Martínez

A mis compañeros amigos de carrera y a todas las personas que con su esfuerzo y dedicación lograron que este trabajo quedara cada vez mejor.

Cornejo, Pablo, Martín, Edgar, El Compa, Gilmar, Agapo, Erik, El Tocayo, Rueda, Isaac, Memo, Aquilino, Bacilio, Teodoro, Paulina, Irma, Natalia **Luz Elena** etc.

DEDICATORIA

A MIS PADRES

Guadalupe Rico Arredondo y Margarita Parra Ramírez

Después de tantos años llego la hora de darles las gracias por su amor, ningún día pasa por mi vida sin que piense en el gran cariño que me brindan. Mil gracias por su apoyo y comprensión.

A MIS HERMANOS

Mary, Faustino, Guadalupe, Evelia y Rene

Que con su espíritu de lucha me enseñaron a luchar y a enfrentar los problemas cotidianos de la vida. Gracias por su apoyo incondicional.

A MIS TIOS

Que con su sabiduría y experiencia me enseñaron a querer y trabajar la tierra.

A GENTE ESPECIAL
(Mi esposa)
Ing. Luz Elena Velázquez Enciso

Por su gran cariño y amistad. Mil gracias por estar en los momentos en que mas te necesito.

INDICE

RESUMEN 1

I. INTRODUCCION 2

1.1 Objetivo 3
1.2 Hipótesis 3

II. REVISION DE LITERATURA 4

2.1 Fertilidad de suelos 4
2.1.1 Concepto inicial de fertilidad 4
2.1.2 Perdida de nutrientes del suelo 4
2.1.2.1 Remoción de nutrientes por los cultivos cosechados 5
2.1.2.2 Pérdida de nutrientes por lavado 5
2.1.2.3 Pérdida de nutrientes por la erosión 5
2.1.2.4 Pérdida de nutrientes en forma gaseosa 6
2.1.3 Métodos de valoración de la fertilidad 6
2.1.3.1 Métodos químicos 6
2.1.3.2 Métodos biológicos 7
2.1.4 Necesidades de nutrimentos por las plantas 7
- Fuentes de nutrimentos 7
2.2 Conservación de la fertilidad de los suelos 9
2.2.1 Aplicación de fertilizantes 9
- Clases de fertilizantes 10
2.2.2 Corrección de la reacción del suelo 15
2.2.2.1 Suelos ácidos 15
2.2.2.1.1 Tratamiento de suelos ácidos 16
2.2.2.1.2 Tipo de materiales que proporcionan cal 17
2.2.2.1.3 Influencia de la finura en la eficacia en la aplicación de cal 17
2.2.2.2 Suelos alcalinos 18
2.2.2.2.1 Suelos salinos 18
- Tratamiento de suelos salinos 19
2.2.2.2.2 Suelos álcali 19
- Tratamiento de suelos álcali 20
2.2.3 Rotación de cultivos 22
2.2.3.1 Objetivos de una rotación 22
2.2.3.2 Principios agronómicos de una rotación 22
2.2.3.3 Utilización de la rotación de cultivos 23
2.2.3.4 Tipos de rotación 23
2.2.3.4.1 Rotación por fracciones 23
2.2.3.4.2 Rotación por áreas únicas 24
2.2.4 Aplicación de materia orgánica 24
2.2.5 Control de la erosión del suelo 26
2.2.5.1 Agentes de la erosión 27
2.2.5.2 Clases de erosión 27

2.2.5.3 Tipos de erosión 28
2.2.5.4 Métodos de control de la erosión 29
2.3 Regímenes hidrotérmicos 31
2.3.1 Régimen de humedad 31
2.3.1.1 Sección de control de humedad en el suelo 31
2.3.1.2 Clases de regímenes de humedad del suelo 32
2.3.2 Regímenes de temperatura en el suelo 35
- Clases de regímenes de temperatura 36

III. MATERIALES Y METODOS 38

3.1 Metodología 38
3.1.1 Fase de precampo 38
3.1.2 Fase de campo 39
3.1.3 Fase de poscampo 39
3.2 Materiales 42
3.2.1 Materiales de campo 42
3.2.2 Materiales de laboratorio 42
3.2.3 Materiales de gabinete 42
3.3 Aspectos fisiográficos del área de estudio 43
3.3.1 Localización 43
3.3.2 Superficie estudiada 43
3.3.3 Vías de acceso 46
3.3.4 Geología 43
3.3.5 Clima 45
3.3.6 Hidrología 46
3.3.7 Vegetación 46
3.3.8 Suelos 47

IV. RESULTADOS 49

4.1 Barrenaciones 50
4.2 Perfiles 54
4.3 Regímenes hidrotérmicos del suelos 79
4.4 Discusión de resultados 87

V. CONCLUSIONES 89

VI. RECOMENDACIONES 91

VII. LITERATURA CITADA 93

VIII. ANEXO 95

INDICE DE CUADROS, FIGURAS Y FOTOGRAFIAS

Cuadro No1. Los nutrientes de las plantas removidos por los cultivos de importancia económica (se incluyen granos y paja de algunos de estos cultivos)..... 5

Cuadro No2. Valor fertilizante de los principales materiales orgánicos que se utilizan más frecuentemente y sus características y riqueza media de elementos nutritivos..... 11

Cuadro No3. Características de los fertilizantes nitrogenados simples..... 12

Cuadro No4. Características principales de los fertilizantes fosfatados simples..... 13

Cuadro No5. Características principales de los fertilizantes compuestos y complejos binarios y ternarios..... 14

Cuadro No6. Cantidades aproximadas de piedra caliza, finamente molida, necesaria para elevar el pH de una capa de 17.78 cm de tierra..... 16

Cuadro No7. Cantidad de yeso que se requiere para recuperar suelos álcali..... 21

Cuadro No8. Equivalencia del al azufre de varios mejoradores de suelo..... 21

Cuadro No9. Parámetros de interpolación..... 40

Cuadro No10. Unidades de fertilidad..... 87

Figura No1. Secuencia general de los levantamientos agrológicos con fotointerpretación..... 41

Figura No2. Croquis de localización del área de estudio..... 44

Figura No3. Mapa topográfico..... 96

Figura No4. Mapa de edafológico..... 97

Figura No5. Mapa de niveles de nitrógeno..... 98

Figura No6. Mapa de niveles de fósforo..... 99

Figura No7. Mapa de niveles de potasio..... 100

Figura No8. Mapa de niveles de materia orgánica..... 101

Figura No9. Mapa de niveles de pH..... 102

Figura No10. Mapa de niveles de fertilidad..... 103

Figura No11. Mapa de índices hidrotérmicos..... 104

Fotos No 1 y 2. Estas fotos representan al perfil No1, ubicado al Sureste de la cabecera municipal de Tlajomulco de Zúñiga..... 57

Fotos No 3 y 4. Estas fotos representan al perfil No2, ubicado al Noroeste del poblado Lomas de Tejeda..... 60

Fotos No 5 y 6. Estas fotos representan al perfil No3, ubicado al Ester del poblado Lomas de Tejeda..... 63

Fotos No 7 y 8. Estas fotos representan al perfil No4, ubicado al Noroeste del poblado de San Miguel Cuyutlán..... 66

Fotos No 9 y 10. Estas fotos representan al perfil No5, ubicado al Sureste del poblado de San Miguel Cuyutlán..... 69

Fotos No 11 y 12. Estas fotos representan al perfil No6, ubicado al Sur del poblado de San Lucas Evangelista 72

Fotos No 12 y 14. Estas fotos representan al perfil No7, ubicado al Noroeste del poblado de San Lucas Evangelista..... 75

Fotos No 15 y 16. Estas fotos representan al perfil No8, ubicado al Noreste del poblado Cuexcomatitlán..... 78

RESUMEN.

El área de estudio corresponde a la cuenca de la laguna de Cajititlán, dentro del Municipio de Tlajomulco de Zuñiga Jalisco, con una superficie aproximada de 20,770.00 ha de las cuales, 9,600.00 ha corresponden al piso de valle, que es el área agrícola muestreada. Los sitios de muestreo se determinaron por fotointerpretación y se ubicaron de acuerdo a áreas homogéneas de capacidad de uso del suelo, estableciendo un total de 22 sitios, 14 corresponden a barrenaciones y los 8 restantes a perfiles de suelos; el número de muestras obtenidas fue de 35; 13 muestras corresponden a subhorizontes y no se hicieron determinaciones de laboratorio y 22 fueron analizadas y procesadas para la obtención de los planos de Nitrógeno, Fósforo, Potasio, M.O, pH; y Fertilidad de suelos.

El método base empleado en la determinación de la fertilidad y regímenes hidrotérmicos se denomina, Método Fotopedológico (Peña, 1965), el cual consta de tres fases de trabajo Precampo, Campo y Poscampo.

En la fase de Poscampo se emplearon dos programas de cómputo; el primero se basa en el Método de interpolación de media flotante (PROGRAMA ILWIS), empleado en el procesamiento de resultados de análisis de suelos, generándose los planos de N, P, K, pH, M.O y con la sobreposición de éstos se obtuvo el plano de Fertilidad de suelos. El segundo programa se le conoce como Modelo de Simulación de Regímenes de Humedad y Temperatura de los Suelos (PROGRAMA NEWHALL 1986), el cual se utilizó para procesar los datos termopluviométricos de las estaciones meteorológicas representativas del área de estudio, de esta manera se generó el plano de regímenes hidrotérmicos de los suelos de la cuenca bajo estudio.

De las 9,600.00 hectáreas muestreadas del piso de valle, el 28.0 % de ésta superficie se considera como la unidad de mayor nivel de fertilidad; mientras que 65.0 % de la superficie corresponde al nivel de fertilidad moderada y por ultimo el 7.0 % del área señalada, corresponde a todos aquellos suelos con nivel de fertilidad baja.

Los regímenes hidrotérmicos obtenidos en la cuenca fueron tres, de los cuales el Tropustico údico ocupa el 46.2% de la superficie total de la cuenca; el 52.9% corresponde al Tropustico típico; mientras que el 0.9% del área, al régimen Acuico.

I. INTRODUCCION.

Dentro de nuestro hábitat natural el suelo y el agua son dos de los recursos más importantes para el desarrollo y mantenimiento de la vida. El suelo es importante, ya que proporciona la mayoría de los nutrimentos necesarios para el crecimiento de las plantas y animales. El agua es vital puesto que constituye una gran parte de la materia viva y actúa como vehículo de los nutrimentos. Aunque estos dos recursos, suelo y agua, son muy comunes y abundantes en la naturaleza, sin embargo, no están distribuidos en cantidad y en calidad en todas las partes del mundo. La cantidad total de estos recursos disponibles en cualquier nación es limitada. Además, los recursos agua y suelo, son agotables y pueden llegar a desperdiciarse con facilidad si se emplean en forma inadecuada.

Para entender la verdadera problemática existente, basta con ser un poco observadores y ver como, muchos de nuestros recursos naturales se van deteriorando a tal grado que grandes áreas con potencial productivo han pasado a ser improductivas y difíciles de incorporar a su condición original.

En algunas regiones de México, el uso indiscriminado de agroquímicos, la mala o nula rotación de cultivos, la baja eficiencia en el manejo del suelo y la deforestación de los bosques, están causando erosión de los suelos, así como pérdida de fertilidad del mismo. Se ha informado que la pérdida de fertilidad por erosión es 20 veces más rápida que cuando se elimina por los cultivos; es por ello que en nuestro estudio conoceremos el estado en que se encuentra dicho recurso en cuanto a su fertilidad y disponibilidad de agua y temperatura. Con base a esto podremos generar la información de la potencialidad existente y evaluar su capacidad de producción, tomando en cuenta los recursos ambientales y sociales.

La generación de estudios de suelos bajo esta índole, son necesarios para suministrar a un país el inventario del recurso. Los agricultores que tengan un mapa moderno de los suelos de sus ejidos o municipios, pueden obtener una predicción aceptable del rendimiento de sus cultivos; así como de las normas adecuadas sobre sus sistemas de explotación agrícola, de esta forma solucionaremos los problemas de salinidad, acidez e incidencia de sodio y mal drenaje, etc.

1.1 OBJETIVOS.

- Conocer y definir las tendencias del comportamiento de los procesos de deterioro de la fertilidad de los suelos, especificando aquellos que se consideren críticos en la pérdida de áreas productivas.

- Identificar y cartografíar las unidades de suelo a nivel subunidad y fase según FAO 1974.

- Definir los regímenes hidrotérmicos de los suelos agrícolas de la Cuenca de Cajititlán y su posible influencia en las actividades productivas.

- Contribuir a la conservación y al aprovechamiento sostenible del recurso suelo.

- Generar cartografía temática que permita mostrar e identificar las áreas con potencial productivo.

1.2 HIPOTESIS

- El uso de metodologías para levantamientos de suelos no influye en la determinación de los niveles de fertilidad del suelo.

- Las características hidrotérmicas de los suelos, no afectan los niveles de fertilidad de éstos.

II. REVISION DE LITERATURA.

2.1 Fertilidad de suelos.

2.1.1 Concepto inicial de fertilidad de suelo.

Earle (1973), Menciona que el término fertilidad de suelos se aplica solamente a la cantidad de elementos nutritivos para las plantas que se encuentran en el suelo. Ese sería un concepto demasiado estrecho. La fertilidad de suelos es algo mucho más complejo. Abarca no sólo su composición química y la cantidad de elementos nutritivos disponibles para las plantas, sino también las disposiciones físicas y las características de las partículas del suelo, el contenido de humedad, el contenido de substancias orgánicas y sus habitantes vivos, las bacterias del suelo, los hongos e incluso otras formas más elevadas de vida. Así pues, es evidente la gran cantidad de problemas variados que existen con respecto a la fertilidad de suelos.

Tamhane *et al* (1978), Señala que con frecuencia, fertilidad de suelos y productividad del suelo se emplean en forma sinónima, pero la mayor parte de los científicos prefieren establecer una distinción entre las dos palabras. La fertilidad de suelo puede definirse como la capacidad del suelo para suministrar todos los nutrimentos esenciales de la planta en forma asimilables y en un equilibrio adecuado. La fertilidad de suelo indica las condiciones de los nutrimentos de la planta en el suelo, mientras que la productividad del suelo señala la resultante de los factores diversos que influyen en la producción de los cultivos.

Foster (1988), Menciona que la presencia en el suelo de los elementos necesarios en cantidades, debidamente equilibrada y disponible, para los cultivos de vegetales cuando los factores: luz, temperatura y estado físico del suelo son favorables.

2.1.2 Perdida de nutrimentos del suelo.

Ortiz V. y Ortiz S. (1984), Señalan que los nutrimentos de las plantas son perdidos por el suelo de diferentes maneras y esto tiene gran significado en la producción agrícola.

2.1.2.1 Remoción de nutrientes por los cultivos cosechados.

Ortiz V. y Ortiz S. (1984), la mayor parte de pérdida de nutrientes del suelo es debido a la remoción de los cultivos cosechados. Como el objetivo principal de la agricultura, es la producción de cosechas para el consumo humano, animal y materia prima para la industria. La pérdida de nutrientes para los cultivos cosechados no puede totalmente evitarse. Sin embargo, las pérdidas pueden reducirse en parte al utilizarse los residuos de las cosechas.

Todos los cultivos remueven grandes cantidades de los nutrientes N y K cada año, mientras que la remoción de P es relativamente menor. La cantidad varia de cultivo a cultivo y de localidad en localidad.

CUADRO No 1. Los Nutrientes de las planta removidos por los cultivos de importancia económica, se incluye granos y paja de algunos de estos cultivos (Ortiz V. y Ortiz S.,1984).

CULTIVO	PRODUCCION - kg/ha	NITROGENO N kg/ha	FOSFORO P_2O_5 kg/ha	POTASIO K_2O kg/ha
Alfalfa	7 000	200	50	200
Avena	3 000	76	36	82
Cacahuate	2 000	120	85	63
Cebada	3 500	95	35	62
Cítricos	media	240	45	90
Jitomate	4 500	105	45	135
Maíz	6 000	150	72	145
Papa	30 000	140	60	180
Trigo	3 500	110	51	60

2.1.2.2 Pérdidas de nutrientes por lavado.

Ortiz V. y Ortiz S. (1984), las fracciones de nutrientes solubles en agua están sujetas a pérdidas por lavado del agua de lluvia o de riego. Los suelos arenosos están más propensos al lavado que los arcillosos y los suelos desnudos más que los cubiertos por plantas.

El promedio se podría estimar que las pedidas de N por lavado es menor del 10 % del causado por las cosechas del cultivo, la pérdida de K es apreciablemente menor que aquellas de N y las de P son inapreciables. De este modo el N es el nutrimento que más se pierde por lavado.

2.1.2.3 Pérdida de nutrientes por la erosión.

Ortiz V. y Ortiz S. (1984), Expresan que la erosión es la remoción física del suelo por el agua o el viento. Cuando es severa puede originar la pérdida de gran parte

del suelo superficial. Como el suelo es el que se pierde, los nutrientes presentes en él también son perdidos.

Las pérdidas de nutrientes por la erosión pueden ser grandes o pequeñas, importantes o inapreciables, de acuerdo al grado de erosión y condición del suelo; además de sus características intrínsecas.

2.1.2.4 Pérdida de nutrientes en forma de gas.

Ortiz V. y Ortiz S. (1984), Mencionan que la pérdida de nutrientes afecta principalmente al N. Este resulta de una transformación química en la cual el NO_3, una de las formas solubles de N del suelo, es cambiado a N_2 elemental que se pierde del suelo como gas.

2.1.3 Métodos de valoración de la fertilidad.

Tamhane *et al* (1978), Indican que se han utilizado diversos métodos para valorar la fertilidad del suelo, predecir las necesidades de la planta y recomendar la clase y cantidades apropiadas de fertilizantes o correcciones del suelo. El método ideal para determinar la fertilidad del suelo, sería medir el contenido disponible de nutrimentos de las plantas de un suelo y calcular a la vez, la capacidad de un suelo a fin de mantener un suministro continuo de nutrimentos para un cultivo hasta la madurez. Los diversos métodos para valorar la fertilidad del suelo se clasifican de la siguiente forma.

2.1.3.1 Métodos químicos.

Tamhane *et al* (1978), Describen que generalmente este método depende de reactivos químicos para determinar los nutrimentos y algunas otras propiedades físico - químicas que intervienen en la fertilidad de suelos; este método incluye:

- **Análisis de suelo.**
  - a).- Análisis total
  - b).- Pruebas en busca de nutrimentos disponibles
- **Análisis de la planta.**
  - a).- Análisis total
  - b).- Pruebas de tejidos de las plantas
  - c).- Métodos químicos.

2.1.3.2 Métodos biológicos.

Tamhane *et al*, (1978). Indican que los métodos biológicos se sirven de plantas como agentes extractivos para lograr los mismos propósitos de fertilidad de suelos. En general las pruebas biológicas del suelo son de dos tipos: los que se usan plantas superiores y los que usan plantas inferiores, como bacterias y hongo.

- Empleo de plantas superiores.

a).- Pruebas de fertilizantes simples en campos de agricultores

b).- Experimentos prácticos

c).- Métodos que utilizan plantas como extractores de nutrimentos

Técnica de Mitscherlich

Método de Neubaver de los vástagos

d).- Empleo de plantas indicadoras

e).- Diagnóstico visual

f).- Rociado de hojas

- Métodos biológicos.

a).- Prueba de la placa con Azotobacter

b).- Prueba con Aspergillus niger

c).- Método de la placa con Cunninghamella

d).- Método de la evolución de carbono.

2.1.4 Necesidades de nutrimentos por las plantas.

Ortiz V. (1977), las plantas como los animales y seres humanos requieren alimento para su crecimiento y desarrollo. Este alimento está compuesto de ciertos elementos químicos referidos como elementos alimenticios de la planta.

Las plantas contienen pequeñas cantidades de 90 o más elementos de los cuales 17 se consideran esenciales para el desarrollo y reproducción de las plantas superiores. Estos elementos son: C, H, O, N, P, K, Ca, Mg, S, Fe, Mn, Cu, B, Zn, Mo, Cl y Co. Algunos investigadores consideran necesarios al Va, Na, Si, y Ga. Posiblemente en un futuro no muy lejano aumentara la lista de elementos esenciales.

- Fuentes de nutrimentos.

Ortiz V. (1977), Clasifica los nutrimentos de la siguiente forma:

a).- **Nutrimentos.**

El C y la humedad (H_2 y O_2) constituye la mayor parte del peso de las plantas. La mayoría de los cultivos obtienen su C y O directamente del aire por fotosíntesis. El H_2 es derivado directa o indirectamente del agua del suelo.

b).- Macronutrientes.

Este grupo esta constituido por seis elementos que son obtenidos del suelo por las plantas con excepción de las leguminosas que pueden fijar y utilizar el N de la atmósfera a través de las bacterias de los nódulos en las raíces. De estos nutrimentos el N, P y K son utilizados por las plantas en cantidades considerables de aquí que se les designe como nutrimentos mayores

Los otros tres macronutrientes: Ca, Mg y S son a veces llamados nutrimentos secundarios debido a su importancia secundaria en la manufactura de los fertilizantes nitrogenados, fosfatados y potásicos.

c).- Micronutrientes.

Este grupo lo constituye siete nutrimentos que son utilizados por los cultivos en pequeñas cantidades y por esta razón se les llama micronutrientes. Los micronutrientes, sin embargo, son tan esenciales en el desarrollo de las plantas como los del grupo N P K.

Para el crecimiento y desarrollo adecuados de las plantas los nutrimentos deben satisfacer las siguientes condiciones.

1.- Deben estar presentes en forma aprovechable para las plantas.
2.- El nutrimento debe estar presente en concentración óptima para el desarrollo de las plantas.
3.- Debe haber un balance adecuado entre la concentración de los diferentes nutrimentos solubles en el suelo.

2.2 Conservación de la fertilidad de los suelos.

2.2.1 Aplicación de fertilizantes.

Tisdale y Nelson (1977), Explican que los cultivos se fertilizan para suministrar los nutrimentos que no se hallan presentes en suficientes cantidades en el suelo. El propósito de un programa de fertilización adecuado es suministrar año tras año las cantidades de fertilizantes que darán como resultado el máximo de rendimiento. En otras palabras, conducir a la utilización más eficiente del fertilizante y otros productos absorbidos.

Tamhane *et al* (1978), Mencionan que sin fertilizantes químicos la población del mundo probablemente agotaría muy pronto su producción de alimentos. Con los fertilizantes y otros elementos esenciales de la producción agrícola, tales como las semillas mejoradas, insecticidas y un suministro más adecuado de agua de riego, puede demorar, quizá indefinidamente, una presión decisiva de la población sobre la tierra.

El interés por la producción y el empleo de fertilizantes químicos, naturales o sintéticos desde el tiempo en que Liebig en su "Ley de Restitución", señaló que para el mantenimiento de la fertilidad del suelo era necesario la reposición de los nutrimentos que los cultivos extraían del suelo.

Mientras que Willard (1993), Señala que lo más importante es que la mayoría de los cultivos, en la mayor parte de los suelos, responden satisfactoriamente a la aplicación de fertilizantes. Esto significa que el agricultor aumentará sus ganancias mediante el empleo de fertilizantes. Otros utilizan el fertilizante para prevenir o reducir la erosión del suelo, para embellecer los alrededores o para mejorar aquellos que ellos hacen crecer. Los fertilizantes no sólo elevan los rendimientos, si no que, cuando se usan adecuadamente, también el color de los frutos y de las flores aumenta al igual que el contenido de proteínas, minerales y vitaminas en los alimentos.

Jacob y Uexkull (1993), Señalan que el propósito básico de utilizar los fertilizantes es suplir las reservas de nutrientes del suelo para asegurarse de que la nutrición no limite el crecimiento del cultivo ni su rentabilidad.

Con frecuencia la producción de cultivos y su rentabilidad se ven limitados por la disponibilidad de nutrientes. La disponibilidad varía año tras año debido a la genética del cultivo, las condiciones del suelo, el tiempo, las prácticas de apoyo de la producción, o las decisiones del manejo de otros insumos de la producción.

- Clases de fertilizantes.

Jacob y Uexkull (1993), Mencionan que de acuerdo al origen de lo fertilizantes estos son clasificados de la siguiente manera:

a).- Fertilizantes orgánicos.

La mayoría de los abonos orgánicos (de origen animal o vegetal) contienen varios elementos nutritivos (particularmente N y P, así como pequeñas cantidades de K y elementos menores), cuya concentración es esencialmente más baja que los fertilizantes minerales. A pesar de ello los abonos orgánicos no deberán valorarse únicamente por su contenido en nutrientes sino también por su benéfico efecto en el suelo.

Cooke (1986), Expresa en el Cuadro No2, una relación de los principales productos orgánicos utilizados con su valor fertilizante expresado por su contenido en elementos nutritivos y sus características de contenido total de materia orgánica y la reacción en el suelo.

En el cuadro se destaca por su contenido en nutrientes la gallinaza y el estiércol de oveja. Como fertilizantes orgánicos nitrogenados, cabe señalar que la sangre seca, los cuernos y pezuñas molidas, llegan a tener un 13 y un 18 % de N, respectivamente.

CUADRO No 2. Valor fertilizante de los principales materiales orgánicos que se utilizan más frecuentes y sus características y riqueza media de elementos nutritivos (Cooke, 1986).

PRODUCTO	MATERIA SECA (%)	CONTENIDO DE ELEMENTOS NUTRITIVOS (kg/ton)					REACCION ACIDA (A) BASICA (B)
		N	P_2O_5	K_2O	Mg 0	S	
Estiércol de vacuno	32	7	6	8	4	-	A
Estiércol de oveja	35	14	5	12	3	0.9	A
Estiércol de cerdo	25	5	3	5	1.3	1.4	A
Gallinaza	28	15	16	9	4.5	-	B
Purines	8	2	0.5	3	0.4	-	-
Estiércol vacuno de establo	100	20	13	20	-	-	A
Estiércol de caballo	100	17	18	18	-	-	A
Estiércol de Oveja	100	40-50	15-20	35-40	-	-	A
Estiércol de Cerdo	100	20	14	18	-	-	A
Gallinaza	100	30-50	30-150	20-25	-	-	B
Harina de hueso	100	20-30	200-250	-	10	2	-
Sangre Seca	100	130	-	-	-	-	A
Guano del Perú	100	130	125	25	10	4	-
Residuos de Pescado	100	40-100	30-60	-	5	2	-
Residuos de Lana	100	30-90	-	-	-	-	-
Torta de algodón	100	30-70	20-30	10-20	-	-	-

b).- Fertilizantes inorgánicos.

Cualquier sustancia que se añada al suelo para aportar uno a más nutrientes de las plantas con el fin de aumentar su crecimiento, es un fertilizante. Por lo general los fertilizantes inorgánicos, son compuestos químicos simples o compuestos hechos en fábricas o extraídos de las minas, que proveen nutrientes a las plantas y no son residuos de materia viviente animal o vegetal. En la mayoría de los países, el término "fertilizantes inorgánicos" se aplica a materiales que proporcionan nitrógeno, fósforo y potasio. A veces se incluye en ellos a los que proveen calcio y con menor frecuencia los de magnesio. Sin embargo, todos los nutrientes esenciales de las plantas (macro y micronutrientes) que se agreguen al suelo para beneficio de los cultivos son fertilizantes.

Jacob, y Uexkull (1989), señala que los fertilizantes deben contener al menos, uno de los tres elementos principales. Se denomina fertilizantes simples aquellos que sólo contienen uno de los tres elementos: Nitrógeno, fósforo o potasio. En los cuadros No3 y 4 se mencionan los diferentes tipos de fertilizantes nitrogenados y fosforados. Aquellos productos que tienen más de uno de dichos elementos, se denominan fertilizantes compuestos. En el cuadro No5 se menciona en forma resumida los principales fertilizantes compuestos.

CUADRO No 3. Características de los fertilizantes nitrogenados simples (Alonso, 1989).

DENOMINACION	N (%)	RIQUEZE DE OTROS ELEMENTOS (%)	FORMULA QUIMICA DEL (N)	PRESENTACION	REACCION EN EL SUELO E INDICE
a) Nitrógeno de liberación rápida					
Sulfato de amónio	21	24 (S)	Amoniacal	Cristalizado	110 (A)
Nitrato de amónio	33.5	-	Nítrica / amoniacal	Granulado o Perlado	60 (A)
Nitrato de amónio cálcico	20.5-30	20-10 (CaO)	Nítrica / amoniacal	Granulado	0-20 (A)
Nitrosulfato amónico	26	12 (S)	Nítrica / amoniacal	Granulado	93 (A)
Nitrato cálcico	15.5	28 (Ca)	Nítrica	Polvo/Granulado	21 (B)
Nitrato de sodio	26	-	Nítrica	Cristalizado/Granulado	29 (B)
Cianamida cálcica	20.5	54 (CaO)	Amídica	Polvo	63 (B)
Urea	46	-	Ureica	Perlada	80 (A)
Amoniaco anhidro	82	-	Amoniacal	Gaseosa	148 (A)
Soluciónes de amoníaco	41	-	Amoniacal	Líquido	70 (A)
Soluciones nitrogenadas	32	-	Varias	Líquido	57 (A)
b) Nitrógeno de liberación lenta					
Urea-azufre	35	19 (S)	Ureica	Perlado	60 (A)
Urea-formaldehido (formurea)	38	-	Ureica	Perlado	68 (A)
Oxamida	32	-	Amídica	Granulado	56 (A)
Crotonilen diurea	30	-	Ureica	Granulado	52 (A)
Isobutilen diurea	32	-	Ureica	Granulado	52 (A)

CUADRO No 4. Características principales de los fertilizantes fosfatados simples (Alonso, 1989).

DENOMINACION	P_2O_5 (%)	RIQUEZA DE OTROS ELEMENTOS (%)	FORMA QUIMICA PRINCIPAL (FOSFATO)	PRESENTACION	REACCION EN EL SUELO E INDICE
Super fosfato simple	18	26 (CaO) 12 (S) 5 (Mg O)	F. Monocálcico	Polvo o granulado	-
Super fosfato triple	45	18 (CaO) 1 (S) 0.5 (MgO)	F. Monocálcico	Polvo o granulado	-
Acido fosfórico	54	12 (S)	Ortofosfato	Líquido	70 (A)
Acido superfosfórico	76	-	Polifosfatos	Liquido	-
Fosfato bicálcico	40	32 (CaO)	F. bicálcico	Polvo	25 (B)
Metafosfato cálcico	64	25 (CaO)	Polifosfato	Polvo/cristalizado	-
Fosfatos calcinados	18-28	40 (CaO)	Tricálcico	Polvo fino	-
Fosfatos naturales	25-40	(CaO)	F.tricálcico	Pol vo muy fino	-
Escorias básicas	15	45-50 (CaO), 2-5 (MgO)	-	polvo muy fino	3 (B)

CUADRO No 5. Características principales de los fertilizantes compuestos y complejos binarios y ternarios (Alonso, 1989).

DENOMINACION	RIQUEZA EN N- P -K %				ESTADO FISICO PRESENTACION	SOLUBILIDAD Y OTRAS CARACTERISTICAS
	N	P_2O_5	K_20	TOTAL		
BINARIOS N-P						
Fosfato monoamónico (MAP)	10/11	50/55	-	60/66	Sólido, polvo o granulado	98 % al agua
Fosfato diamónico (DAP)	16/18	48/46	-	54	Sólido, polvo o granulado	98 % al agua
Polifosfato amónico	10/15	35/62	-	45/77	Sólido , polvo o granulado	98 % al agua
Soluciones binarias claras	10	34	-	44	Líquido	100 % al agua
Nitrofosfato	20	20	-	40	Sólidos granulados	30-50 % al agua (P)
Compuestos y complejos	-	Variable	Variable	30-50	Líquidos, suspenciones y Sólidos	30- 100 % al agua
BINARIOS P-K						
Metafosfato potásico	-	55	35	90	Sólidos en polvo muy fino	45-99 % al agua (P)
Polifosfatos potásicos	-	41-55	35-45	86-95	Sólido en polvo fino	25 % al agua (P)
Compuestos y complejos	-	Variable	Variable	21/50	Sólidos granulados	80 % al agua (P)
BINARIOS N-K						
Nitrato potásico	13	-	44	57	Cristalizado o perlado	100%
TERNARIOS N-P-K						
Compuestos y complejos	2-20	8-24	5-30	24-60	Sólido granulado	10- 90 % al agua (P)
Soluciones claras NPK	-	Variable	-	24-30	Líquido	100 % al agua
Suspenciones NPK	-	Variable	-	30-45	Suspensiones arcillosas	100 % al agua

2.2.2 Corrección de la reacción del suelo.

Tamhane *et al* (1978), Señalan a la reacción del suelo como una de la característica química más importante que determina muchas propiedades físicas y químicas del suelo. La adecuación del suelo como un medio para el desarrollo de las plantas y de microorganismos deseables depende de que el suelo sea ácido, neutro o alcalino.

Willar (1993), Indica que el grado de alcalinidad o acidez se mide mediante lo que se conoce como escala de pH. El potencial Hidrógeno (pH) es quizá la característica del suelo más comúnmente medida. La escala de pH va desde 0 hasta 14. Los suelos con pH de 7 son neutros. Los que tienen valores de pH menores de 7 son ácidos y aquéllos que tengan valores mayores de 7 son alcalinos. El valor de pH en la mayoría de las tierras se encuentra entre 4.0 y 8.0; La mayoría de los cultivos, sin embargo, prosperan mejor en tierras con valores de pH entre 6.0 y 7.0 algunas excepciones notorias son las plantas "de gusto ácido o alcalino." El pH del suelo ejerce influencia individual más importante sobre el aprovechamiento de los elementos alimentarios que hacen crecer los cultivos, y del mismo modo, sobre la eficiencia con la cual el cultivo hace uso del fertilizante.

2.2.2.1 Suelos ácidos.

Tamhane *et al* (1983), Menciona que los suelos son ácidos por una o más de las razones siguientes:

a).- Lixiviación a causa de lluvia intensa.

La magnitud de la lixiviación es un factor principal involucrado al determinar si el suelo formado será o no, ácido. La lluvia transporta la cal y otras bases hacia abajo más allá del alcance de las raíces de las plantas. Las regiones lluviosas son las más susceptibles a la formación de suelos ácidos a menos que exista una acumulación grande de $CaCo_3$ presente en el suelo. Así, los países que tienen una lluvia anual de 100 cm o más, tienen un porcentaje elevado de suelos ácidos.

b).- Origen del suelo de material ácido.

Algunos suelos se han desarrollado partiendo de materiales de origen ácido.

c).- Empleo de fertilizantes reacción ácidos.

Desde hace mucho tiempo, se sabe que el empleo de sulfatos y nitrato de amonio aumentan la acidez del suelo. Los iones de amonio (como en el sulfato de amonio) cuando se agregan al suelo reemplazan al calcio (catión dominante).

d).- Acción microbiológica.

Varios microorganismos se encuentran activos en el suelo. Estos originan muchos procesos, tales como la descomposición de los residuos orgánicos y la nitrificación. Como resultado de la actividad microbiana, constantemente se están formando ácidos. Estos al liberarse, buscan una base del $CaCo_3$ libre o del complejo de intercambio. Si éste está poco saturado de bases, dichos ácidos no se neutralizan y hacen que la solución del suelo sea ácida.

2.2.2.1.1 Tratamiento de suelos ácidos.

Willar (1993), Expresa que el mejor método para saber los requerimientos de cal es obtener un análisis de tierra. Normalmente, los resultados del análisis van acompañados de una recomendación para la aplicación de cal. La cantidad de material donador de cal que se requiere para cada suelo depende del tipo de éste, de su contenido de materia orgánica y de la finura del material que se utilice, así como también del valor presente de pH, según lo haya revelado el análisis de tierra.

CUADRO No 6. Cantidades aproximadas de piedra caliza, finamente molida, necesaria para elevar el pH de una capa de 17.78 cm de tierra (Willar 993).

SUELOS SEGUN LA REGION Y LA CLASE DE TEXTURA	PIEDRA CALIZA Ton/Ha. PARA ELEVAR		
	De pH 3.5 A pH 4.5	De pH 4.5 A pH 5.5	De pH 5.5 A pH 6.5
*** Suelos de regiones templado caliente y tropicales.**			
Arena y arena arcillosa	0.6	0.6	0.9
Arcilla Arena	-	1.1	1.5
Arcilla	-	1.8	2.2
Arcilla Aluvión	-	2.7	3.1
Mantillo	5.6	7.4	8.5
*** Suelos de regiones templado fríos y templado**			
Arena y Arena Arcillosa	0.9	1.1	1.3
Arcilla arena	-	1.8	2.9
Arcilla	-	2.7	3.8
Arcilla Aluvión	-	3.3	4.5
Mantillo	6.5	8.5	9.6

Antes de todo, la aplicación de cal es un método para rectificar la acidez del suelo, pero se obtienen algunos otros beneficios:

a).- Suministra calcio y magnesio
b).- Estimula la actividad bacteriana conveniente
c).- Mejora la estructura de tierras pesadas
d).- Favorece la estructura de tierras arenosas
e).- Mejora la disponibilidad de otros elementos alimentarios para las plantas
f).- Ayuda a la efectividad de los fertilizantes.

2.2.2.1.2 Tipos de materiales que proporcionan cal.

Willar (1993), Menciona a la piedra caliza agrícola y piedra caliza dolomítica son dos materiales que más comúnmente son usados para el encalado. La piedra caliza dolomítica suministra calcio y magnesio a la vez. Otros materiales comunes son: cal calcinada o hidratada, harina de conchas de ostras, marga molida, escorias de horno de fundición y escorias básicas (esta última contiene también de 8 a 10 % P_2O_5 aprovechable y microelementos).

La clase de materiales que se utilice dependerá de: Accesibilidad local, costo y fin al que se le destine. Los materiales que contienen cal son generalmente, artículos pesados y caros; por esta razón, habitualmente no es conveniente económicamente, enviarlos a largas distancias. Las cales calcinadas e hidratadas tienen un poder neutralizante más rápido que las piedras calizas agrícolas y dolomiticas, pero también son mucho más caras y más difíciles de maneja.

2.2.2.1.3 Influencia de la finura en la eficacia en la aplicación.

Willar (1993), Señala que cuanto más fina sea la molienda de un material que contiene cal, mayor será la rapidez con que muestre su efectividad. Si es demasiado grueso, prácticamente es inútil como material agrícola aportador de cal.

La finura se expresa en términos de tamices "Malla Estándar en E.U." por ejemplo, un tamiz de 10 mallas tiene 10 aberturas en cada uno de los lados de un cuadrado de una pulgada (2.54 cm), o sea 100 aberturas por pulgada cuadrada.

La piedra caliza de finura mayor de 60 mallas reaccionará casi completamente dentro de los seis a doce primeros meses después de su aplicación. La caliza que se encuentra entre 10 y 20 mallas reaccionara muy lentamente, y sólo 50 % llegara a ser aprovechable en un período de varios años.

2.2.2.2 Suelos alcalinos.

Willar (1993), Expresa que la acidez de la tierra da lugar a problemas de producción en las zonas húmedas, la alcalinidad y la excesiva acumulación de sales solubles en el suelo son problemas igualmente graves en los Estados áridos y semiáridos.

El tipo de tratamiento a seguir dependerá de que tipo de suelo alcalino sea, ya que los suelos alcalinos se dividen:

2.2.2.2.1 Suelos salinos.

Según Willar (1993), La excesiva acumulación de sales solubles, se presentan como resultado de uno, o más de los factores siguientes:

a).- Lluvias escasas y alta evaporación
b).- Drenaje inadecuado
c) .- Deficientes prácticas de riego
d).- Utilización de agua de baja calidad para riego.

Ordinariamente, un suelo salino es solo ligeramente alcalino, con valores de pH 7.0 a 8.5; además, contiene muy poco sodio adsorbido. A menudo, estos suelos pueden reconocerse por la presencia de costras blancas de sal; por la superficie húmeda, de aspecto aceitoso, desprovistas de vegetación, por el crecimiento raquítico de las plantas, con considerable variación en el tamaño y con el follaje de color azul - verde oscuro; y, algunas veces, por estar quemados los extremos y los bordes de las hojas.

La salinidad afecta al crecimiento de la planta a través de la reducción en la cantidad de agua que absorben las raíces y a través de la acción tóxica directa. Algunas sales o iones son inocuos en bajas concentraciones. Los iones más propensos

acumularse y causar daño son: Sodio, cloro, bicarbonato y sulfato. El boro, el litio y algunos otros iones pueden ser tóxicos en minúsculas concentraciones.

- Tratamiento de suelos salinos.

USDA (1962), Menciona que debido al contenido excesivo de sales, los suelos salinos están, comúnmente, altamente floculados y tienen buena estructura física. Generalmente, su permeabilidad es igual o mayor que en los suelos similares no salinos. En virtud de que las sales perjudiciales son solubles al agua, pueden extraerse simplemente por lixiviación con cantidades adecuadas de agua de buena calidad para riego. Sin embargo, el primer requisito, ya sea para la recuperación o para prevención de futuras acumulaciones excesivas es que la cantidad de agua que se utilice en la operación de lixiviación debe balancearse cuidadosamente para resolver cada situación en particular. Demasiada agua tenderá a llevarse los nutrimentos de las plantas, muy poca agua de riego o de pobre calidad, será insuficiente para efectuar la lixiviación deseada.

2.2.2.2.2 Suelos álcali.

USDA (1962), Menciona que los suelos álcali no salinos generalmente son altamente alcalinos, con pH de 8.5, o mayor aunque existe un grupo llamado "álcali degradado" que en realidad puede ser de reacción ácida, especialmente en la superficie del suelo. Los suelos álcali no salinos corresponden a los suelos "álcali negros y se puede hacer referencia a ellos como "manchas lustrosas"; debido al exceso de sodio soluble en el sistema del suelo, que satura en el complejo de intercambio.

Los suelos álcali salinos rara vez tienen un pH de más de 8.5, probablemente, se presenta más extensamente que los salinos puros o los álcali no salinos. Debido a la presencia de sales en exceso, su apariencia y propiedades generales son similares a la de los suelos salinos.

La característica distintiva de los suelos álcali es la presencia de sodio adsorbido, intercambiable en cantidades suficientes para interferir en el desarrollo de la mayoría de los cultivos. Esto se mide mediante lo que se llama porcentaje de sodio intercambiable, en el cual en los suelos normales, arroja un promedio de alrededor de 6, comparado con

60 de los suelos álcali. Un suelo se considera álcali cuando el porcentaje de sodio intercambiable es de 15 o más. En los suelos álcali el sodio sustituye a los iones de calcio y magnesio en la superficie de las partículas de arcilla.

- Tratamiento de suelos álcali.

USDA (1962), Resume que afortunadamente, las partículas de tierra parecen tener mayor preferencia por los benéficos iones de calcio y magnesio que por el dañino sodio. En esta preferencia por el calcio y el magnesio está basado el tratamiento de los suelos álcali.

La recuperación de suelos álcali se lleva acabo, comúnmente, mediante la aplicación de mejoradores químicos que suministran calcio o ponen en libertad el calcio insoluble, que ya estaba en la tierra. Esto es así, tanto para los suelos álcali salinos como para los suelos álcali no salino, aunque la lixiviación extrae las acumulaciones excesivas de sales solubles en los suelos álcali salinos, el porcentaje de sodio adsorbido debe reducirse hasta un nivel seguro antes de que sea restablecido por completo la productividad de la tierra.

La clase de mejorador y la cantidad que se use depende de las características físicas y químicas de los suelos, rapidez de substitución y consideraciones económicas.

Se usan ensayos químicos para obtener estimaciones de la cantidad de mejoradores químicos necesarios para substituir al sodio intercambiable. En virtud de que la recuperación de suelo álcali puede ser un proceso costoso, siempre es conveniente tener de antemano toda información exacta que sea posible. Esta información comprende análisis de suelo y asesoría por parte de los expertos.

Los mejoradores químicos para la substitución de sodio adsorbido son de tres tipos:

1.- Sales de calcio soluble.

a).- Cloruro de sodio

b).- Sulfato de calcio

2.- Sales de calcio de baja solubilidad.

a).- Carbonato de calcio (piedra caliza)

3.- Acido o generadores de ácidos.

a).- Acido sulfúrico

b).- Azufre

c).- Sulfato de hierro

d).- Sulfato de aluminio y polisulfuro de amonio.

CUADRO No 7. Cantidad de yeso y azufre que se requiere para recuperar suelos álcali.

SODIO INTERCAMBIABLE Mq/100 gr	ESPESOR 30 cm Ton/Ha		ESPESOR 15 cm Ton/Ha	
	YESO	AZUFRE	YESO	AZUFRE
1	3.8	0.72	2.0	0.36
2	7.6	1.43	3.8	0.72
3	11.6	2.15	5.8	1.07
4	15.4	2.87	7.6	1.43
5	19.3	3.58	9.6	1.79
6	23.1	4.30	11.6	2.15
7	26.9	5.02	13.4	2.51
8	30.7	5.73	15.4	2.87
9	34.7	6.45	17.2	3.22
10	38.5	7.17	19.3	3.58

FUENTE: Diagnosis and Improvemen of Saline and Alcali Soils, U. S. Regional Salinity Laboratory, Riverside, California (1963); .

CUADRO No 8. Equivalencia del azufre de varios mejoradores de suelos.

MEJORAMIENTO QUIMICOS	TONELADAS PARA IGUALAR TONELADA DE AZUFRE
Azufre	1.00
Bióxido de Azufre	2.00
Acido Sulfúrico	3.06
Yeso	5.38
Sulfato de Fierro	8.96
Sulfato de Aluminio	6.94

FUENTE: Diagnosis and Improvemen of Saline and Alcali Soils, U. S. Regional Salinity Laboratory, Riverside, California (1963); Según Análisis de Suelos.

2.2.3 Rotación de cultivos.

El Colegio de Postgraduados (CP), (1977), Define a la rotación como una sucesión de cultivos que difieren en ciclos continuos sobre un área de terreno determinado.

La serie o secuencia de cultivos que continuará un ciclo de rotación, debe programarse basándose en condiciones ecológicas y económicas de la región. El ciclo de rotación deberá ser mayor cuando el problema de erosión o baja fertilidad de los suelos se incremente y siempre es conveniente incluir al menos, una leguminosa dentro de la misma.

2.2.3.1 Objetivos de una rotación.

El CP (1977), Expresa que una rotación bien planeada, tiene las siguientes ventajas en relación con un sistema simple de monocultivos.

a).- Mejora o mantiene la fertilidad de los suelos

b).- Previene la incidencia de plagas, malezas y enfermedades

c).- Controla la erosión del suelo

d).- Asegura un programa balanceado de trabajo en áreas de riego y en las de temporal mantiene cubierto al suelo

e).- Previene o limita los períodos críticos de requerimiento de agua de riego

f).- Conserva la humedad del suelo de una estación a la próxima.

2.2.3.2 Principios agronómicos de una rotación.

El CP (1977), Señala que los principios que se rigen normalmente en la rotación de cultivos son:

a).- Crecimiento alternado de cultivos con sistemas radículares que se desarrollan a diferentes profundidades.

b).- Alternar cultivos susceptibles a ciertas enfermedades con aquellas que son resistentes.

c).- Alternar cultivos agotadores del suelo con aquellas que contribuyen al mejoramiento de la fertilidad.

d).- Sistematizar la explotación de la tierra, de acuerdo a los recursos y posibilidades de mercadeo de la zona, que permita un incremento de los ingresos.

e).- Alternar cultivos con diferentes requerimientos críticos de labranza, agua, mano de obra, etc., adaptándolos a las disponibilidades de la zona.

2.2.3.3 Utilización de la rotación de cultivos.

USDA (1973), Expresa que la rotación de cultivos se recomienda para terrenos de las clases I, II y III que no presentan problemas o factores como: deficiencia de humedad, erosión, topografía, textura gruesa o fina y permeabilidad bajas o altas. Esta práctica es conveniente también en terrenos de primera clase, que no presentan factores limitantes.

2.2.3.4 Tipos de rotaciones.

USDA (1973), Menciona que acuerdo con la sucesión de cultivos y con la distribución de éstos en el campo, se presentan las rotaciones por fracciones y por áreas únicas, las cuales se discuten a continuación:

2.2.3.4.1 Rotación por fracciones.

USDA (1973), Expresa que la rotación por fracciones consiste en dividir un área o terreno en lotes para sembrarlos con los diferentes cultivos que forman la rotación.

El criterio para dividir el terreno en campos, se basa en considerar la capacidad de uso del suelo, de tal manera que los terrenos de primera clase, de ser posible, deben agruparse en un lote, los de segundo en otro y así sucesivamente, aunque en ciertos casos donde por circunstancias especiales, se ubiquen lotes que comprenden terrenos con diferentes clases. Un ejemplo de este sistema aparece a continuación:

PL	Antes de iniciar la rotación	M		Primer año
		M	PL	

C		Segundo año	M	Tercer a año
C	PL		PL	C

PL		Cuarto a1 Año	SIGNOS CONVENCIONALES PL = Pasto y leguminosas M = Maíz C = Cereales
PL	C		

2.2.3.4.2 Rotación en áreas únicas.

USDA (1973), Expresa que este sistema consiste en sembrar un lote en el primer año con ciertos cultivos y en años subsecuentes con los cultivos que forman el ciclo deseado o proyectado. Un ejemplo de este tipo, sería establecer una rotación de 4 años de pasto y leguminosas con maíz y cereales, respectivamente. Para esto se seguirá el siguiente procedimiento:

PL	1° El terreno se siembra con pasto y leguminosas	PL	2° Se mantienen pastos y leguminosas
M	3° El tercer año se siembra maíz	C	4° El cuarto año se establece un cereal en lugar del maíz
PL	5° En el quinto año se vuelve a iniciar el ciclo.		

2.2.4 Aplicación de materia orgánica.

Buckman y Brady (1977), Indica que la materia orgánica del suelo consiste en residuos vegetales y animales a varios niveles de descomposición. Niveles adecuados de la misma benefician al suelo en formas diferentes:

a).- Mejora las condiciones físicas del suelo

b).- Aumenta la infiltración del agua

c).- Mejora la friabilidad del suelo

d).- Disminuye las perdidas por erosión

e).- Provee nutrientes a las plantas.

La mayoría de los beneficios se deben a sustancias desprendidas como producto de la descomposición en el suelo de los residuos orgánicos. La materia orgánica contiene cerca del 5 % del nitrógeno total, sirviendo de esta manera como un depósito para el nitrógeno de reserva. El nitrógeno en la materia orgánica se encuentra en compuestos orgánicos y por lo tanto no está disponible en forma inmediata para uso de la planta, debido a que su descomposición por lo general es bastante lenta. Muchas veces, a pesar de que un suelo contenga materia orgánica en abundancia, se necesita fertilizar con nitrógeno para asegurarse que los cultivos no leguminosos tengan una fuente adecuada de nitrógeno fácilmente disponible, especialmente aquellos cultivos que requieren en gran cantidad.

La materia orgánica del suelo también contiene otros elementos esenciales para las plantas. Los residuos vegetales y animales contienen cantidades variables de elementos minerales tales como fósforo, magnesio, calcio, azufre y micronutrientes. A medida que la materia orgánica se descompone, estos elementos se vuelven disponibles para las plantas en crecimiento.

La descomposición de la materia orgánica tiende a liberar nutrientes. Debe recordarse que el nitrógeno y el azufre pueden ser inmovilizados temporalmente durante este proceso. Los microorganismos que descomponen la materia orgánica necesitan nitrógeno para fabricar sus proteínas, si la materia orgánica al ser descompuesta tiene una relación carbono/nitrógeno (C/N) alta, es decir un bajo contenido de nitrógeno disponible tanto del suelo como de los fertilizantes.

De modo que, cuando se incorpora al suelo residuos de algodón tallos de maíz, avena o trigo, se debe agregar una cantidad adicional de nitrógeno si se va a efectuar la siembra en forma inmediata. Si no se hace esto, los cultivos pueden sufrir deficiencias temporales de nitrógeno.

Con el tiempo, el nitrógeno que se encuentra inmovilizado en el cuerpo de los microorganismos se volverá disponible, a medida que estos se van muriendo y descomponiendo.

Algunos suelos contienen niveles bajos de materia orgánica. En un clima tropical, la mayoría de los suelos contienen en forma natural niveles bajos de materia orgánica debido a que las temperaturas cálidas y las altas precipitaciones aceleran su descomposición. En zonas más frescas, en la que la descomposición se produce a menor velocidad, los niveles de materia orgánica pueden ser bastante altos. Algunos de estos suelos están perdiendo su materia orgánica debido a las labores de cultivo intensas a que son sometidos.

Si se utilizan buenas prácticas de explotación y fertilización se produce una mayor cantidad de residuos vegetales. En campos de maíz de alto rendimiento se producen alrededor de 8 toneladas de residuos una vez que se ha cosechado el grano. Estos ayudan a la conservación y a un aumento de los niveles de materia orgánica de los suelos. Además mejora las propiedades químicas, físicas y microbianas del suelo. Estos residuos deberían ser agregados en forma regular para mantener el nivel de producción de los cultivos. Es entonces conveniente que una cantidad suficiente de residuos sea reciclada en el suelo.

2.2.5 Control de la erosión del suelo.

J. Luis (1989), Define a la erosión como el desprendimiento y arrastre de las partículas sólidas del suelo, ocasionada por dos agentes principales: el agua y el aire.

Para conseguir y conservar la fertilidad del suelo se necesita, en primer lugar, conservar ese suelo, especialmente la capa superficial u orgánica, que es donde se acumulan los nutrientes. La erosión no sólo produce la pérdida de suelo cultivable, sino que ocasiona también una degradación del mismo, ya que cambia sus propiedades físicas y químicas, al ser arrastrada la materia orgánica y los elementos nutritivos.

Además de ellos, se produce una pérdida considerable de aquellos elementos finos que se disgregan con facilidad, tales como arenas y limos, lo que da lugar a la formación de un suelo arcilloso más compacto, que opone mayor dificultad a la penetración del aire y el agua.

2.2.5.1 Agentes de la erosión.

Edmundo (1984), Señala al AGUA y el VIENTO como los principales agentes de la erosión y de menor importancia la TEMPERATURA y los AGENTES BIOLÓGICOS.

a).- El agua.

Es el agente más importante de la erosión. La energía de la precipitación pluvial es usada tanto para desajustar las partículas del suelo como para transportarlas. En cualquier lugar que se registre escurrimiento superficial sobre el suelo, ocurrirá la erosión del mismo.

b).- El viento.

La erosión causada por el viento es también de gran importancia. El viento desprende, transporta y deposita las partículas del suelo. La arena u otras partículas del suelo al ser arrastradas por el viento son muy abrasivas y causan una gran erosión del suelo, desgastan y carcomen las rocas.

c).- La temperatura.

Los cambios de temperatura ocurridos entre el día y la noche, provocan cambios a muy largo plazo en la superficie de las rocas que se cuartean y descostran. Los cambios de temperatura estacional de verano e invierno tienen gran efecto en la masa de las rocas.

d).- Organismos vivos.

Los agentes biológicos como son: musgos, líquenes en las rocas, animales silvestres, ganado etc., destruyen o disgregan el suelo y lo exponen a la erosión.

2.2.5.2 Clases de erosión.

Edmundo (1984), Divide a la erosión en dos grandes clases: la erosión geológica y la erosión inducida.

a).- Erosión geológica.

Esta clase de erosión es ocasionada por la acción constante de los diversos fenómenos del intemperismo natural. Este proceso es tan lento, que necesita eras completas para producir cambios importantes en la configuración de la superficie terrestre.

b).- Erosión inducida.

La erosión inducida es causada por la intervención del hombre que modifica la erosión natural acelerando el proceso de la perdida del suelo. La destrucción de la cubierta vegetal es una de las causas más importantes de aceleración del proceso erosivo.

2.2.5.3 Tipos de erosión.

Edmundo (1984), Menciona que existen dos tipos importantes de erosión. La producida por el agua conocida como EROSION HIDRICA, y la producida por el viento o EROSION EOLICA.

a).- Erosión hídrica.

La erosión causado por la lluvia, tal vez el más importante de la erosión, se debe a la acción dispersiva y al poder de transporte del agua que cae y escapa del suelo en forma de escurrimiento superficial, si no hubiera escurrimiento superficial no habría erosión en zonas de baja precipitación.

La acción dispersiva y el poder de transporte del agua esta determinada por el choque de las gotas de lluvia, por la cantidad y velocidad de escurrimiento superficial y por la resistencia del suelo a la dispersión y al movimiento. Estos efectos dependen; Clima, topografía, cubierta vegetal, naturaleza del suelo y permeabilidad del suelo.

b).- Erosión eólica.

La erosión producida por el viento es especialmente importante en zonas semiáridas, áridas desérticas. Es una característica común donde quiera que haya terrenos de cultivo arenoso. Las tormentas de arena han constituido siempre un peligro para los habitantes de los desiertos.

2.2.5.4 Métodos de control de la erosión.

J. Luis (1989), Indica que la erosión se puede controlar mediante diferentes técnicas: en unos casos se utiliza la vegetación (Prácticas vegetativas), en otros la aplicación de mejoradores (Prácticas agronómicas) y en otros casos se emplean medios mecánicos (Prácticas mecánicas), o la combinación de ellos a la vez. A continuación se describen los métodos más usuales en el control de la erosión.

a).- Suelos cubiertos por vegetación.

La cubierta vegetal evita o aminora la erosión por los siguientes motivos:

1.- Protege al suelo del golpeteo de la lluvia.
2.- Obstaculiza la escorrentía.
3.- Las raíces de las plantas sujetan y afianzan al suelo etc.

La eficacia de protección depende de la densidad de cubierta vegetal. Los cultivos perennes proporcionan mayor protección que los cultivos anuales, ya que éstos dejan el suelo a descubierto en alguna época del año. En suelos muy erodables se debe hacer una rotación de cultivos, de modo que alternen los cultivos de siega anual con otros cultivos forrajeros que permanezcan varios años en el terreno. De cualquier forma, las tierras con mucha pendiente se dedicarán a pastos y bosques.

b).- Labores adecuadas.

Las labores adecuadas hacen el suelo esponjoso, lo que aumenta su capacidad de retención de agua; pero si las labores son excesivas, los agregados se disgregan en pequeñas partículas que son arrastradas con facilidad.

Cualquier labor cuya finalidad sea aumentar la capacidad de retención de agua influye favorablemente en la disminución de la escorrentía; principalmente el subsoleo.

c).- Labores en surcos siguiendo curvas de nivel.

En los surcos trazados siguiendo la curva de nivel, el agua quedara retenida en los lomos de los surcos y penetra en el terreno. De esta forma se cumple la doble finalidad de aumentar el contenido de agua del suelo y evitar la escorrentía.

d).- Cultivos en fajas.

Ya se sabe que la mejor defensa contra la erosión es mantener el suelo permanentemente cubierto de una vegetación suficientemente desarrollada. El cultivo en fajas consiste el cultivar fajas estrechas de diferentes cultivos, de tal forma que los cultivos de gran desarrollo vegetativo alternen con cultivos de escarda o con barbecho. Lo normal es que las fajas se labren siguiendo las curvas de nivel.

e).- Terrazas.

Las terrazas son una especie de escalones, más o menos horizontales, construidos con medios mecánicos, con la finalidad de romper la pendiente.

2.3 Regímenes hidrotérmicos.

2.3.1 Régimen de humedad en el suelo.

USDA (1990), Señala al régimen de humedad en el suelo, como la presencia o ausencia, ya sea de un manto freático o al agua retenida a una tensión < 1500 kpa en un suelo o en horizontes específicos por períodos del año. El agua retenida a una tensión de 1500 kpa o más no es disponible para la mayoría de las plantas mesófilas vivas. Un suelo puede estar saturado con agua que sea demasiado salina para ser aprovechada por la mayoría de las plantas, por esto deberá ser considerado como suelo salino más que seco. Consecuentemente, se considera un horizonte seco cuando la tensión de humedad sea de 1500 kpa o más. Si el agua está retenida a una tensión <1500 kpa pero mayor que cero, se considera que el horizonte está húmedo. Un suelo puede estar continuamente húmedo en alguno o todos los horizontes a través del año o en alguna época del año. Puede estar húmedo en invierno y seco en verano o al revés. En el hemisferio norte, el verano se refiere a los meses de junio, julio, agosto y el invierno a diciembre, enero y febrero. Un suelo u horizonte se considera saturado con agua, cuando en una barrenación no ademada, en ellos, se presente un espejo de agua a una profundidad tal que la franja capilar alcance la superficie del suelo o la parte superior del horizonte.

2.3.1.1 Sección de control de humedad en el suelo.

USDA (1990), Indica que la finalidad de definir la sección de control de la humedad del suelo es para facilitar la estimación de los regímenes de humedad de los suelos a partir de datos climáticos. El límite superior de esta sección de control es la profundidad a la cual el suelo seco (tensión >1500 kpa, pero no seco al aire) será humedecido por 2.5 cm de agua en 24 horas. El límite inferior es la profundidad a la cual un suelo seco será humedecido por 7.5 cm de agua en 48 horas. Estas profundidades excluyen el humedecimiento que se produzca a lo largo de las grietas o madrigueras abiertas hasta la superficie.

Si 7.5 cm de agua humedecen el suelo hasta un contacto lítico, paralítico o petroférrico o a un horizonte petrocálcico o duripan, el límite superior de la roca o del

horizonte cementado es el límite inferior de la sección de control de la humedad del suelo.

Si 2.5 cm de agua humedecen el suelo hasta uno de estos contactos u horizontes, la sección de control de la humedad del suelo es el propio contacto lítico, paralítico o el límite superior del horizonte cementado; en este caso la sección de control del suelo está mojada. Si el límite superior está seco, la sección de control está seca.

Como una guía de carácter general se puede establecer que la sección de control se encuentra aproximadamente entre 10 y 30 cm si la clase de tamaño de partículas es franca - fina, limosa - gruesa, limosa - fina o arcillosa. Se extiende entre 20 y 60 cm si la clase de tamaño de partículas es franca - gruesa y de 30 a 90 si la clase de tamaño de partículas es arenosa.

2.3.1.2 Clases de regímenes de humedad.

USDA (1990), Define los regímenes de humedad en términos del nivel del manto freático y en términos de presencia o ausencia del agua retenida a una tensión < 1500 kpa en la sección de control de humedad por períodos del año. Se asume en las definiciones que el suelo soporta o es capaz de soportar vegetación nativa; no se está barbechando para incrementar la cantidad de humedad almacenada, ni regado por el hombre. Estas prácticas culturales afectan las condiciones de humedad del suelo tanto como sea su duración.

a).- Régimen de humedad ácuico.

El régimen de humedad ácuico (L. aqua, agua) implica un régimen de reducción que está virtualmente sin oxígeno disuelto debido a que el suelo está saturado por un nivel freático o por agua de ascenso capilar. Un régimen ácuico debe ser un régimen reductor. Algunos horizontes del suelo a veces, están saturados con agua pero hay oxígeno disuelto debido a que el agua está en movimiento o porque el medio no es favorable para los microorganismos, por ejemplo, si la temperatura es < 1°C; tal régimen no es considerado ácuico.

Para la diferenciación de las categorías más altas que tiene un régimen de humedad ácuico, todo el suelo deberá estar saturado. En los subgrupos, solamente los horizontes inferiores están saturados. La duración del período en el que un suelo deberá estar saturado para tener un régimen de humedad ácuico no es conocida.

b).- Régimen de humedad árido y tórrico.

(L. aridus, seco y L. torridus caliente y seca). Se usan estos términos para el mismo régimen de humedad, pero en diferentes categorías de la taxonomía. En el régimen de humedad arídico (tórrico), la sección de control de humedad en la mayoría de los años:

1.- Está en todas partes por más de la mitad del tiempo (acumulativo) en que la temperatura del suelo a una profundidad de 50 cm es superior a 5°C.

2.- Nunca está húmeda en alguna o todas sus partes por un período de 90 días consecutivos cuando la temperatura del suelo a una profundidad de 50 cm mayor a 8°C.

Suelos que tienen un régimen de humedad arídico o tórrico están normalmente en climas áridos. Unos pocos están en climas semiáridos.

c).- Régimen de humedad údico.

El régimen de humedad údico (L. udus, húmedo) implica que la sección de control de humedad, en la mayoría de los años, no está seca en alguna parte por un período tan largo como 90 días acumulativos. Si la temperatura media anual del suelo es menor a 22°C y si la temperatura media del invierno y la media del verano del suelo a una profundidad a 50 cm difiere por 5°C o más, la sección de control de humedad no está seca en todas partes durante 45 días consecutivos en los 4 meses que siguen al solsticio de verano en 6 o más años de cada 10. Además el régimen de humedad údico requiere, excepto en períodos cortos, pero no necesariamente todo el suelo, cuando la temperatura del suelo es superior a 5°C.

El régimen de humedad údico es común en los suelos de clima húmedo que tienen una lluvia bien distribuida o que tienen suficiente lluvia en el verano, para que la cantidad de agua almacenada más la lluvia sea aproximadamente igual o exceda a la cantidad de evapotranspiración.

d).- Régimen de humedad ústico.

El régimen de humedad ústico (L. ustus, quemado, implicando sequedad) es intermedio entre el régimen arídico y el údico. El concepto es el de un régimen de humedad limitada, pero esa humedad ésta presente cuando existen condiciones favorables para el crecimiento de las plantas. El régimen de humedad ústico no es aplicable a suelos que tienen regímenes de temperatura cryico o pergélico, que se definirán posteriormente.

Si la temperatura anual del suelo es de 22°C o mayor o si la temperatura media del invierno y del verano del suelo difieren por < 5°C a la profundidad de 50 cm, la sección de control de humedad en el régimen ústico está seca, en todas partes por 90 días o más acumulativos en la mayoría de los años. Pero la sección de control de humedad, está húmeda en alguna parte por más de 180 días acumulativos o está húmedad en forma continua en alguna parte al menos por 90 días consecutivos.

En regiones tropicales y subtropicales que tengan ya sea una o dos estaciones secas, verano e invierno tienen poco significado. En esas regiones el régimen ústico está tipificado por un clima monsónico que tiene al menos una estación lluviosa de 3 meses o más. En regiones templadas de clima subhúmedos o semiáridos, las estaciones lluviosas son usualmente de primavera y verano o primavera y otoño pero nunca en invierno. Las plantas nativas son anuales en su mayoría o tienen un período de dormáncia mientras el suelo está seco.

e).- Régimen de humedad xérico.

El régimen de humedad xérico (Gr. xeros, seco) es el que tipifica a los climas mediterráneos, donde los inviernos son húmedos y frescos y los veranos cálidos y secos. La humedad, que se produce en invierno, cuando la evapotranspiración potencial esta en el mínimo, es particularmente efectivo para la lixiviación. En un régimen de humedad xérico la sección de control de humedad esta seca en todas partes por 45 días consecutivos o más dentro de los 4 meses siguientes al solsticio de verano, en 6 años o más de 10 años. La sección de control de humedad está húmeda en todas partes por 45 días consecutivos o más dentro de los 4 meses siguientes al solsticio de invierno, en 6 años o más de 10. La sección de control de humedad está húmeda en algunas partes o

más de la mitad del tiempo acumulativo, en la que la temperatura del suelo a una profundidad de 50 cm es mayor de 5°C , o en 6 o más años de cada 10 está húmeda en alguna parte al menos 90 días consecutivos cuando la temperatura del suelo a una profundidad de 50 cm es continuamente mayor 8°C. Además, la temperatura media anual del suelo es inferior 22°C, y la temperatura media del suelo del verano y de profundidad o un contacto lítico o paralítico, mas superficial.

2.3.2 Regímenes de temperatura en el suelo.

Baver *et al* (1980), Opinan que la temperatura del suelo es uno de los factores más importantes que controlan, la actividad microbiana y los procesos implicados en la producción de plantas. Se sabe que la descomposición de la materia orgánica y la mineralización de las formas orgánicas del nitrógeno aumentan con la temperatura.

La temperatura afecta el crecimiento de las plantas desde la germinación de la semilla. Semillas de diversas plantas varían en su capacidad para germinar a bajas temperaturas. La germinación es un proceso lento en un suelo frío. Cuanto más rápida sea la germinación de las semillas, más temprana será la cosecha. Así, los suelos fríos o calientes en la primavera tienen diferentes influencias en la agricultura.

El crecimiento de la planta también es influido por las temperaturas del suelo. La actividad funcional de las raíces, por ejemplo, la absorción del agua y de nutrimentos, es variable a temperaturas altas o bajas del suelo. La rapidez del crecimiento y el rendimiento de las cosechas están relacionadas con el estado de temperatura. En Iowa se averiguó que el rendimiento del maíz aumentaba en variación lineal con la temperatura del suelo a cuatro pulgadas de profundidad entre 15.6 y 27.4°C "Ailmaras y Col. 1964". Los rendimientos disminuían a temperaturas mayores 27.4°C.

Henry (1986), Menciona que la temperatura es una característica importante de los suelos, se utiliza en la clasificación de los mismos. La clase de regímenes de temperatura de suelo se han definido de acuerdo a la temperatura media anual del suelo en la zona de las raíces (fijado arbitrariamente de 5 a 100 cm).

La temperatura del suelo tiene importancia en el uso en agricultura debido a que las plantas tienen exigencias específicas de temperatura.

Eduardo (1991), Señala al sol como la fuente energética que determina el régimen térmico del suelo y el crecimiento de las plantas. La temperatura del suelo es uno de los principales factores que inciden en la actividad microbiológica y en los procesos de producción de los cultivos. La germinación de la semilla será más rápida con el aumento de la temperatura, y en consecuencia una cosecha más temprana siempre y cuando el resto de las condiciones sean las apropiadas para su germinación.

- Clases de regímenes de temperatura.

El CP (1991), Expresa que se han usado los siguientes regímenes de temperatura de los suelos para definir clases a diferentes niveles categóricos en la taxonomía.

a).- Pergélico.

(L . per, a través del tiempo y el espacio y L. gelare, congelarse; indica congelamiento permanente). Los suelos con un régimen de temperatura pergélico tienen una temperatura media anual de < 0°C. Este régimen son comunes el permafrost y las cuñas de hielo, tundras del norte de Alaska y Canadá y agrandes actitudes de la parte media y norte de las Montañas Rocallosas.

b).- Cryico.

Este régimen la temperatura media anual de los suelos es > 0°C, pero es < 8°C. Se caracteriza por ser suelos frescos o fríos en el norte de las grandes planicies de los EUA y el sur de Canadá, en donde el trigo de primavera es el cultivo dominante. Regiones boscosas del este de Canadá y Nueva Inglaterra.

c).- Frígido.

El régimen frígido y algunos de los que siguen se usan principalmente para definir clases de suelos en categorías inferiores. El régimen frígido el suelo es más cálido en verano que un régimen Cryico pero su temperatura media anual es menor de 8°C y la

deferencia entre la temperatura media del suelo del verano y del invierno es >5°C, a 50 cm de profundidad o a un contacto lítico o paralítico, lo que sea más superficial.

d).- Mesico.

La temperatura media anual del suelo es igual o mayor a 8°C, pero <15°C, y la diferencia entre la temperatura media del suelo del verano y del invierno es >5°C , a 50 cm de profundidad a un contacto lítico o paralítico, lo que sea más superficial. Este tipo de régimen se puede encontrar en las regiones del oeste medio y de las grandes planicies en donde el trigo de invierno y el maíz son cultivos comunes.

e).- Térmico.

La temperatura media anual del suelo es igual o mayor a 15°C (59° F) pero menor de 22°C (72°F) y la diferencia entre la temperatura media del suelo del verano y del invierno es >5°C, a 50 cm de profundidad a un contacto lítico o paralítico, lo que sea más superficial. Planicies costeras del Sureste de los EUA, en donde la temperatura es suficientemente cálida para el algodón. Valle Central de California.

f).- Hipertermico.

La temperatura media anual del suelo es igual o mayor a 22°C y la diferencia entre la temperatura media del suelo del verano y de invierno es >5°C a 50 cm de profundidad a un contacto lítico o paralítico, lo que sea más superficial. Si el nombre de un régimen de temperatura tiene el prefijo iso, la media del verano y la media del invierno para Junio, Julio y Agosto y para Diciembre, Enero y Febrero difieren en menos de 5°C a 50 cm de profundidad hasta un contacto lítico o paralítico, lo que sea más superficial.

g).- Isofrigido.

La temperatura media anual del suelo es < 8°C

h).- Isomesico.

La temperatura media anual es igual o mayor a 15°C pero < 22°C

i).- Iso hipertermico.

La temperatura media anual de suelo es 22°C o mayor.

III MATERIALES Y METODOS

3.1 Metodología.

Los lineamientos de la metodología llevados a cabo han cambiado en forma significativa lo cual ha facilitado hoy en día realizar trabajos más rápidos y precisos. Con la tecnología mejorada nos permite emplear mucho más información para tomar mejores y mas rápidas decisiones. En la agricultura se dispone de computadoras más duraderas y más económicas. El mapeo de los rendimientos sobre la marcha, el cernidor de muestreo de suelos, la aplicación de tasas variables de semillas, plaguicidas, y fertilizantes, la tecnología de envío remoto, los sistemas de información geográfica y la conservación de registros por computadora son herramientas nuevas y mejoradas que pueden facilitar la toma de decisiones.

Los primeros técnicos en suelos se proveían de varios instrumentos y planos base disponibles. En muchos casos el edafólogo principiaba con hojas en papel en blanco y hacia su propio plano base en el cual después ponía los límites de tipo de suelos. Actualmente las fotografías aéreas a escala apropiada se usan como plano base para mostrar los tipos de suelos.

La metodología que seguimos para cubrir cada uno de los aspectos comprendidos en el presente estudio, fue a través de experiencias hechas con anterioridad dentro de la metodología de levantamientos agrológicos tradicionales, en la cual se incluyen tres fases de trabajo.

3.1.1 Fase de precampo.

En esta fase de trabajo se estuvo recopilando información acerca del área de estudios, en lo referente a la delimitación del área de trabajo, revisión bibliográfica y estudio de fotointerpretación, dándonos la pauta para establecer los sitios y número de muestreos; así como la delimitación preliminar de unidades de suelo.

3.1.2 Fase de campo.

En esta fase de campo se realizaron recorridos, con la finalidad de ubicar los sitios de cada uno de los perfiles y barrenaciones establecidas en la fotografía aérea.

Una vez ubicado los sitios en campo se prosiguió a excavar cada uno de ellos, obteniendo las muestras correspondientes de los dos primeros horizontes excepto el perfil No1, que fue muestreado en su totalidad; respecto a las barrenaciones sólo se obtuvieron muestras al cambio de horizonte generalmente a los 20 y 30 cm de profundidad; para finalizar se hizo una descripción morfológica de cada uno de los perfiles citados.

3.1.3 Fase de poscampo.

a).- Laboratorio de Suelos.

En esta fase, se realizó el análisis de información de campo y se practicaron las pruebas de laboratorio para determinar las propiedades físico - químicas de las muestras obtenidas, y así; ver en que estado se encuentra el suelo en cuanto a su fertilidad y disponibilidad de agua y temperatura. (En la figura No1) se aprecia con claridad el seguimiento de la metodología realizada en la presente investigación.

b).-Laboratorio de Sistemas de Información Geográfica.

Con los resultados obtenidos de las fases que conforman esta metodología, se elaboraron nueve planos que describen el objetivo propuesto en la presente investigación; además describir el procedimiento que se llevó acabo para su conclusión.

Para generar los planos de unidades de suelo y topográfico, fue necesario utilizar programas de computación específicos en sistemas de información geográfica tales como (ILWIS y COREL DRAW). El programa ILWIS se utilizo para la digitalización del área de estudio y el programa de COREL se empleo para darle la edición de los planos correspondientes.

Los planos que expresan los niveles de N, P, K, M.O, y pH: se generaron a partir del método de interpolación lineal de media flotante empleando el programa de computo (ILWIS). Este método consiste en procesar cada uno de los resultados obtenidos;

para ello sé tubo que realizar una base de datos especificando los parámetros de interpolación. Los resultados generados a través de este proceso, se definen como unidades cartográficas las cuales representan los resultados generados de los análisis de laboratorio.

CUADRO No 9. Parámetros de Interpolación.

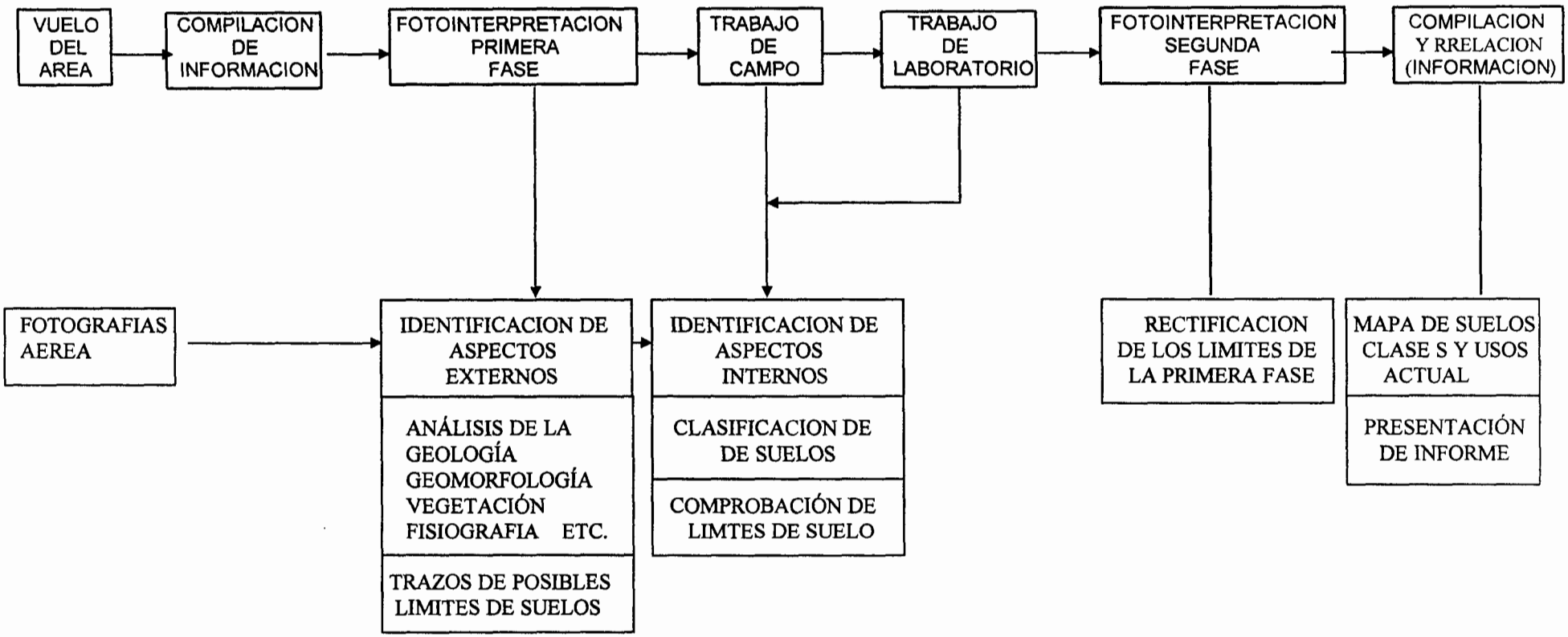
M.O	PARAMENTRO	pH	PARAMETRO	NUTRIENTES	PARAMETRO
Menos de 1.0	Muy Pobre (1)	0-4	Muy Fuertemente Acido (1)	muy alto	(1)
1.0-2.0	Pobre (2)	4-5	Fuertemente Acido (2)	alto	(5)
2.0-3.0	Medio (3)	5-6	Moderadamente Acido (3)	moderadamente alto	(3)
3.0-5.0	Rico (4)	6-7	Ligeramente Acido (4)	medio	(4)
Mas 5.0	Muy Rico (5)	7	Neutro (5)	bajo	(5)
		7-8	Ligeramente Alcalino (6)		
		8-9	Moderadamente Alcalino (7)		
		9-10	Fuertemente Alcalino (8)		
		10-14	Muy Fuertemente Alcalino (9)		

Los planos de Balances Hidrotérmicos y Fertilidad, se obtuvieron a partir de los datos agroclimáticos del área de estudio, además de la sobreposición de los planos de N, P, K, M.O, pH respectivamente; una vez obtenidas las unidades de fertilidad de la sobreposición de planos, se prosiguió a digitalizarlas en el programa ILWIS, de ahí se pasaron al programa COREL para realizar la edición del plano final de fertilidad.

La obtención del plano de Regímenes Hidrotérmicos se realizó a partir del método de computacional NEWHALL; este método consiste en generar parámetros de humedad existentes en el suelo, los cuales son empleados para generar regímenes hidrotérmicos; para ello se debe contar con datos de precipitación pluvial, evapotranspiración y temperatura, así como de los datos obtenidos de la descripción morfológica de los perfiles realizados en campo.

Para tener una mayor precisión de los datos climáticos, se realizó una triangulación de estaciones meteorológicas más cercanas a la zona de estudio, las estaciones involucradas fueron: El Salto, Huerta Vieja y Presa Hurtado.

Figura No1. Secuencia general de los levantamientos agrológicos con fotointerpretación (Topete1979).



3.2 Materiales.

3.2.1 Materiales de campo.

a).- Piso Valle de la Cuenca de Cajititlán

b).- Vehículo de transporte

c).- Cámara fotográfica

d).- Barrena

e).- Picos

f).- Bolsas

g).- Etiquetas

h).-Cinta Métrica

i).- Reactivos

3.2.2 Materiales de laboratorio.

a).- Laboratorio de suelos

b).- Potenciómetro

c).- Conductímetro

d).- Flamómetro

e).- Destilador Tipo Kjedahl

f).- Espectrofotómetro

g).- Reactivos y cristalería

3.2.3 Material de gabinete

a).- Papelería de oficina

b).- Cartografía de INEGI Esc. 1:50,000

- F 13 D 75
- F 13 D 76

c).- Mosaicos fotoaéreos Esc. 1:37,500, 1:70,000

d).- Fotografía aérea Esc. 1:37,500

e).- Computadora, impresor gráfico y periféricos.

f).- Impresora láser 4L y 710C.

3.3 Aspectos fisiográficos del área de estudio.

3.3.1 Localización.

El área de estudio se encuentra ubicada dentro de la Cuenca de Cajititlán perteneciente al municipio de Tlajomulco de Zúñiga, Jalisco, entre los Paralelos 20° 28' 12" y 20° 30' 05" de Latitud Norte y entre los meridianos 103° 16' 01"y 103° 28'14" de Longitud Oeste del meridiano de Greenwich; sus principales alturas fluctúan entre los 1550 a 2950 msnm. (Ver figura No2).

3.3.2 Superficie estudiada.

La Cuenca de Cajititlán tiene una superficie de 20,770.00 ha., en la cual el área de estudio sólo comprende el Piso Valle de la misma con una extensión de 9,600.00 Ha.; cuyas tierras son dedicadas a la agricultura de temporal, humedad y un grupo mínimo de riego, el cultivo predominante es el maíz, sorgo y en menor proporción los cultivos hortícolas los cuales son ubicados en la parte Sureste de la Cuenca; correspondiente al poblado de San Juan Evangelista.

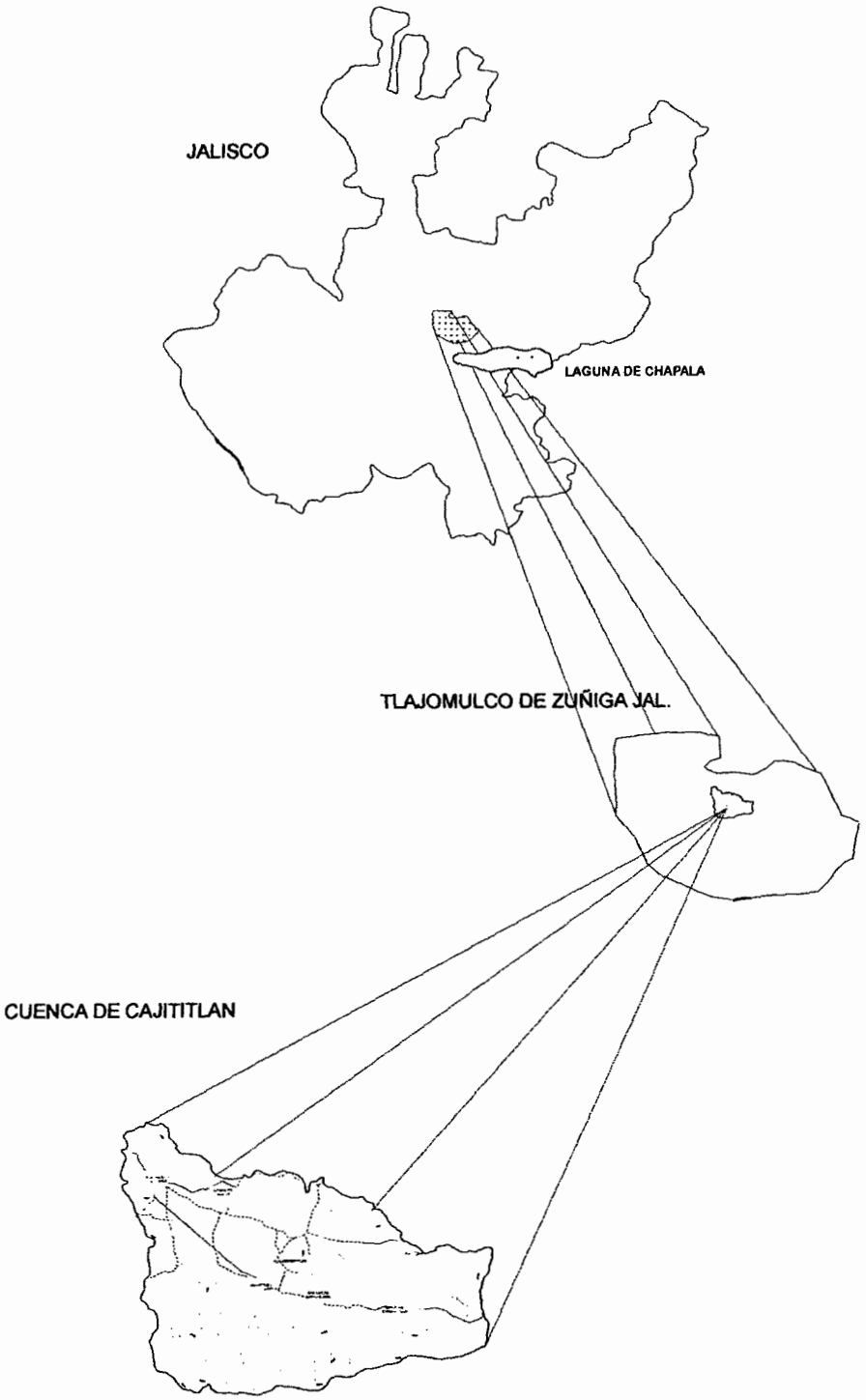
3.3.3 Vías de acceso.

Las vías de comunicación más importantes que permiten el acceso al área estudiada son: La autopista Guadalajara - Acatlán da Juárez pasando por la parte Oeste de la cuenca en el km 16 del entronque Las Cuatas - Tlajomulco de Zuñiga y La autopista Guadalajara - Chapala por la parte Noreste de la cuenca en el km 19 entronque Calera - Cajititlán; la cuenca es cruzada de Este a Oeste por la carretera estatal La Calera - Cajititlán - Tlajomulco de Zúñiga.

3.3.4 Geología.

La Cuenca pertenece al mismo sistema estructural (E-W) del graben de Chapala, formado por esfuerzos distintivos, lo que origino el hundimiento de la parte central y basculamiento de algunos bloques, existe una litoestratigrafía predominantemente volcánica y volcánico - sedimentario de edad mioceno - plioceno, aún cuando también están presentes depósitos sedimentarios; la cuenca aún cuando es cerrada en su parte superficial o endorréica, aparentemente tiene movimiento del agua subterránea en (E a W) o viceversa.

FIGURA No1.- Croquis de Localización de la Cuenca de Cajitilán.



El suelo se encuentra formado geológicamente por dos tipos de rocas: las Tobas pomosas y basalto. Las Tobas pomosas son las que cubren mayor extensión en la cuenca; están formadas por productos de las explosiones tales como lapillis, puzolanas y cenizas solas o mezcladas. Estos materiales pueden haberse acumulado en el fondo del mar o de un lago mezclados con sedimentos ordinarios, dando lugar a una serie de tracitas, entre las rocas sedimentarias aluviales y las de origen volcánico acumulados al aire libre; ordinariamente presentan estratificación y se encuentran entre las formaciones sedimentarias de que son contemporáneas. La piedra pomosa es conocida comúnmente como piedra poma.

Otro grupo con porcentajes menores que la del grupo anterior, esta cubierto por basalto compacto. Este tipo de roca es de origen volcánico, moderno, efusivo, que se extiende en mantas o corrientes lávicas; de grano fino y muy duro, compuesto principalmente por feldespatos del tipo de las plagioclasas con feldespatoides como la leucita y nefelina, augita con o sin olivino, magnetita que al solidificarse y enfriarse se descomponen en columnas prismáticas.

3.3.5 Clima.

De acuerdo con la clasificación de Köppen modificado por E. Gracia el clima de la zona se clasifica como:

(A) c (Wo) (W)

El cual se interpreta como semicálido subhúmedo con lluvias en verano, agrupa los subtipos menos húmedos de los semicálidos subhúmedos; este tipo de clima se presenta en el piso valle de la Cuenca.

C (W1) (W)

Tipos templados subhúmedos con lluvias en verano agrupan los subtipos de humedad media de los templados subhúmedos este tipo de clima se localiza en la porciones altas de la Cuenca; La temperatura media anual es de 20.5°C. La temperatura máxima extrema es de 39.5°C se presentó en el mes de mayo de 1961; la mínima extrema fue de 1.2°C y ocurrió en el año de 1963 en el mes de diciembre; La precipitación media anual es de 900 mm anuales presentándose la mayor cantidad de lluvias en los meses de verano con período de junio a septiembre y los de menor precipitación generalmente se presenta en los meses de invierno < 5% del total anual.

Las lluvias del año más abundantes representan el 139% de la media anual y se presento en el año de 1948, el más escaso significa el 72% y ocurrió en el año 1957.

3.3.6 Hidrología.

En el área estudiada no se encuentra ningún río permanente, sólo un buen número de corrientes las cuales en su mayoría son intermitentes formadas por los escurrimientos de las porciones altas, existen 52 cauces principales y 174 afluentes sumando un total de 226 corrientes. Dentro de los cauces principales los que más destacan por su longitud y por su número de afluentes son: Arroyo Juanote con 11.5 km de longitud, Arrollo Grande San Lucas con 9.8 km y Arroyo los Sauces con 8.9 km longitud; también existen tres presas además cuenta con cuatro bordos y la Laguna de Cajititlán, que ocupan el 8.3% de la superficie total de ésta. (Ver Figura No3).

3.3.7 Vegetación

La cuenca de Cajititlán está compuesta por dos comunidades vegetales que son: bosque esclerófilo caducifolio y selva baja caducifolia; del resultado de esta asociación aparecieron diferentes estratos como: matorral alto espinoso, matorral alto inerme y pastizal inducido.

El bosque esclerófilo caducifolio se distribuye a lo largo del cerro viejo que se encuentra al suroeste de la laguna. Con un rango de altura de 1700 a 2800 msnm. Las principales especies son: *Quercus magnoliifolia, Q. glaucoides, Q. cartanea, Q. obtusata, Callianda grandiflora, Camarostaphylis discolor, Verbesina greenmanii, Clematis dioica Linun usitatissimum, Dalea tomentosa y Lamouroxia sp.*

La selva baja caducifolia se distribuye al sur de la laguna, al suroeste de San Miguel Cuyutlán por el cerro la silleta, la huerta, el sacramento, la cruz, el Patomo y al norte de Tlajomulco de Zuñiga con una altitud de 1600 msnm. Las principales especies son: *Randia wastonii, Bursera fagoroides, Lysiloma acapulcense, Heliocarpus terebinthaceus, Dodonaea viscosa, Heimia salicifolia, Culea urticifolia, Tagetes lunulata, Boutelo repens y Datura stramonium.*

Matorral alto inerme es una sucesión secundaria de la selva baja y se distribuye al suroeste de la laguna a una altura aproximada de 1600 msnm, las principales especies son: *Eysenhardtia platicarpa, Lisiloma acapulcensis, Bursera bipinata, Ipomea murucoides, Tecana stans, Acacia penatula, Castilleja sp., Zinnia peruyiana y Evulvulus alsinoide.*

Matorral alto espinoso es una sucesión secundaria de la selva baja. Se localiza al sur de San Juan Evangelista y de la laguna, a una altitud de 1600 0 1650 msnm. Las principales especies son: *Acacia pennatula, Ipomoea murucoides, Ficus goldmanii, Nicotiana glauca, Heimia salicifolia, Zomin reticulata, Setaria geniculata y Amaranthus hibridus.*

Pastizal inducido se encuentra al suroeste de la laguna con una altitud de 1650 a 1750 msnm. Las principales especies que se encuentran son: *Heteropogon chlorideus, Hilaria ciliata, Eriochloa acuminata, Bouteloua repens, Oplismenus burmanii, Tajetes micrantha y T. lucida.*

3.3.8 Suelos.

Los suelos predominantes en la zona corresponden principalmente a las unidades denominadas:

- Unidades puras.

Incluye suelos del tipo Vertisol Pélico (Vp/3), Vertisol Crómico (Vc/3) y Faeozem Haplico (Hh /2).

- Unidades asociadas.

Las unidades asociadas presentes suelos del tipo Vertisol Pélico más Faeozem Haplico (Vp+Hh/3), Faeozem Haplico más Litosol (Hh+I/2), Faeozem Haplico más Vertisol Pélico (Hh+Vp/2), Luvisol Crómico más Faeozem Haplico (Lc+Hh/2), Faeozem Haplico más Luvisol Crómico (Hh+Lc/2), Regosol Eutrico más Faeozem Haplico (Re+Hh/3) y Cambisol Eutrico más Regosol Eutrico. (Be +Re/1). Las características de las unidades suelos de la Cuenca de Cajititlán se expresan a continuación. Según FAO (1973), Los suelos del área de estudio presentan las siguientes características.

a).- Vertisol Pélico.

Los Suelos Vertisoles Pélicos se caracterizan por ser suelos de textura pesada; en los que se forman grietas profundas durante algún período en la mayor parte del tiempo (a menos que estén sujetos a riego); tienen una intensidad de color en húmedo de menos de 1.5 a través de los primeros 30 cm de suelo y presentan un micro - relieve gilgai o, entre los 25 y 100 cm de profundidad, intersectan superficies de deslizamiento o de forma de cuña o agregados estructurales paralelepipedos.

b).- Vertisol Crómico.

Son suelos de textura pesadas que desarrollan grietas profundas en algún período en la mayor parte del tiempo (a menos que estén sujetos a riego); tienen una intensidad de color en húmedo de menos de 1.5 o más en los primeros 30 cm de suelo y un micro - relieve gilgai o, entre e los 25 y 100 cm de profundidad intersectan superficies de deslizamiento o de forma de cuña o agregados estructurales paralelepipedos. Los suelos Vertisoles Crómicos y Pélicos están presentes como unidades puras principalmente en el piso valle de la Cuenca y como unidades asociadas los encontramos de la manera siguiente Vertisol Pélico mas Faeozem Haplico (Vp+Hh/3) localizados en la parte Norte y Noreste. El 35.9 % de la superficie de la Cuenca esta cubierta tanto de unidades puras como unidades asociadas; siendo 11.8 % para los suelos del tipo Vertisol Crómico; 13.7 % para el suelos Vertisol Pélico denominadas unidades puras y 10.4 % para las unidades asociadas. Generalmente estos suelos se presentan con fase lítica y pedregosa incluso sin la presencia de estas.

c).- Faeozem Haplico.

Suelos que tienen un horizonte A melánico y posiblemente un horizonte B cámbico; no tienen un horizonte con concentraciones de caliza pulverulenta suave y tampoco muestran un aumento con la profundidad en la saturación de Na mas K dentro de los primeros 125 cm de la superficie o dentro de los 50 cm abajo de la base del horizonte B (si se encuentra presente); no presenta un horizonte cálxico o gípsico dentro de los primeros 100 cm de la superficie. El 36.75% de la superficie total de la Cuenca esta cubierto por este tipo de suelos, el cual solo el 0.9 % de la superficie corresponde para la unidad pura (Hh) y el 35.85 % para las unidades asociadas, siendo 27.3 % para los suelos (Hh+Lc/2); 6.35 % para (Hh+I/2) y 2.1 % para los suelos (Hh+Vp/2).

d).- Luvisol Cromico.

Suelos que tienen un horizonte A pálido o sómbrico (a menos que estén erosionados), el cual se endurecen cuando está seco y tiene un horizonte B argilúvico café fuerte a rojo, la mayor parte del cual tiene una CIC/100 g de arcilla mayor de 24meq y en donde la saturación de bases es 35% o mayor al menos en la parte más baja del horizonte B; carece de un horizonte plíntico dentro de los primeros 125 cm de la superficie. Esta unidad de suelo se presenta en combinación con la subunidad (c) y asociado con los Faeozem Haplico (Hh) ocupando el 9.7 % de la superficie total de la Cuenca; siendo éste de fase lítica con lecho rocoso entre 50 y 100 cm de profundidad.

e).-Regosol Eutrico.

Suelos derivados de materiales no consolidados, excepto los depósitos aluviales recientes a de arenas ferralíticas; no tienen horizontes de diagnóstico, excepto tal vez un horizonte Apático; tiene un pH (KCl) de 4.2 o mayor por lo menos en la parte de los primeros 50 cm de suelo. Dentro de la Cuenca este suelo se presenta en combinación con la subunidad (e) y asociado con la unidad Faeozem Haplico (Hh) ocupando el 6.25 % del total de la superficie ubicado en la parte Norte de la Cuenca.

f).- Cambisol Eutrico.

Suelos que tienen un horizonte A sómbrico o pálido y un B cámbico, el cual tiene una saturación de bases del 50% o mayor cuando menos en algún subhorizonte; carecen de carbonatos en el horizonte B (los carbonatos pueden aparecer en el horizonte C) y presentan un horizonte cálxico o gípsico dentro de los primeros 100 cm de la superficie. Estos suelos los encontramos en combinación con la subunidad (e) y asociado con Regosol Eutrico (Re). Este suelo solo se presenta envolviendo a la cabecera municipal de Tlajomulco de Zuñiga y ocupa el 2.2 % de la superficie de la Cuenca.

g).- Litosol.

Son suelos poco profundos, debido al afloramiento de un tipo de roca dura, continua y coherente dentro de los 25 cm de la superficial aproximadamente. Estos suelos se presentan en asociación con los Faeozem Haplico y se ubican en la parte Noroeste de la Cuenca. (Ver Figura No4).

IV. RESULTADOS.

4.1 Barrenaciones.

En toda el área de estudio se ubicó 14 barrenaciones; la ubicación de cada una de ellas se llevo acabo a través de la fotointerpretación de fotografía aérea, en la cual se delimito las clase de suelos de acuerdo a su capacidad de uso, estableciendo los sitios de muestreo en lugares estratégicos y representativos de fácil acceso.

Según Ortiz V. (1977), la capacidad de uso del suelo se clasifica en ocho clases, los suelos de clase I en un extremo, que virtualmente no tiene limitaciones y los suelos de clase VIII en otro extremo, siendo de muy escaso uso debido a las limitantes permanentes que la determinan. Las primeras cuatro clase son adecuadas para el cultivo y las otras cuatro no; debido a las fuertes limitaciones tanto de pedregosidad, excesiva humedad, salinidad, acidez, inundación etc.

La mayoría de las muestras se obtuvieron a un profundidad de 20 a 30 cm, tomando como criterio el cambio de horizonte (Ap). Los análisis practicados a cada muestra comprenden las determinaciones de Nutrientes, pH, M.O. y junto con las determinaciones de los perfiles se generaron los planos de N,P,K, pH, M.O y al sobre poner cada uno de ellos, se obtuvo el plano de Fertilidad de Suelos.

Los sitios de muestreo de las barrenaciones y perfiles, se muestran en el plano topográfico identificado con la (Figura No3).

UNIVERSIDAD DE GUADALAJARA

CENTRO UNIVERSITARIO DE CIENCIAS BIOLOGICAS Y AGROPECUARIAS
LABORATORIO DE:

FISICA Y QUIMICA DE SUELOS

PROCEDENCIA: Cuenca de la Laguna de Cajititlán	**NOMBRE:** José Loreto Rico Parra

LUGAR: Lomas de Tejeda y Tlajomulco de Zuñiga	**FECHA:** 7 - Julio - 96

DETERMINACION	UNIDADES	METODO	BARRENACIONES				
NUTRIENTES			1	2	3	4	5
Calcio	p.p.m	Morgan	A	A	A	A	A
Potasio	p.p.m	Morgan	A	A	A	A	A
Magnesio	p.p.m	Morgan	m	m	m.a	m	m.a
Manganeso	p.p.m	Morgan	m	m	m	m	m
Fósforo	p.p.m	Morgan	m.a	m.a	m.a	m.a	m.a
Nitrógeno Nitrico	p.p.m	Morgan	A	A	A	A	A
Nitrógeno Amoniacal	p.p.m	Morgan	B	B	B	B	B
Ph 1:2	-	Potenciometro	4.76	5.27	4.48	5.46	4.45

MATERIA ORGANICA							
Materia orgánica	%	Walkley- Black	3.31	2.20	1.79	2.96	3.10

UNIVERSIDAD DE GUADALAJARA

CENTRO UNIVERSITARIO DE CIENCIAS BIOLOGICAS Y AGROPECUARIAS
LABORATORIO DE:

FISICA Y QUIMICA DE SUELOS

PROCEDENCIA: Cuenca de la Laguna de Cajititlán	**NOMBRE:** José Loreto Rico Parra

LUGAR: Muyután, Tlajomulco, San Miguel Cuyutlán y San Juan Evangelista	**FECHA:** 7 - Julio - 96

DETERMINACION	UNIDADE	METODO	BARRENACIONES				
NUTRIENTES			**6**	**7**	**8**	**9**	**10**
Calcio	p.p.m	Morgan	A	m.a	A	A	A
Potasio	p.p.m	Morgan	A	A	A	A	A
Magnesio	p.p.m	Morgan	m.a	m	m.a	m.a	m
Manganeso	p.p.m	Morgan	m	m	B	m	B
Fósforo	p.p.m	Morgan	m.a	m.a	m.a	m.a	m.a
Nitrógeno Nitrico	p.p.m	Morgan	A	A	A	A	A
Nitrógeno Amoniacal	p.p.m	Morgan	B	B	B	B	B
Ph 1:2	-	Potenciometro	5.34	4.11	6.51	4.89	7.75

MATERIA ORGANICA							
Materia orgánica	%	Walkley- Black	2.82	2.27	2.07	2.00	2.89

UNIVERSIDAD DE GUADALAJARA

CENTRO UNIVERSITARIO DE CIENCIAS BIOLOGICAS Y AGROPECUARIAS
LABORATORIO DE:

FISICA Y QUIMICA DE SUELOS

PROCEDENCIA: Cuenca de la Laguna de Cajititlán	**NOMBRE:** José Loreto Rico Parra

LUGAR: Cajititlán, San Juan Evangelista y Cuexcomatitlán	**FECHA:** 7 - Julio - 96

DETERMINACION	UNIDADES	METODO	BARRENACIONES				
NUTRIENTES			11	12	13	14	-
Calcio	p.p.m	Morgan	A	A	A	A	-
Potasio	p.p.m	Morgan	A	A	A	A	-
Magnesio	p.p.m	Morgan	m	m	m	m	-
Manganeso	p.p.m	Morgan	m	B	B	B	-
Fósforo	p.p.m	Morgan	m.a	m.a	m.a	m.a	-
Nitrógeno Nitrico	p.p.m	Morgan	A	A	A	A	-
Nitrógeno Amoniacal	p.p.m	Morgan	B	B	B	B	-
Ph 1:2	-	Potenciometro	4.58	6.18	6.02	6.36	-

MATERIA ORGANICA:							
Materia orgánica	%	Walkley- Black	2.48	1.93	2.76	2.06	-

4.2 Perfiles.

En el estudio de fertilidad y balances hidrotérmicos, se incluye una descripción morfológica para cada uno de los ocho perfiles distribuidos en el área de estudio. Los perfiles de suelo son cortes verticales que muestran una sucesión de capas desarrolladas llamados horizontes. Los perfiles son considerados por excelencia como la unidad de estudio de los suelos.

En la descripción morfológica se mencionan las características físicas que muestran el grado de desarrollo y génesis del suelo, destacando por su importancia el color, textura, estructura, porosidad, consistencia, contenido de raíces y tipo de horizonte; además se incluyen fotografías de cada perfil descrito y del sitio de localización.

Para caracterizar debidamente las propiedades del suelo y complementar el estudio de fertilidad, se llevaron acabo análisis de suelos para cada una de las muestras obtenidas; aclarando que solo se obtuvieron muestras de suelos de los dos primeros horizontes, excepto el perfil uno; del cual se obtuvieron muestras de todos sus horizontes. El numero total de muestras obtenidas fueron 21 practicándoseles un análisis completo que comprende las determinaciones Dr, Da, C.C, P.M.P, Ha, Textura, pH, M.O, CIC, pH en extracto, CE, Iones solubles y Nutrientes.

Los resultados físico – químicos de los perfiles y de las barrenaciones fueron procesadas y analizadas para generar los planos de N, P, K, pH, M.O y Fertilidad. Los parámetros de interpolación utilizados para generar los planos se obtuvieron los manuales y libros especializados en fertilidad de suelo; con ello se genero una base de datos la cual fue procesada a través del programa computcional ILWIS, resultando polígonos con áreas homogéneas de resultados. (Ver figuras No 5,6,7,8,9).

A continuación se presentan los resultados del análisis de laboratorio de suelos y la descripción del perfil.

UNIVERSIDAD DE GUADALAJARA

CENTRO UNIVERSITARIO DE CIENCIAS BIOLOGICAS Y AGROPECUARIAS

LABORATORIO DE:

FISICO QUIMICA DE SUELOS

PROCEDENCIA: Ejido de Tlajomulco de Zuñiga	**NUMERO DE PERFIL:** 1
	FECHA: 16-Jun-96

DETERMINACION:		UNIDAD	METODO	HORIZONTE				
				AP	B_{21}	B_{22}	B+C	C
Densidad real		gr/cc	Parafina	2.341	2.545	2.539	2.675	2.500
Densidad aparente		gr/cc	Picnómetro	1.467	1.754	1.571	1.423	1.623
Capacidad de campo		%	Richar @ Richar	33.07	-	-	-	-
P.M.P.		%	Richar @ Richar	16.48	-	-	-	-
Agua aprovechable		%	Richar @ Richar	16.59	-	-	-	-
TEXTURA	Arena	%	Bouyoucos	39	37.64	27.64	56.64	42.64
	Arcilla	%	Bouyoucos	28.72	30.72	54.72	27.72	30.72
	Limo	%	Bouyoucos	31.64	31.64	17.64	15.64	26.64
	Textura	-	-	CR	CR	R	CRA	CR
pH en el agua al (2:1)		-	Potenciometro	5.84	7.70	8.44	8.79	8.51
Materia orgánica		%	Walkley-Black	2.96	4.88	1.07	0.13	0.26
CIC		me/100g.	Acetato	24.75	36.55	40.93	24.75	25.13
C. I.	Calcio	me/100g.	Acetato	9.2	16.1	9.2	17.2	9.2
	Magnesio	me/100g.	Acetato	4.6	8.05	4.6	5.75	6.9
	Sodio	me/ 100g	Acetato	1.27	4.0	2.25	2.99	3.31
	Potasio	me/ 100g.	Acetato	1.08	1.15	1.01	1.01	0.76
pH extracto de saturación		-	Potenciometro	6.97	-	-	-	-
Conductividad eléctrica		mmhos/cm	Conductivimetro	0.77	-	-	-	-
IONES SOLUBLES	Calcio	me/l	Verseno	1.6	-	-	-	
	Magnesio	me/l	Verseno	2.8	-	-		-
	Sodio	me/l	Flamometro	3.3	-	-	-	-
	Potasio	me/l	Flamometro	-	-	-	-	-
	Carbonatos	me/l	Warder	0	-	-	-	-
	Bicarbonatos	me/l	Warder	1.03	-	-	-	-
	Cloruros	me/l	Mhor	2.06	-	-	-	-
	Sulfatos	me/l	Calculo	4.6	-	-	-	-
	R.A.S.	-	-	2.23	-	-	-	-
	P.S.I.	-	-	1.98	-	-	-	-
	Clasificación	-	-	N	-	-	-	
NUTRIENTES	Calcio	p.p.m.	Morgan	A	A	A	A	A
	Potasio	p.p.m.	Morgan	A	A	m.a	A	A
	Magnesio	p.p.m.	Morgan	B	B	B	B	B
	Manganeso	p.p.m.	Morgan	m.a	B	B	B	B
	Fósforo	p.p.m.	Morgan	m.a	m.a	m.a	m.a	m.a
	$N\text{-}NO_3$	p.p.m.	Morgan	A	m	B	B	B
	$N\text{-}NH_4$	p.p.m.	Morgan	m	m	B	B	B

ESCRIPCION DE PERFIL REPRESENTATIVO
CUENCA DE CAJITITLAN

PROCEDENCIA: Ejido Tlajomulco de Zuñiga	**NUMERO DE PERFIL:** 1
	FECHA: 16-Jun-96

HORIZONTE	PROFUNDIDAD (cm)	DESCRIPCION
Ap	0 -12	Café grisáceo (10YR 5/1.5) en seco; textura franco arcillosa; estructura blocosa subangular gruesa, fuertemente desarrollada; porosidad abundante; consistencia en seco duro, consistencia en húmedo firme en saturado plástico ligeramente adhesivo; contenido de raíces abundantes gruesas, medianas y finas orientadas verticalmente; limite abrupto plano.
B_{21}	12 - 30	Gris oscuro (10YR 3.5/1) en seco; textura franco arcillosa; estructura blocosa subangular gruesa, fuertemente desarrollada; porosidad abundante; consistencia en seco duro, consistencia en húmedo muy firme en saturado muy plástico y ligeramente adhesivo; contenido de raíces abundantes, finas y muy finas orientadas verticalmente; limite difuso plano.
B_{22}	30 - 56	Gris oscuro (10YR 4/1) en seco; textura arcillosa; estructura blocosa subangular gruesa, fuertemente desarrollada; porosidad abundante; consistencia en seco duro, consistencia en húmedo muy firme en saturado muy plástico y adhesivo; contenido de raíces frecuentes, muy finas orientadas verticalmente; limite gradual plano.
B+C	56 - 74	Café claro grisáceo (10YR 6/2) en seco; textura franco arcillo arenosa; estructura blocosa subangular media, moderadamente desarrollada; porosidad abundante; consistencia en seco duro, consistencia en húmedo friable en saturado ligeramente plástico no adhesivo; contenido de raíces muy pocas, muy finas orientadas verticalmente; limite gradual plano.
C	74 - 100 x	Gis claro (10YR 7/1) en seco; textura franco arcillosa; estructura blocosa subangular media fuertemente desarrollada; porosidad abundante; consistencia en seco duro, consistencia en húmedo friable en saturado ligeramente plástico no adhesivo; contenido de raíces pocas, finas orientadas verticalmente; limite abrupto plano.

Foto No1.- Perfil representativo No 1.

NOMENCLATURA DE HORIZONTES

Ap 0-12cm
B2 12-30cm
B22 30-56cm
B+C 56-74cm
C 74-100xcm
Piso del perfil

Foto No2.-El tipo de vegetación que rodea al sitio de muestreo, se caracteriza como selva baja caducifolia, predominando las especies de *Prosopi sp., Acacias sp.* y algunos pastos inducidos.

UNIVERSIDAD DE GUADALAJARA

CENTRO UNIVERSITARIO DE CIENCIAS BIOLOGICAS Y AGROPECUARIAS

LABORATORIO DE:

FISICO QUIMICA DE SUELOS

PROCEDENCIA: Lomas de Tejeda Mpio.	**NUMERO DE PERFIL:** 2
de Tlajomulco de Zuñiga Jal.	**FECHA:** 09-Jul-96

DETERMINACION:		UNIDAD	METODO	HORIZONTES				
				Ap	A_2	-	-	-
Densidad real		gr/cc	Picnómetro	2.362	2.148	-	-	-
Densidad aparente		gr/cc	Parafina	1.246	1.457	-	-	-
Capacidad de campo		%	Richar @ Richar	2 0.38	-	-	-	-
P.M.P		%	Richar @ Richar	7.53	-	-	-	-
Agua aprovechable		%	Richar @ Richar	12.85	-	-	-	-
TEXTURA	Arena	%	Bouyoucos	67.64	59.64	-	-	-
	Arcilla	%	Bouyoucos	12.72	25.64	-	-	-
	Limo	%	Bouyoucos	19.64	14.72	-	-	-
	Textura	-	-	CA	CA	-	-	-
pH en el agua al (2:1)		-	Potenciometro	5.42	7.04	-	-	--
Materia orgánica		%	Walkley-Black	3.50	0.00	-	-	-
C.I.C		me/100g.	Acetato	14.08	36.17	-	-	-
C . I .	Calcio	me/100g.	Acetato	1.75	1.5	-	-	-
	Magnesio	me/100g.	Acetato	4.6	4.6	-	-	-
	Sodio	me/100g	Acetato	0.47	0.64	-	-	
	Potasio	me/100g.	Acetato	1.24	1.00	-	-	-
pH extracto de saturación		-	Potenciometro	5.82	-	-	-	-
Conductividad eléctrica		mmhos/cm	Coductivimetro	0.99	-	-	-	-
IONES SOLUBLES	Calcio	me/l	Verseno	5	-	-	-	
	Magnesio	me/l	Verseno	1.8	-	-	-	-
	Sodio	me/l	Flamometro	3.1	-	-	-	
	Potasio	me/l	Flamometro	-	-	-	-	-
	Carbonatos	me/l	Warder	0	-	-	-	
	Bicarbonatos	me/l	Warder	1.03	-	-	-	-
	Cloruros	me/l	Mhor	1.03	-	-	-	-
	Sulfatos	me/l	Calculo	7.84	-	-	-	-
	R.A.S.	-	-	1.68	-	-	-	-
	P.S.I.	-	-	1.201	-	-	-	-
	Clasificación	-	-	N	-	-	-	-
NUTRIENTES	Calcio	p.p.m.	Morgan	B	B	-	-	-
	Potasio	p.p.m.	Morgan	A	A	-	-	-
	Magnesio	p.p.m.	Morgan	B	B	-	-	-
	Manganeso	p.p.m.	Morgan	m	B	-	-	-
	Fósforo	p.p.m.	Morgan	m.a	m.a	-	-	-
	$N\text{-}NO_3$	p.p.m.	Morgan	A	m	-	-	-
	$N\text{-}NH_4$	p.p.m.	Morgan	m	B	-	-	-

DESCRIPCION DE PERFIL REPRESENTATIVO
CUENCA DE CAJITITLAN

PROCEDENCIA: Lomas de Tejeda Mpio de Tlajomulco de Zuñiga Jal.	**NUMERO DE PERFIL:** 2
	FECHA: 09-Jul-96

HORIZONTE	PROFUNDIDAD (cm)	DESCRIPCION
Ap	0 -11. 5	Café amarillento oscuro (10YR 4/4) en húmedo; textura franco arenosa; estructura subangular desarrollada; porosidad abundante; consistencia en húmedo friable en saturado ligeramente plástico y adhesivo; contenido de raíces frecuentes muy finas orientadas verticalmente; limite abrupto plano.
A_2	11.5 - 70	Café grisáceo (10YR 5/2) en húmedo; textura franco arenosa; estructura blocosa subangular fina, fuertemente desarrollada; porosidad abundante; consistencia en seco ligeramente duro, consistencia en húmedo friable en saturado ligeramente plástico y ligeramente adhesivo; contenido de raíces muy pocas, finas orientadas verticalmente; limite gradual plano.
B_1	70 - 93	Café amarillento (10YR 5/4) en húmedo; textura arenosa; estructura granular media, moderadamente desarrollada; porosidad abundante; consistencia en seco suave, consistencia en húmedo suelta en saturado no plástico y no adhesivo; contenido de raíces muy pocas, orientadas verticalmente; limite gradual plano.
B_2	93 - 115 x	Gris (10YR 6/1) en húmedo; textura franco limosa; estructura subangular media, fuertemente desarrollada; porosidad abundante; consistencia en seco ligeramente duro, consistencia en húmedo friable en saturado ligeramente plástico y ligeramente adhesivo; contenido de raíces muy pocas, finas orientadas verticalmente; limite claro y plano.

Foto No3.- Perfil representativo No 2, caracterizado por presentar lentos procesos de iluviación y eluviación en los horizontes.

Foto No4.-En el caso de ese tipo de suelos, es importante realizar practicas que ayuden a evitar la erosión del suelo. Una de las practicas que recomendamos es las plantación de arbolados para la formación de cortinas rompevientos.

UNIVERSIDAD DE GUADALAJARA

CENTRO UNIVERSITARIO DE CIENCIAS BIOLOGICAS Y AGROPECUARIAS

LABORATORIO DE:

FISICO QUIMICA DE SUELOS

PROCEDENCIA: Ejido Tlajomulco de Zuñiga Jal.	**NUMERO DE PERFIL:** 3
	FECHA: 09-Jul-96

DETERMINACION:		UNIDAD	METODO	HORIZONTES				
				Ap	B_2	-	-	-
Densidad real		gr/cc	Picnómetro	2.336	2.368	-	-	-
Densidad aparente		gr/cc	Parafina	1.550	1.544	-	-	-
Capacidad de campo		%	Richar @ Richar	25.76	-	-	-	-
P.M.P		%	Richar @ Richar	10.00	-	-	-	-
Agua aprovechable		%	Richar @ Richar	15.76	-	-	-	-
TEXTURA	Arena	%	Bouyoucos	53.64	35.64	-	-	-
	Arcilla	%	Bouyoucos	16.72	36.72	-	-	-
	Limo	%	Bouyoucos	29.64	27.64	-	-	-
	Textura	-	-	CA	CR	-	-	-
pH en el agua al (2:1)		-	Potenciometro	4.32	6.33	-	-	-
Materia orgánica		%	Walkley- Black	3.36	0.26	-	-	-
C.I.C		me/100g.	Acetato	15.42	22.08	-	-	-
C .I .	Calcio	me/100g.	Acetato	2.3	5.75	-	-	-
	Magnesio	me/100g.	Acetato	3.45	5.78	-	-	-
	Sodio	me/100g.	Acetato	0.35	0.48	-	-	-
	Potasio	me/100g.	Acetato	1.15	1.13	-	-	-
pH extrato de saturación		-	Potenciometro	4.58	-	-	-	-
Conductividad eléctrica		mmhos/cm	Conductivimetro	1.46	-	-	-	-
IONES SOLUBLES	Calcio	me/l	Verseno	9.0	-	-	-	-
	Magnesio	me/l	Verseno	7.2	-	-	-	-
	Sodio	me/l	Flamometro	1.9	-	-	-	-
	Potasio	me/l	Flamometro	-	-	-	-	-
	Carbonatos	me/l	Warder	0	-	-	-	
	Bicarbonatos	me/l	Warder	1.03	-	-	-	-
	Cloruros	me/l	Mhor	1.03	-	-	-	-
	Sulfatos	me/l	Calculo	12.24	-	-	-	-
	R.A.S.	-	-	0.66	-	-	-	-
	P.S.I.	-	-	0.01	-	-	-	-
	Clasificación	-	-	N	-	-	-	-
NUTRIENTES	Calcio	p.p.m.	Morgan	B	A	-	-	-
	Potasio	p.p.m.	Morgan	A	A	-	-	-
	Magnesio	p.p.m.	Morgan	B	B	-	-	-
	Manganeso	p.p.m.	Morgan	m.a	B	-	-	-
	Fósforo	p.p.m.	Morgan	m.a	m.a	-	-	-
	$N\text{-}NO_3$	p.p.m.	Morgan	M.A	m	-	-	-
	$N\text{-}NH_4$	p.p.m.	Morgan	m	m	-	-	-

DESCRIPCION DE PERFIL REPRESENTATIVO
CUENCA DE CAJITITLAN

PROCEDENCIA: Ejido Tlajomulco de Zuñiga Jal.	**NUMERO DE PERFIL:** 3
	FECHA: 09-Jul-96

HORIZONTE	PROFUNDIDAD (cm)	DESCRIPCION
Ap	0 - 24	Marrón (10YR 5/3) en seco; textura franco arenoso; estructura blocosa subangular media, fuertemente desarrollada; porosidad abundante; consistencia en seco muy duro, consistencia en húmedo firme en saturado ligeramente plástico y ligeramente adhesivo; contenido de raíces abundantes, medianas orientadas verticalmente; limite difuso y ondulado.
B_2	24 - 55	Gris (10YR 6/1) en seco; textura franco arcilloso; estructura blocosa subangular gruesa, fuertemente desarrollada; porosidad abundante; consistencia en seco muy duro, consistencia en húmedo firme en saturado plástico y adhesivo; contenido de raíces abundantes, medianas y finas orientadas verticalmente; limite difuso ondulado.
B_3	55 - 93	Gris oscuro (10YR 7/2) en seco; textura franco arcillo arenosa; estructura blocosa subangular media, fuertemente desarrollada; porosidad abundante; consistencia en seco duro, consistencia en húmedo firme en saturado plástico y adhesivo; contenido de raíces no se encuentran presentes; limite gradual ondulado.
C	93 - 110 x	Marrón (10YR 5/3) en húmedo; textura franco arenoso; estructura granular media, fuertemente desarrollada; porosidad abundante; consistencia en seco ligeramente duro, en húmedo suelta en saturado no plástico y ligeramente adhesivo; contenido de raíces no presentes; limite gradual plano.

UNIVERSIDAD DE GUADALAJARA

CENTRO UNIVERSITARIO DE CIENCIAS BIOLOGICAS Y AGROPECUARIAS

LABORATORIO DE:

FISICO QUIMICA DE SUELOS

PROCEDENCIA: San Miguel Cuyutlán	**NUMERO DE PERFIL: 4**
Mpio. de Tlajomulco de Zuñiga	**FECHA:** 19-Jun-96

DETERMINACION:		UNIDAD	METODO	HORIZONTES				
				Ap	B_{21}	B+C	-	-
Densidad real		gr/cc	Picnómetro	2.571	2.00	2.567	-	-
Densidad aparente		gr/cc	Parafina	1.469	1.815	1.433	-	-
Capacidad de campo		%	Richar @ Richar	41.45	-	-	-	-
P.M.P.		%	Richar @ Richar	26.79	-	-	-	-
Agua aprovechable		%	Richar @ Richar	14.66	-	-	-	-
TEXTURA	Arena	%	Bouyoucos	25.64	22.00	58.00	-	-
	Arcilla	%	Bouyoucos	52.72	56.36	16.64	-	-
	Limo	%	Bouyoucos	21.64	21.64	25.36	-	-
	Textura	-	-	R	R	CRA	-	-
pH en el agua al (2:1)		-	Potenciometro	6.90	8.29	8.88	-	-
Materia orgánica		%	Walkley-Black	2.08	1.21	0.13	-	-
C.I.C		me/100g.	Acetato	40.17	43.41	46.64	-	-
C . I .	Calcio	me/100g.	Acetato	17.25	19.55	18.4	-	-
	Magnesio	me/100g.	Acetato	11.5	11.5	13.8	-	-
	Sodio	me/100g.	Acetato	0.64	2.76	5.06	-	-
	Potasio	me/100g.	Acetato	1.08	1.24	1.66	-	-
pH extracto de saturación		-	Potenciometro	7.19	-	-	-	-
Conductividad eléctrica		mmhos/cm	Conductivimetro	0.63	-	-	-	-
IONES SOLUBLES	Calcio	me/l	Verseno	1.6	-	-	-	-
	Magnesio	me/l	Verseno	3.6	-	-	-	-
	Sodio	me/l	Flamometro	1.1	-	-	-	
	Potasio	me/l	Flamometro	-	-	-	-	-
	Carbonatos	me/l	Warder	0	-	-	-	
	Bicarbonatos	me/l	Warder	1.442	-	-	-	-
	Cloruros	me/l	Mhor	1.236	-	-	-	-
	Sulfatos	me/l	Calculo	2.522	-	-	-	-
	R.A.S.	-	-	0.68	-	-	-	-
	P.S.I.	-	-	0.01	-	-	-	-
	Clasificación	-	-	N	-	-	-	-
NUTRIENTES	Calcio	p.p.m.	Morgan	A	A	A	-	-
	Potasio	p.p.m.	Morgan	A	A	A	-	-
	Magnesio	p.p.m.	Morgan	B	B	B	-	-
	Manganeso	p.p.m.	Morgan	B	B	B	-	-
	Fósforo	p.p.m.	Morgan	m.a	m.a	m.a	-	-
	$N\text{-}NO_3$	p.p.m.	Morgan	A	B	B	-	-
	$N\text{-}NH_4$	p.p.m.	Morgan	m	m	m	-	-

DESCRIPCION DE PERFIL REPRESENTATIVO
CUENCA DE CAJITITLAN

PROCEDENCIA: San Miguel Cuyutlán	**NUMERO DE PERFIL:** 4
Mpio. de Tlajomulco de Zuñiga	**FECHA:** 19-Jun-96

HORIZONTE	PROFUNDIDAD (cm)	DESCRIPCIÓN
Ap	0 - 28	Gris (10 YR 5/1) en seco; textura franco arcilloso; estructura blocosa subangular media, fuertemente desarrollada, porosidad abundante; consistencia en seco muy duro, consistencia en húmedo firme en saturado plástico y ligeramente adhesivo; contenido de raíces abundantes, muy finas orientadas verticalmente limite claro y plano.
B_2	28 - 60	Gris (10YR 5/1) en seco; textura arcillosa; estructura blocosa subangular gruesa, fuertemente desarrollada; porosidad abundante; consistencia en seco muy duro, consistencia en húmedo firme en saturado ligeramente plás - tico y adhesivo; contenido de raíces abundantes, muy finas orientadas verticalmente; limite claro y plano.
B+C	60 - 85	Rojo claro (2.5Y 7/2) en seco; textura franco arenosa; estructura blocosa subangular media, fuertemente desarrollada; porosidad abundante; consistencia en seco suave, consistencia en húmedo muy friable en saturado ligeramente plástico y ligeramente adhesivo; contenido de raíces pocas, medianas orientadas verticalmente; limite gradual plano.
C_1	85 - 103	Café oscuro (10YR 4/3) en seco; textura franco arenosa; estructura blocosa subangular media, fuertemente desarrollado; porosidad abundante; consistencia en seco suave, consistencia en húmedo friable en saturado ligeramente plástico no adhesivo; contenido de raíces no están presentes; limite gradual plano.
C_2	103 - 124 x	Ligeramente gris marrón (10YR 6/2) en húmedo; textura franco arenosa; estructura granular media fuertemente desarrollada; porosidad abundante; consistencia en seco ligeramente duro, consistencia en húmedo muy friable en saturado no plástico y ligeramente adhesivo; contenido de raíces no están presentes; limite gradual plano.

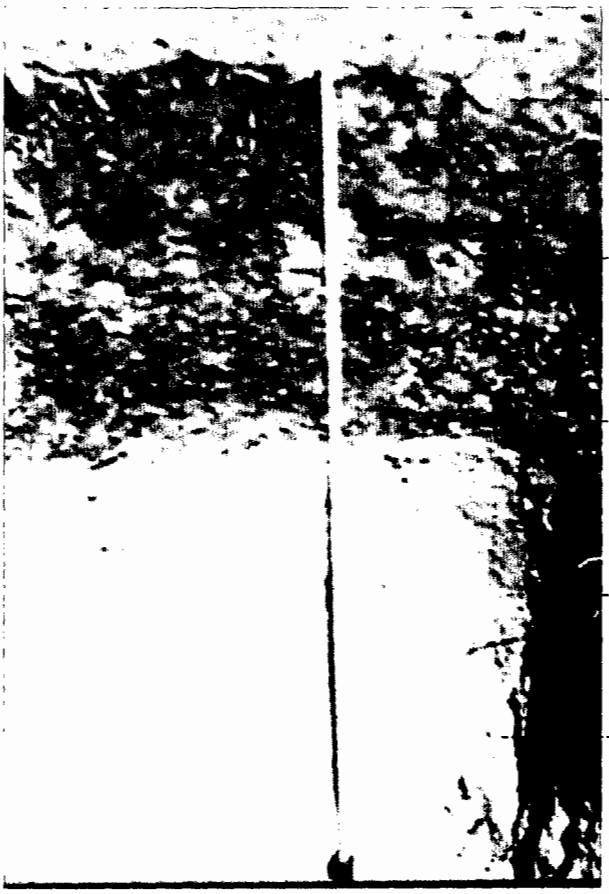


Foto No7.- Perfil representativo No 4, caracterizado por presentar los Horizontes bien desarrollado.

NOMENCLATURA DE HORIZONTES
Ap 0-28cm
B2 28-60cm
B+C 60-85cm
C1 85-103cm
C2 103-124x

Foto No8.- Suelos dedicados a la explotación agrícola, siendo el Maíz el cultivo predominante en la zona; generalmente estos suelos presentan un potencial productivo satisfactorio; Este sitio se localiza al Noroeste del poblado de San Miguel Cuyutlán.

UNIVERSIDAD DE GUADALAJARA

CENTRO UNIVERSITARIO DE CIENCIAS BIOLOGICAS Y AGROPECUARIAS

LABORATORIO DE:

FISICO QUIMICA DE SUELOS

PROCEDENCIA: San Miguel Cuyutlán	**NUMERO DE PERFIL:** 5
Mpio. de Tlajomulco de Zuñiga	**FECHA:** 04-Jul-96

		UNIDAD	METODO	HORIZONTES				
DETERMINACION:				Ap	LECHO ROCOSO			
Densidad real		gr/cc	Picnómetro	2.653	-	-	-	-
Densidad aparente		gr/cc	Parafina	1.945	-	-	-	-
Capacidad de campo		%	Richar @ Richar	27.82	-	-	-	-
P.M.P.		%	Richar @ Richar	20.61	-	-	-	-
Agua aprovechable		%	Richar @ Richar	7.21	-	-	-	-
TEXTURA	Arena	%	Bouyoucos	46.00		-	-	-
	Arcilla	%	Bouyoucos	30.36	-	-	-	-
	Limo	%	Bouyoucos	23.64	-	-	-	-
	Textura	-	-	CRA	-	-	-	
pH en el agua al (2:1)		-	Potenciometro	5.96	-	-	-	-
Materia orgánica		%	Walkley-Black	4.30	-	-	-	-
C.I.C		me/100g.	Acetato	31.98	-	-	-	-
C . I .	Calcio	me/100g.	Acetato	12.65	-	-	-	-
	Magnesio	me/100g.	Acetato	10.35	-	-	-	
	Sodio	me/ 100g	Acetato	0.41	-	-	-	-
	Potasio	me/ 100g.	Acetato	0.7	-	-	-	-
pH extracto de saturación		-	Potenciometro	6.88	-	-	-	-
Conductividad eléctrica		mmhos/cm	Conductivimetro	0.83	-	-	-	-
IONES SOLUBLES	Calcio	me/l	Verseno	6	-	-	-	-
	Magnesio	me/l	Verseno	2.2	-	-	-	-
	Sodio	me/l	Flamometro	0.1	-	-	-	-
	Potasio	me/l	Flamometro	-	-	-	-	-
	Carbonatos	me/l	Warder	0	-	-	-	-
	Bicarbonatos	me/l	Warder	1.236	-	-	-	-
	Cloruros	me/l	Mhor	1.236	-	-	-	-
	Sulfatos	me/l	Calculo	5.828	-	-	-	-
	R.A.S.	-	-	0.049	-	-	-	-
	P.S.I.	-	-	0.01	-	-	-	-
	Clasificación	-	-	N	-	-	-	-
NUTRIENTES	Calcio	p.p.m.	Morgan	A	-	-	-	-
	Potasio	p.p.m.	Morgan	B	-	-	-	-
	Magnesio	p.p.m.	Morgan	B	-	-	-	-
	Manganeso	p.p.m.	Morgan	m	-	-	-	-
	Fósforo	p.p.m.	Morgan	m.a	-	-	-	-
	$N\text{-}NO_3$	p.p.m.	Morgan	A	-	-	-	-
	$N\text{-}NH_4$	p.p.m.	Morgan	m	-	-	-	-

DESCRIPCION DE PERFIL REPRESENTATIVO
CUENCA DE CAJITITLAN

PROCEDENCIA: San Miguel Cuyutlán	**NUMERO DE PERFIL:** 5
Mpio. de Tlajomulco de Zuñiga	**FECHA:** 04-Jul-96

HORIZONTE	PROFUNDIDAD (cm)	DESCRIPCION
Ap	0 - 20	Marrón amarillento (10 YR 5/4) en seco; textura franco arcillo arenosa; estructura blocosa subangular media, moderadamente desarrollada; porosidad abundante; consistencia en seco suave, consistencia en húmedo friable en saturado ligeramente adhesivo no plástico; contenido de raíces abundantes, medianas orientadas vertical mente; limite claro ondulado.
R	20 - 44 x	Presencia de lecho rocoso en el horizonte.

FotoNo9.- Perfil representativo No5,este perfil presenta un horizonte (Ap) y un horizonte (R); el horizonte Ap se refiere la capa superficial del suelo que ha sido perturbada por instrumentos de labranza, mientras que (R) es el lecho rocoso.

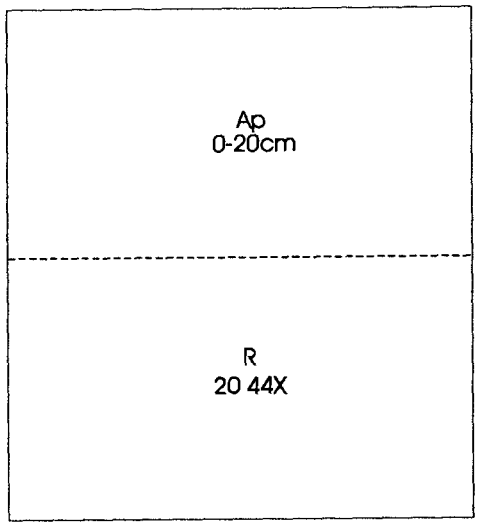


Foto No10.- Suelos de mesetas donde no hay aporte de material de acarreo; son suelos que pueden llegar a ser mas profundos al intemperizarse la roca basáltica; este sitio se ubica al Sureste de Sam Miguel Cuyutlán.

UNIVERSIDAD DE GUADALAJARA

CENTRO UNIVERSITARIO DE CIENCIAS BIOLOGICAS Y AGROPECUARIAS

LABORATORIO DE:

FISICO QUIMICA DE SUELOS

PROCEDENCIA: San Lucas Mpio. de	**NUMERO DE PERFIL:** 6
Tlajomulco de Zuñiga	**FECHA:** 23-Jun-96

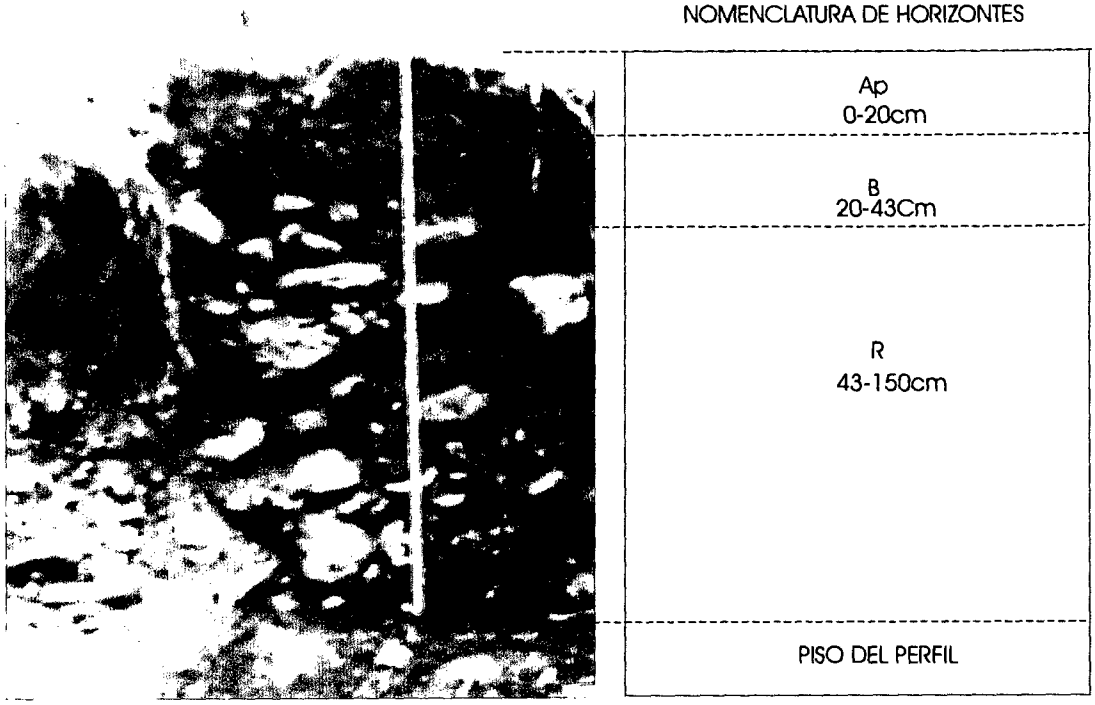
DETERMINACION:		UNIDAD	METODO	HORIZONTES				
				Ap	B_2	LECHO ROCOSO		
Densidad real		gr/cc	Picómetro	2.428	2.107	-	-	-
Densidad aparente		gr/cc	Parafina	1.511	1.892	-	-	-
Capacidad de campo		%	Richar @ Richar	30.30	-	-	-	-
P.M.P		%	Richar @ Richar	23.82	-	-	-	-
Agua aprovechable		%	Richar @ Richar	6.48	-	-	-	-
TEXTURA	Arena	%	Bouyoucos	44.00	43.00	-	-	-
	Arcilla	%	Bouyoucos	38.36	42.36	-	-	-
	Limo	%	Bouyoucos	17.64	14.64	-	-	-
	Textura	-	-	CR	R	-	-	-
pH en el agua al (2:1)		-	Potenciometro	5.91	6.18	-	-	-
Materia orgánica		%	Walkley-Black	4.30	3.76	-	-	-
C.I.C.		me/100g.	Acetato	40.74	42.45	-	-	-
C .I .	Calcio	me/100g.	Acetato	13.8	13.8	-	-	-
	Magnesio	me/100g.	Acetato	9.2	11.5	-	-	-
	Sodio	me/100g.	Acetato	0.49	0.64	-	-	-
	Potasio	me/100g.	Acetato	0.76	0.76	-	-	-
Ph extracto de saturación		-	Potenciometro	6.92	-	-	-	-
Conductividad eléctrica		mmhos/cm	Conductivimetro	0.49	-	-	-	-
IONES SOLUBLES	Calcio	me/l	Verseno	3.0	-	-	-	-
	Magnesio	me/l	Verseno	1.2	-	-	-	-
	Sodio	me/l	Flamometro	0.7	-	-	-	-
	Potasio	me/l	Flamometro	-	-	-	-	-
	Carbonatos	me/l	Warder	0	-	-	-	-
	Bicarbonatos	me/l	Warder	1.03	-	-	-	
	Cloruros	me/l	Mhor	0.8	-	-	-	-
	Sulfatos	me/l	Calculo	3.07	-	-	-	-
	R.A.S.	-	-	0.48	-	-	-	-
	P.S.I.	-	-	0.01	-	-	-	-
	Clasificación	-	-	N	-	-	-	-
NUTRIENTES	Calcio	p.p.m.	Morgan	A	A	-	-	-
	Potasio	p.p.m.	Morgan	B	B	-	-	-
	Magnesio	p.p.m.	Morgan	B	B	-	-	-
	Manganeso	p.p.m.	Morgan	B	B	-	-	-
	Fósforo	p.p.m.	Morgan	m.a	m.a	-	-	-
	$N\text{-}NO_3$	p.p.m.	Morgan	m	m	-	-	-
	$N\text{-}NH_4$	p.p.m.	Morgan	m	B	-	-	-

DESCRIPCION DEL PERFIL REPRESENTATIVO
CUENCA DE CAJITITLAN

PROCEDENCIA: San Lucas Mpio. de Tlajomulco de Zuñiga	**NUMERO DE PERFIL:** 6
	FECHA: 23-Jun-96

HORIZONTE	PROFUNDIDAD (cm)	DESCRIPCION
Ap	0 - 20	Grisáceo marrón oscuro (10YR 4/2) en seco; textura franco arcillosa; falta de estructura; porosidad abundante; consistencia en seco ligeramente duro, consistencia en húmedo muy friable en saturado ligeramente plástico y ligeramente adhesivo; contenido de raíces abundante, grandes y medianas orientadas verticalmente; limite claro ondulado.
B	20 - 43	Marrón (10YR 5/3) en seco; textura franco arcillosa; falta de estructura; porosidad abundante; consistencia en seco ligeramente duro, consistencia en húmedo muy friable en saturado ligeramente plástico y ligeramente adhesivo; contenido de raíces abundantes, grandes y medianas orientadas verticalmente; limite gradual plano.
R	43 - 150 x	Presencia de lecho rocoso en el horizonte.

Foto No11.- Perfil representativo No 6, este sitio presenta suelos similares al perfil cinco, debido a la presencia del lecho rocoso a pocos (cm) de profundidad.



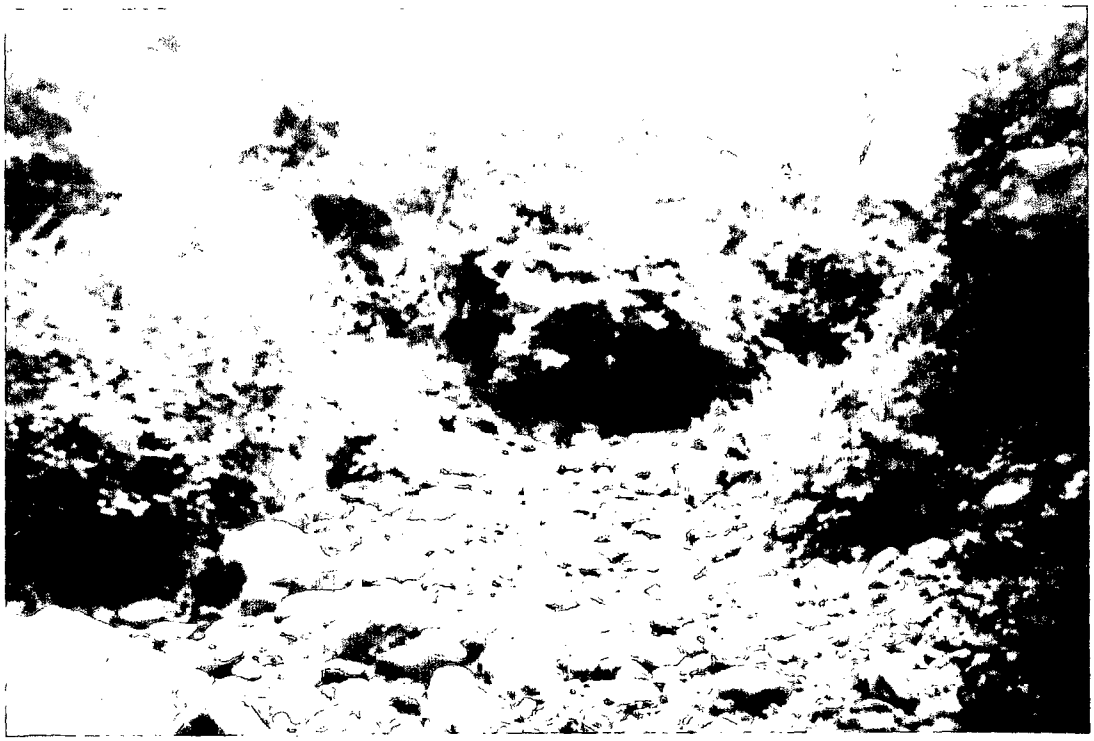


Foto No12.-Este perfil se ubica 600 m al Sur del poblado de San Lucas Evangelista. Los suelos de esta zona son dificiles de labrar con maquinaria pesada, debido a la pedregosidad existente en la superficie y en el perfil.

UNIVERSIDAD DE GUADALAJARA

CENTRO UNIVERSITARIO DE CIENCIAS BIOLOGICAS Y AGROPECUARIAS

LABORATORIO DE:

FISICO QUIMICA DE SUELOS

PROCEDENCIA: San Miguel Cuyutlán	**NUMERO DE PERFIL:** 7
Mpio. de Tlajomulco de Zuñiga	**FECHA:** 02-Jul-96

DETERMINACION:		UNIDAD	METODO	HORIZONTES				
				Ap	IIC_1	$IIIC_2$	-	-
Densidad real		gr/cc	Picnómetro	2.702	2.660	2.551	-	-
Densidad aparente		gr/cc	Parafina	1.683	1.750	1.466	-	-
Capacidad de campo		%	Richar @ Richar	25.30	-	-	-	-
P.M.P.		%	Richar @ Richar	16.63	-	-	-	-
Agua aprovechable		%	Richar @ Richar	8.67	-	-	-	-
TEXTURA	Arena	%	Bouyoucos	52.00	84.62	32.00	-	-
	Arcilla	%	Bouyoucos	26.36	9.36	38.36	-	-
	Limo	%	Bouyoucos	25.64	5.82	39.64	-	-
	Textura	%	-	CRA	AC	RC	-	-
pH en el agua al (2:1)		-	Potenciometro	5.59	7.25	7.18	-	-
Materia orgánica		%	Walkley-Black	0.97	0.67	1.21	-	-
C.I.C		me/100g.	Acetato	25.32	24.37	35.60	-	-
C . I .	Calcio	me/100g.	Acetato	8.05	11.5	13.8	-	-
	Magnesio	me/100g.	Acetato	5.75	5.75	9.2	-	-
	Sodio	me/100g.	Acetato	0.41	0.32	0.48	-	-
	Potasio	me/100g.	Acetato	0.46	0.18	0.53	-	-
pH extracto de saturación		-	Potenciometro	6.15	-	-	-	
Conductividad eléctrica		mmhos/cm	Conductivimetro	0.47	-	-	-	-
IONES SOLUBLES	Calcio	me/l	Verseno	2.6	-	-	-	
	Magnesio	me/l	Verseno	3.2	-	-	-	-
	Sodio	me/l	Flamometro	1.1	-	-	-	-
	Potasio	me/l	Flamometro	-	-	-	-	-
	Carbonatos	me/l	Warder	0	-	-	-	-
	Bicarbonatos	me/l	Warder	0.618	-	-	-	-
	Cloruros	me/l	Mhor	0.618	-	-	-	-
	Sulfatos	me/l	Calculo	3.464	-	-	-	-
	R.A.S.	-	-	0.647	-	-	-	-
	P.S.I.	-	-	0.010	-	-	-	-
	Clasificación	-	-	N	-	-	-	-
NUTRIENTES	Calcio	p.p.m.	Morgan	A	A	A	-	-
	Potasio	p.p.m.	Morgan	B	B	B	-	-
	Magnesio	p.p.m.	Morgan	B	B	B	-	-
	Manganeso	p.p.m.	Morgan	m	B	B	-	-
	Fósforo	p.p.m.	Morgan	m.a	m.a	m.a	-	-
	$N\text{-}NO_3$	p.p.m.	Morgan	A	m	B	-	-
	$N\text{-}NH_4$	p.p.m.	Morgan	m	B	B	-	-

DESCRIPCION DE PERFIL REPRESENTATIVO
CUENCA DE CAJITITLAN

PROCEDENCIA: San Miguel Cuyutlán	**NUMERO DE PERFIL:** 7
Mpio. de Tlajomulco de Zuñiga	**FECHA:** 02-Jul-96

HORIZONTE	PROFUNDIDAD (cm)	DESCRIPCION
Ap	0 - 30	Marrón amarillento (10YR 5/4) en seco; textura franco arcillo arenosa; estructura blocosa subangular media, fuertemente desarrollada; porosidad abundante; consistencia en seco duro; consistencia en húmedo muy friable y en saturado ligeramente plástico y adhesivo; contenido de raíces frecuentes, medianas y finas orientadas verticalmente; limite claro plano.
IIC_1	30 - 75	Marrón (10 YR 5/3) en seco; textura franco arenosa; estructura granular fina, medianamente desarrollada; porosidad abundante; consistencia en seco ligeramente duro, consistencia en húmedo muy friable en saturado no plástico y no adhesivo; contenido de raíces frecuentes, medianas y finas orientadas verticalmente; limite claro plano.
$IIIC_2$	75 - 115 x	Marrón (10YR 5/3) en seco; textura arcillo limoso; estructura blocosa subangular media, fuertemente desarrollada; porosidad abundante; consistencia en seco duro, consistencia en húmedo friable en saturado plástico y ligeramente adhesivo; contenido de raíces pocas, finas orientadas verticalmente; limite claro ondulado.

Foto No13.- Perfil representativo No7, caracterizado por presentar considerables porcentajes de arena y piedras de tamaño pequeño.

NOMENCLATURA DE HORIZONTES

Ap 0-30cm
IIC1 30-75cm
IIIC2 75-115x
Piso del Perfil

Foto No14.-En algunas parcelas que rodean al sitio de muestro, fue necesario hacer drenes con el fin de canalizar los excedente de agua hacia la Laguna de Cajititlán; el sitio aquí descrito se ubica a la altura del Poblado de San Lucas Evangelista.

UNIVERSIDAD DE GUADALAJARA

CENTRO UNIVERSITARIO DE CIENCIAS BIOLOGICAS Y AGROPECUARIAS

LABORATORIO DE:

FISICO QUIMICA DE SUELOS

PROCEDENCIA: Cuexcomatitlán Mpio. de Tlajomulco de Zúñiga	**NUMERO DE PERFIL:** 8
	FECHA: 5 - jul - 96

DETERMINACION:		UNIDAD	METODO	HORIZONTES				
				Ap	B_{21}	B_{22}	-	-
Densidad real		gr/cc	Picnómetro	2.301	2.778	7.763	-	-
Densidad aparente		gr/cc	Parafina	1.384	1.773	1.526	-	-
Capacidad de campo		%	Richar @ Richar	37.91	-	-	-	-
P.M.P.		%	Richar @ Richar	22.91	-	-	-	-
Agua aprovechable		%	Richar @ Richar	15.00	-	-	-	-
TEXTURA	Arena	%	Bouyoucos	22.00	20.00	20.00	-	-
	Arcilla	%	Bouyoucos	50.36	52.36	54.36	-	-
	Limo	%	Bouyoucos	27.64	27.64	25.64	-	-
	Textura	-	-	R	R	R	-	-
pH en el agua al (2:1)		-	Potenciometro	6.25	7.99	8.55	-	-
Materia orgánica		%	Walkley-Black	2.42	1.21	0.80	-	-
C.I.C.		me/100g.	Acetato	37.31	43.79	47.40	-	-
C. I.	Calcio	me/100g.	Acetato	11.5	16.1	13.8	-	-
	Magnesio	me/100g.	Acetato	6.9	12.65	9.2	-	-
	Sodio	me/100g.	Acetato	1.27	3.82	5.75	-	-
	Potasio	me/100g.	Acetato	0.92	1.01	1.36	-	-
pH extracto de saturación		-	Potenciometro	7.17	-	-	-	-
Conductividad eléctrica		mmhos/cm	Conductivimetro	0.43	-	-	-	-
IONES SOLUBLES	Calcio	me/l	Verseno	1.6	-	-	-	-
	Magnesio	me/l	Verseno	1.6	-	-	-	-
	Sodio	me/l	Flamometro	1.1	-	-	-	-
	Potasio	me/l	Flamometro	-	-	-	-	-
	Carbonatos	me/l	Warder	0	-	-	-	-
	Bicarbonatos	me/l	Warder	1.03	-	-	-	-
	Cloruros	me/l	Mhor	1.03	-	-	-	-
	Sulfatos	me/l	Calculo	2.24	-	-	-	-
	R.A.S.	-	-	0.87	-	-	-	-
	P.S.I.	-	-	0.02	-	-	-	-
	Clasificación	-	-	N	-	-	-	-
NUTRIENTES	Calcio	p.p.m.	Morgan	A	A	A	-	-
	Potasio	p.p.m.	Morgan	A	A	m	-	-
	Magnesio	p.p.m.	Morgan	B	B	B	-	-
	Manganeso	p.p.m.	Morgan	B	B	B	-	-
	Fósforo	p.p.m.	Morgan	m.a	m.a	m.a	-	-
	$N\text{-}NO_3$	p.p.m.	Morgan	A	m	B	-	-
	$N\text{-}NH_4$	p.p.m.	Morgan	m	B	B	-	-

DESCRIPCION DE PERFIL REPRESENTATIVO
CUENCA DE CAJITITLAN

PROCEDENCIA: Cuexcomatitlán Mpio. de Tlajomulco de Zuñiga	**NUMERO DE PERFIL:** 8
	FECHA: 5 -Jjul - 96

HORIZONTE	PROFUNDIDAD	DESCRIPCION
Ap	0 - 24	Gris oscuro (10 YR 4/1) en seco; textura arcillosa estructura blocosa subangular media, fuertemente desarrollada; porosidad abundante; consistencia en seco muy duro, consistencia en húmedo firme y en saturado plástico adhesivo; contenido de raíces frecuentes, finas y medianas orientadas verticalmente; limite abrupto plano.
B_{21}	24 - 56	Gris (10YR 5/10) en seco; textura arcillosa; estructura blocosa subangular gruesa, fuertemente desarrollada; porosidad abundante; consistencia el seco muy dura, consistencia en húmedo muy firme en saturado plástico ligeramente adhesivo contenido de raíces frecuentes, finas orientadas verticalmente; limite abrupto plano.
B_{22}	56 - 111 x	Gris (10 YR 5/1) en seco; textura arcillosa; estructura blocosa subangular gruesa, fuertemente desarrollada; porosidad abundante; consistencia en seco duro, consistencia en húmedo firme en saturado plástica adhesiva; contenido de raíces pocas, finas orientadas verticalmente, limite abrupto ondulado.

4.3 Regímenes Hidrotérmicos del Suelo.

El método utilizado en la determinación de los balances hidrotérmicos, se conoce como Sistema **(NEWHALL);** el cual clasifica los parámetros de humedad presentes en el suelo en base a las condiciones climáticas de temperatura, precipitación, evapotranspiración incluyendo la sección de control de humedad del perfil, diferenciando tres condiciones básicas de humedad: Húmedos, secos y medianamente secos dependiendo del grado de humedad presente en ellos. Para llevar acabo esta clasificación, es necesario contar con los datos meteorológicos del área de estudio, tales como temperatura, precipitación pluvial y evapotranspiración. La descripción del método se explica en el capítulo (III) Correspondiente a materiales y métodos.

Cuando en un día la evapotranspiración es mayor que la precipitación, indica que hay un déficit de humedad, por lo tanto éste se clasifica como seco o medianamente seco dependiendo del grado de humedad existente en el suelo. Sí la evapotranspiración es menor que la precipitación pluvial, se tendrán excedentes de humedad hasta rebasar los 10 cm de humedad almacenada en promedio, teniendo un día húmedo; esto depende de las características físicas del suelo así como de la región climática de que estemos hablando.

Para tener una mayor precisión en la determinación de los balances hidrotérmicos, se realizo una triangulación con las estaciones meteorológicas más cercanas al lugar del proyecto, de tal manera que este quedara al centro con respecto a las mismas. Las estaciones meteorológicas empleadas son: Huerta Vieja, El Salto y Presa Hurtado, que cuentan con datos de más de 20 años consecutivos.

De acuerdo con los resultados generados a partir de este método, todo indica que las estaciones meteorológicas tomadas para la determinación de los balances, presentan un alto grado de homogeneidad climática ya que ninguna presento diferencias en regímenes, dominando el régimen Tropustico Udico. Posteriormente se llevo acabo un ajuste de resultados ya que el método utilizado no valora las características físicas del relieve como pendientes, alturas, texturas, vegetación, presencia o ausencia de cuerpos lacustres, verificaciones de campo, además se describieron los perfiles, con el fin de verificar la sección de control de humedad del suelo.

De este ajuste se obtuvieron los regímenes Tropustico údico, T. típico, y T. acuico; la distribución de estos regímenes se presenta a continuación.

Por las características del régimen acuico, éste se distribuye a lo largo de la rivera de la laguna de Cajititlán; mientras que el régimen tropustico típico se distribuye en las partes altas de la microcuenca, por ultimo el tropustico údico se presenta en todo el piso valle de la microcuenca. Para tener una mejor comprensión y entendimiento de la distribución de los regímenes, es importante ver el plano de regímenes hidrotérmicos numerado con la (Figura No11), además es importante revisar él capitulo (II) de revisión de literatura en lo referente a los regímenes hidrotérmicos.

UNIVERSIDAD DE GUADALAJARA

DIVISION DE GEOGRAFIA

CALCULO DE CLIMAS SEGUN EL SEGUNDO SISTEMA DE THORNTHWAITE

ESTACION: Huerta Vieja. **LATITUD:** 20° 25'N **LONGITUD:** 103° 14' W **ALTITUD:** 1552 msnm

PERIODO: 1967-1986

CONCEPTO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	CLAVE	VALOR
TE (°C)	16	17.11	19.5	22.4	23.5	22.39	21.1	20.9	20.8	20	18.1	16.4	TEA	19.89
PR (CM)	1.6	0.86	0.7	0.28	2.19	16.02	23.3	18.33	16.2	5.68	1.9	0.95	PRA	87.57
ICM	5.82	6.64	7.85	9.68	10.41	10.01	8.85	8.72	8.66	8.16	7.01	6.04	ICA	97.65
EV (CM)	4.59	5.3	7.01	9.42	10.44	9.88	8.29	8.13	8.04	7.4	5.98	4.84		
FC	0.95	0.9	1.03	1.05	10.13	1.11	1.14	1.11	1.02	1	0.93	0.94		
EP (CM)	4.36	4.77	7.22	9.89	11.8	10.96	9.45	9.02	8.2	7.4	5.56	4.5	EPA	93.19
MH (CM)	-1.02	0	0	0	0	5.06	4.94	0	0	-1.72	-3.66	3.6		
HA (CM)	0	0	0	0	0	5.06	10	10	10	8.28	4.62	1.02		
DA (CM)	0	0	0	0	0	0	8.9	9.31	8	0	0	0		
DE (CM)	2.18	3.91	6.52	9.61	9.61	0	0	0	0	0	0	0	DAA	25.21
ER (CM0	2.18	0.86	0.7	0.28	2.19	10.96	9.45	9.02	7.4	5.56	4.55			
ES (CM)	0	0	0	0	0	0	4.45	6.88	6.33	2	0	0		
RP (CM)	-0.73	-0.82	-0.9	-0.97	-0.81	0.46	1.46	1.03	0.97	-0.23	-0.66	-0.79		

IH = 100 X DAA / EPA =
IA = 100 X DEA / EPA =
I P = IH – 0.5 (IA) =
CT = 100 X SUM (EPN) / EPA =

CONCEPTO	
28.1 %	CATEGORIA DE HUMEDAD
34.2 %	REGIMEN DE HUMEDAD
7.6 %	CATEGORIA DE TEMPERATURA
35.00 %	REGIMENDE TEMPERATURA

FORMULA DEL CLIMA

CLAVE	DESCRIPCION
C2	= SUBHUMEDO LLUVIOSO
SE	= GRAN DEFICIENCIA DE AGUA ESTIVAL
B3	= TEMPLADO - CALIDO
A*	= MUY BAJA CONC. DE CALOR EN VERANO

ESTACION: Huerta vieja. ESTADO: Jalisco LATITUD: 20º 25' N
ELEVACION: 1552 msnm LONGITUD: 103º 14' W

PRECIPITACION MEDIA ANUAL: 876 mm
REGIMEN DE TEMPERATURA: Isohipertérmico REGIMEN DE HUMEDAD: Ustico

REGIMEN DE CLIMATOLOGIA DEL SUELO DE ACUERDO AL METODO DE (NEWHALL))

"Temperatura del Suelo =Temperatura del aire + 2.5ºC; Amplitud Reducida por 1/3)

PRECIPITACION MENSUAL

ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
11.6	8.6	7.0	2.8	21.9	160.2	233.0	183.3	162.0	56.8	19.0	9.5

TEMPERATURA DEL AI RE MENSUAL

ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
16.0	17.1	19.5	22.4	23.5	22.9	21.1	20.9	20.8	20.0	18.1	16.4

EVAPOTRASPIRACION MENSUAL

ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
43.6	47.6	72.2	98.9	118.9	109.6	94.5	90.2	82.0	74.0	55.6	45.5

CALENDARIO DE HUMEDAD
(1= Seco; 2= Medio Seco; 3= Húmedo)
M/S

```
     1*******************15*******************30
ENE  333333333333333333333333333333
FEB  333333333333333333333333333333
MAR  222222222222222222222222222222
ABR  222222222222221111111111111111
MAY  111111111111111111111111111111
JUN  111111111111111333333333333333
JUL  333333333333333333333333333333
AGO  333333333333333333333333333333
SEP  333333333333333333333333333333
OCT  333333333333333333333333333333
NOV  333333333333333333333333333333
DIC  333333333333333333333333333333
```

NUMERO DE DIAS ACUMULATIVOS EN QUE LA SECCION DE CONTROL HUMEDAD (SCH)						MÁXIMO NUMERO DE DIAS CONSECUTIVOS EN QUE LA (SCH) ES			
DURANTE UN AÑO			CUANDO LA TEMP. ES MAYOR A 5ºC			HUMEDO EN ALGUNAS PARTES		SECO DESPUES DEL SOLSTICIODE	HUMEDO DESPUES DEL SOLSTICIO DE I
SECO	M/S	HUMEDO	SECO	M/S	HUMEDO	DEL AÑO	T>8	VERANO	INVIERNO
60	45	255	60	45	255	300	300	0	60

Computado por el programa NSM Noviembre de 1986
Subdivisión tentativa: Tropustico Udico.

UNIVERSIDAD DE GUADALAJARA

DIVISION DE GEOGRAFIA

CALCULO DE CLIMAS SEGUN EL SISTEMA DE THORNTHWAITE

ESTACION: El Salto. **LATITUD:** 20° 31'N **LONGITUD:** 103° 10'W **ALTITUD:** 1508 msnm

PERIODO: 1967-1986

CONCEPTO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	CLAVE	VALOR
TE (°C)	15.4	16.70	19.1	21.6	23.3	22.8	21.5	21.3	21	20.3	17.7	16.2	TEA	19.79
PR (CM)	1.76	0.52	0.47	0.34	2.79	15.8	26.3	20.57	14	4.08	1.68	0.77	PARA	89.08
ICM	5.49	6.21	7.61	9.16	10.28	9.95	9.1	8.97	8.78	8.34	6.78	5.93	ICA	96.6
EV (CM)	4.29	5.09	6.75	8.76	10.28	9.82	8.67	8.5	8.25	7.68	5.57	4.77		
FC	0.94	0.9	1.03	1.05	1.13	1.11	1.15	1.11	1.02	1	0.92	0.94		
EP (CM)	4.03	4.58	6.96	9.2	11.61	10.9	9.97	9.44	8.42	7.68	5.29	4.48	EPA	92.55
MH (CM)	0	0	0	0	0	4.9	5.1	0	0	-3.6	-3.61	-2.79		
HA (CM)	0	0	0	0	0	4.9	10	10	10	6.4	2.79	0		
DA (CM)	0	0	0	0	0	0	11.23	11.13	5.58	0	0	0	DAA	27.95
DE (CM)	2.27	4.06	6.49	8.86	8.82	0	0	0	0	0	0	0.92	DEA	31.41
ER (CM0	1.76	0.52	0.47	0.34	2.79	10.9	9.97	9.44	8.42	7.68	5.92	3.56		
ES (CM)	0	0	0	0	0	0	5.62	8.87	5.57	1.4	0	0		
RP (CM)	-0.56	-0.89	-0.93	-0.96	-0.76	0.45	1.64	1.18	0.66	-0.47	-0.68	-0.83		

IH = 100 X DAA / EPA =
IA = 100 X DEA / EPA =
I P = IH – 0.5 (IA) =
CT = 100 X SUM (EPN) / EPA =

CONCEPTO	
30.2 %	CATATEGORIA DE HUMEDAD
33.9 %	REGIMEN DE HUMEDAD
9.8 %	CATEGORIA DE TEMPERATURA
38.3 %	REGIMENDE TEMPERATURA

FORMULA DEL CLIMA

CLAVE	DESCRIPCION
C2 =	SUBHUMEDO LLUVIOSO
SE =	DEFICIENCIA DE AGUA ESTIVAL
B3' =	TEMPLADO - CALIDO
A* =	MUY BAJA CONC. DE CALOR EN VERANO

ESTACION: El Salto ESTADO: Jalisco LATITUD: 20° 31' N
ELEVACION: 1508msnm LONGITUD: 103° 10' W

PRECIPITACION MEDIA ANUAL: 894 mm
REGIMEN DE TEMPERATURA: Isohipertermico REGIIMEN DE HUMEDAD: Ustico

REGIMEN DE CLIMATOLOGIA DEL SUELO DE ACUERDO AL METODO DE (NEWHALL))

"Temperatura del Suelo =Temperatura del aire + 2.5°C; Amplitud Reducida por 1/3)

PRECIPITACION MENSUAL

ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
17.6	5.2	7.8	3.4	27.9	158.0	263.0	205.7	140.0	40.8	16.8	7.7

TEMPERATURA DEL AI RE MENSUAL

ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
15.4	16.7	19.1	21.6	23.6	22.8	21.5	21.3	21.0	20.3	17.7	16.2

EVAPOTRASPIRACION MENSUAL

ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
40.7	45.9	69.6	92.0	116.1	109.0	98.9	94.4	84.2	76.8	53.5	44.9

CALENDARIO DE HUMEDAD
(1= Seco; 2= Medio Seco; 3= Húmedo)

	M/S
	1**********15**********30
ENE	333333333333333333333333333333
FEB	333333333333333333322222222222
MAR	222222222222222222222222222222
ABR	222222222222111111111111111111
MAY	111111111111111111111111111111
JUN	111111111111111333333333333333
JUL	333333333333333333333333333333
AGO	333333333333333333333333333333
SEP	333333333333333333333333333333
OCT	333333333333333333333333333333
NOV	333333333333333333333333333333
DIC	333333333333333333333333333333

NUMERO DE DIAS ACUMULATIVOS EN QUE LA SECCION DE CONTROL HUMEDAD (SCH)						MÁXIMO NUMERO DE DIAS CONSECUTIVOS EN QUE LA (SCH) ES			
DURANTE UN AÑO			CUANDO LA TEMP. ES MAYOR A 5°C			HUMEDO EN ALGUNAS PARTES		SECO DESPUES DEL SOLSTICIODE	HUMEDO DESPUES DEL SOLSTICIO DE I
SECO	M/S	HUMEDO	SECO	M/S	HUMEDO	DEL AÑO	T>8	VERANO	INVIERNO
62	52	246	62	52	246	298	298	0	51

Computado por el programa NSM Noviembre de 1986
Subdivisión tentativa: Tropustico Udico.

UNIVERSIDAD DE GUADALAJARA

DIVISION DE GEOGRAFIA

CALCULO DE CLIMAS SEGUN EL SISTEMA DE THORNTHWAITE

ESTACION: Presa Hurtado **LATITUD:** 20° 28' N **LONGITUD:** 103° 39' W **ALTITUD:** 1470 msnm

PERIODO: 1967-1986

CONCEPTO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	CLAVE	VALOR
TE (°C)	14.2	15.1	17	19.1	21.1	21.7	20.2	20.3	20	19.2	16	14.9	TEA	18.23
PR (CM)	1.7	0.7	0.6	0.33	2.4	15.6	22.6	18.7	13.2	5.78	2	1.1	PARA	84.71
ICM	4.86	5.33	6.38	7.61	8.85	9.23	8.28	8.34	8.16	7.67	5.82	5.22	ICA	85.74
EV (CM)	4.15	4.66	5.82	7.26	8.76	9.23	8.06	8.14	7.91	7.33	5.19	4.54		
FC	0.95	0.9	1.03	1.05	1.13	1.11	1.14	1.11	1.02	1	0.93	0.94		
EP (CM)	3.94	4.19	6	7.62	9.89	10.25	9.19	9.04	8.07	7.33	4.83	4.27	EPA	84.62
MH (CM)	-2.24	-0.21	0	0	0	5.35	4065	0	0	-1.55	-2.83	-3.17		
HA (CM)	0.21	0	0	0	0	5.35	10	10	10	8.45	5.62	2.45		
DA (CM)	0	0	0	0	0	0	8.76	9.66	5.13	0	0	0	DAA	23.55
DE (CM)	0	3.28	7.29	7.29	7.49	0	0	0	0	0	0	0	DEA	23.46
ER (CM0	3.94	0.91	0.33	2.4	2.4	10.25	9.19	9.04	8.07	4.83	4.83	4.27		
ES (CM)	0	0	0	0	0	0	4.38	7.02	4.98	0	0	0		
RP (CM)	-0.57	-0.83	-0.9	-0.76	-0.76	0.52	1.46	1.07	0.64	-0.21	-0.59	-0.74		

IH = 100 X DAA / EPA =
IA = 100 X DEA / EPA =
I P = IH – 0.5 (IA) =
CT = 100 X SUM (EPN) / EPA =

CONCEPTO	
27.8 %	CATEGORIA DE HUMEDAD
27.7 %	REGIMEN DE HUMEDAD
11.2 %	CATEGORIA DE TEMPERATURA
34.7 %	REGIMENDE TEMPERATURA

FORMULA DEL CLIMA

CLAVE	DESCRIPCION
C2	= SUBHUMEDO LLUVIOSO
DE	=MODERADA DEFICIENCIA DE AGUA ESTIVAL
B2'	=TEMPLADO – FRIO
A*	= MUY BAJA CONC. DE CALOR EN VERANO

ESTACION: Presa Hurtado ESTADO: Jalisco LATITUD: 20° 28' N
ELEVACION: 1470 msnm LONGITUD: 103° 39' W

PRECIPITACION MEDIA ANUAL: 847 mm
REGIMEN DE TEMPERATURA: Isotérmico REGIIMEN DE HUMEDAD: Ustico

REGIMEN DE CLIMATOLOGIA DEL SUELO DE ACUERDO AL METODO DE (NEWHALL)

"Temperatura del Suelo =Temperatura del aire + 2.5°C; Amplitud Reducida por 1/3)

PRECIPITACION MENSUAL

ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
17.0	7.0	6.0	3.3	24.0	156.0	226.0	187.0	132.0	57.8	20.0	11.0

TEMPERATURA DEL AIRE MENSUAL

ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
14.2	15.1	17.0	19.1	21.1	21.7	20.2	20.3	20.0	19.2	16.0	14.9

EVAPOTRASPIRACION MENSUAL

ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
34.4	41.9	60.0	76.2	98.9	102.5	91.9	90.4	80.7	73.3	48.3	42.7

CALENDARIO DE HUMEDAD
(1= Seco; 2= Medio Seco; 3= Húmedo)
M/S

	1**********15**********30
ENE	333333333333333333333333333333
FEB	333333333333333333333333333333
MAR	333333333333222222222222222222
ABR	222222222222222222222222222222
MAY	222211111111111111111111111111
JUN	111111111111111333333333333333
JUL	333333333333333333333333333333
AGO	333333333333333333333333333333
SEP	333333333333333333333333333333
OCT	333333333333333333333333333333
NOV	333333333333333333333333333333
DIC	333333333333333333333333333333

NUMERO DE DIAS ACUMULATIVOS QUE LA SECCION DE CONTROL HUMEDAD (SCH)						MÁXIMO NUMERO DE DIAS CONSECUTIVOS EN QUE LA (SCH) ES			
DURANTE UN AÑO			CUANDO LA TEMP. ES MAYOR A 5°C			HUMEDO EN ALGUNAS PARTES		SECO DESPUES DEL SOLSTICIODE	HUMEDO DESPUES DEL SOLSTICIO DE I
SECO	M/S	HUMEDO	SECO	M/S	HUMEDO	DEL AÑO	T>8	VERANO	INVIERNO
41	51	268	41	51	268	319	319	0	73

Computado por el programa NSM Noviembre de 1986
Subdivisión tentativa: Tropustico Udico.

4.4 Discusión de resultados.

Una vez realizada la interpolación de los análisis de suelo por el programa computacional ILWIS, resultaron los planos de N, P, K, pH, M.O y a partir de estos, se procedió a realizar una sobre posición con el fin de obtener unidades complementadas, las cuales fueron clasificas en tres niveles de fertilidad; calificado arbitrariamente al nivel uno, como el de mayor fertilidad y nivel tres como el de mas baja fertilidad. Este plano es numerado como (Figura No10).

La distribución de los niveles de fertilidad en la microcuenca se encuentra de la siguiente manera:

En el cuadro 10, se ejemplifican las condiciones para cada uno de los niveles señalados.

CUADRO No 10 Unidades de fertilidad

NIVEL	FERTILIDAD	pH	M.O.	REGIMEN HIDROTERMICO
1 Valle Norte Lago	Moderada Alta	> 6.0	Pobre	**Tropustico Udico**
2 Piso Valle	Moderada	=> 5.5	Pobre	**Tropustico Udico**
3 Lomerios Norte	Baja	< 5.0	Pobre	**Tropustico Tipico**
1 Pie de monte sur	Moderada Alta	_> 6.0	Pobre	**Tropustico Tipico**

En los márgenes de la Laguna, se tienen suelos de fertilidad Moderada y Moderada Alta con régimen hidrotérmico Acuico esto, debido a la influencia del manto freático elevado del cuerpo lacustre. En las partes altas de la cuenca, se presenta un régimen Tropustico Típico que responde a las condiciones climáticas del área. El Tropustico Udico se presenta en casi todo el valle de la cuenca y responde tanto a características climáticas como a la influencia de las características edáficas y topográficas del sitio. Ver el plano de Regímenes Hidrotérmicos expresado como (Figura No11).

- **Análisis del Régimen Edafoclimático.**

Como punto de comparación para el análisis de la influencia del régimen, se escogió al cultivo de maíz por ser dominante en la región, considerando que las variedades de maíz usadas en esta zona, corresponden a las de ciclo intermedio (140-150 días) se estimó que el ciclo fenológico abarca del 15 de Junio al 15 de Noviembre; finalizando el ciclo de lluvias a fines de Noviembre. De acuerdo a las características de los suelos del área, la disponibilidad de humedad es de 259 días en promedio, ya que estos mantienen una reserva de humedad hasta fines de Febrero (aproximadamente 105 días después de terminado el ciclo del maíz). Esta reserva de humedad permitiría obtener cosechas de segundos cultivos (de invierno) tales como Garbanzo, Haba, Chícharo, Avena; recomendándose el Garbanzo, Chícharo y Haba por ser fijadores de nitrógeno atmosférico.

Respecto a las temperaturas, en promedio son mayores a los 20°C durante todo el ciclo fenológico del cultivo del maíz; mientras que para los segundos cultivos de invierno con humedad residual, la temperatura media es de 16°C, siendo favorable para el desarrollo de éstos. Las bajas temperaturas y la presencia de heladas, no son frecuentes en esta área, pero llegado el caso, se recomiendan los cultivos de avena, garbanzo y chícharo por su adaptabilidad y resistencia a las bajas temperaturas.

En síntesis podemos decir que en el piso valle no hay restricciones edafoclimáticas para estos cultivos, además que éstos no requieren de grandes inversiones ni infraestructura especial, ya que sólo con un manejo cuidadoso y adecuado del suelo, se lograría una agricultura rentable y productiva, por lo que quizás sea necesaria la modificación de algunos agrosistemas, e incrementar labores culturales para lograr una agricultura de conservación. Esto implica una cuidadosa programación agrícola, con la participación eficiente de la asistencia técnica calificada, oportuna y de costos razonables.

V. CONCLUSIONES

De Los métodos

- Cuando se cuenta con personal calificado, las herramientas y los medios, aunados a una intensidad de muestreo adecuada, los resultados de un estudio mediante el método fotopedológico, son muy precisos (Peña R. 1965). Conociendo los niveles de fertilidad y los grados de humedad y temperatura existentes en el suelo se puede determinar una cartera de cultivos aptos a la zona bajo estudio y si es posible establecer segundos cultivos.

- Una de las desventajas al utilizar el método Newhall para la determinación de los regímenes hidrotérmicos es que este método no valora las condiciones físicas del relieve como pendientes, alturas, texturas, vegetación, presencia o ausencia de cuerpos lacustres para ello se debe realizar un recorrido de la zona de estudio tomando en cuenta las condiciones antes mencionadas, además es importante que al momento de realizar la descripción morfológica del perfil verificar la sección de control de humedad del suelo con el fin de realizar un ajuste en cuanto a la determinación de los regímenes.

- Al utilizar el método de Interpolación de Media Flotante en el procesamiento de los resultados de los análisis este es muy preciso,. siempre y cuando al momento de establecer los sitios de muestreo estos no queden demasiados espaciados unos de otros; esto quiere decir que se debe realizar una alta intensidad de muestreo por unidad de superficie.

De los Suelos:

El comportamiento de la fertilidad del suelo en la zona de estudio fue de la siguiente manera:

- El nivel de fertilidad alto se presenta en suelos Vertisoles principalmente y Faeozem, en áreas donde la remoción del suelo no se realiza con gran intensidad y en áreas donde los suelos son de origen aluvial y profundos formados a partir del acarreo de

partículas de las partes altas hacia las partes bajas de la cuenca; estos suelos se localizan en la parte Sureste del poblado de San Miguel Cuyutlán y Noreste del poblado de Cuexcomatiltlán respectivamente.

- Los niveles de fertilidad moderada se ubican en casi todo el piso valle de la cuenca, caracterizados por Vertisoles Pélicos y crómicos, son suelos sujetos a una gran actividad agrícola, por lo que presentan una fertilidad nativa de nivel medio con signos de sobre explotación por lo que requieren de un nivel de manejo alto, haciendo énfasis en labranza de conservación.

- Por ultimo las zonas con menor fertilidad se presentaron en áreas con dominancia de Regosoles éutricos y Faeozems háplicos, donde los procesos erosivos están a la orden del día estos, se ubican alrededor del poblado de Lomas de Tejeda.

Del Estudio:

- Permitió la caracterización climática de los suelos de la cuenca Cajititlán, donde se determinaron periodos con disponibilidad de agua y temperatura para los cultivos que varían de 130 a 180 días, siendo mayor para los suelos profundos del piso del valle.

- Permitió establecer las áreas con mayor potencial productivo y sirve de base para la definición de los diferentes sistemas de producción agrícola de la región. Se determinó que el 65.0% de los suelos del área, presentan fertilidad media, el 25.0% presentan fertilidad alta y sólo el 7.0% de éstos, tienen fertilidad baja.

- Se logró cumplir con los objetivos propuestos y respecto de las hipótesis nulas, estas se rechazan ya que los métodos empleados facilitaron la obtención e interpretación de datos y se demuestra que las características edafoclimáticas influyen directamente en los niveles de fertilidad de los suelos.

VI. RECOMENDACIONES

- En los suelos que presentan fertilidad moderada con pH 6.0 y pobres en el contenido de materia orgánica, es conveniente aplicar una dosis de 3.0 Ton/Ha de cal (Malla 60) durante dos años con el fin de incrementar el pH de 6.0 a 6.5, verificando cada tercer año con análisis de laboratorio de suelos el nivel de pH. Respecto al contenido de materia orgánica es necesario incorporar estiércol de bovino en dosis de 20 ton/ha durante cinco años, para de elevar el nivel de materia orgánica de pobre a rico, mejorando la estructura y agregación del suelo, así como el favorecer el incremento de las reservas de humedad y nutrientes.

- Para los suelos con fertilidad moderada con pH 5.5 y pobre en materia orgánica, es preciso incorporar 3 ton/Ha de cal (Malla 60) durante tres años consecutivos, dando un total de 9 ton/Ha, con el fin de disminuir el grado de acidez que va de 5.5 a 6.5, verificando cada tercer año el pH. Referente a la materia orgánica, se debe aplicar un promedio de 20 ton/ha durante cinco años, a fin de incrementar los niveles de la misma y mejor las características físicas de los suelos, antes señaladas.

- Por ultimo en los suelos de fertilidad baja con un pH 5.0 y M.O pobres, se recomienda aplicar una cantidad de 3 ton/Ha durante ocho años consecutivos (para un total de 11 a 25 ton/ha), con el objeto de corregir el pH de 5.0 a 6.5. En todos los casos el nivel de materia orgánica es pobre, por lo que las recomendaciones son iguales a los casos anteriormente citados.

- Es preciso aclarar que estas recomendaciones son generales, por lo que es necesario aumentar las intensidades de muestreo por unidad de superficie. Para tener una mayor precisión en las recomendaciones; se deberá contemplar en las dosis mencionadas, el agrosistema empleado y cultivo a establecer.

- Para evitar el incremento de la acidez del suelo, es importante reducir las aplicaciones de fertilizantes de reacción ácida, en este caso los fertilizantes fosfato y nitrato de amonio. Por otra parte para una dosis de fertilización correcta, se deberán contemplar los aspectos del punto anterior así como la interpretación puntual de los análisis físico químicos de los suelos, siendo de vital importancia la asesoría calificada del personal

técnico del área, quienes finalmente generarán el paquete tecnológico más adecuado a las condiciones de cada suelo y a las necesidades del productor.

- Es importante que en todos los suelos del piso valle dedicados a las labores agropecuarias, se hagan incorporaciones de abonos verdes al menos 20 ton/ha cada cinco años, con el fin de mejorar substancialmente la disponibilidad de nutrientes y características de los suelos, esto se logra utilizando la humedad residual del suelo disponible para segundos cultivos o la proliferación de arvenses, las que pueden ser incorporadas para tal fin.

- De acuerdo con las características edafoclimáticas y de fertilidad nativa de los suelos, es recomendable realizar segundos cultivo durante el ciclo de invierno, aprovechando de esta manera la humedad residual del ciclo fenológico saliente.

VII. LITERATURA CITADA

1.- J S. Earle (1973). Manual de Fertilidad. Ediciones Gaceta Agrícola. California.

2.- B. F. Alber (1985). Métodos Aprobados en Conservación de Suelos. TRILLAS. México D.F.

3.- R. V. Tamhane, *et al* (1978). Suelos su Química y Fertilidad en Zonas Tropicales. Diana. México D.F.

4.- O.V. Bonifacio y O.S. Alberto (1984). Edafología. Universidad Autónoma de Chapingo. México D.F.

5.- O. V. Bonifacio (1977). Edafología. PATENA A. C. Chapingo. México D. F.

6.- S. L. Tisdale y W. L. Nelson (1977). Fertilidad de los Suelos y Fertilizantes. MONTANER y SIMON, S.A. Barcelona España.

7.- G. W. Cooke (1986). Fertilización para los Rendimientos Máximos. CECSA México D.F.

8.- A. Jacob, y H.V. Uexkull (1989). Nutrición y Abonado de los Cultivos Subtropicales. UEPAM. México D. F.

9.- H. G. Willard (1993). Manual de Fertilidad. LIMUSA. México D. F.

10.- USDA (1962). Diagnostico y Rehabilitación de Suelos Salinos y Sodicos.

11.- Colegio de Postgraduados. (1977). Manual de Conservación de Suelo y Agua. SPP-SARH. Chapingo. México D.F.

12.- USDA (1973). Manual de Conservación de Suelos. LIMUSA. México D.F.

13.- Henrry O. Buckman y Nyle C. Brady (1977). Naturaleza y Propiedades de los SueloS. Montaner y Simon, S.A.

14.- D. V. Alonso (1989).Tratado de Fertilidad. MUNDI-PRENSA. Madrid España.

15.- F.Y. J. Luis (1989). El Suelo y los Fertilizantes. MUNDI-PRENSA. Madrid España.

16.- T.R. Edmundo (1984). Manual de Conservación de Suelos Agrícolas. DIANA. México D.F.

17.- USDA (1990). Claves para la Taxonomía de Suelos. Trad. Ortiz Solorio Carlos IMITA. Jiutepec Morelos, México.

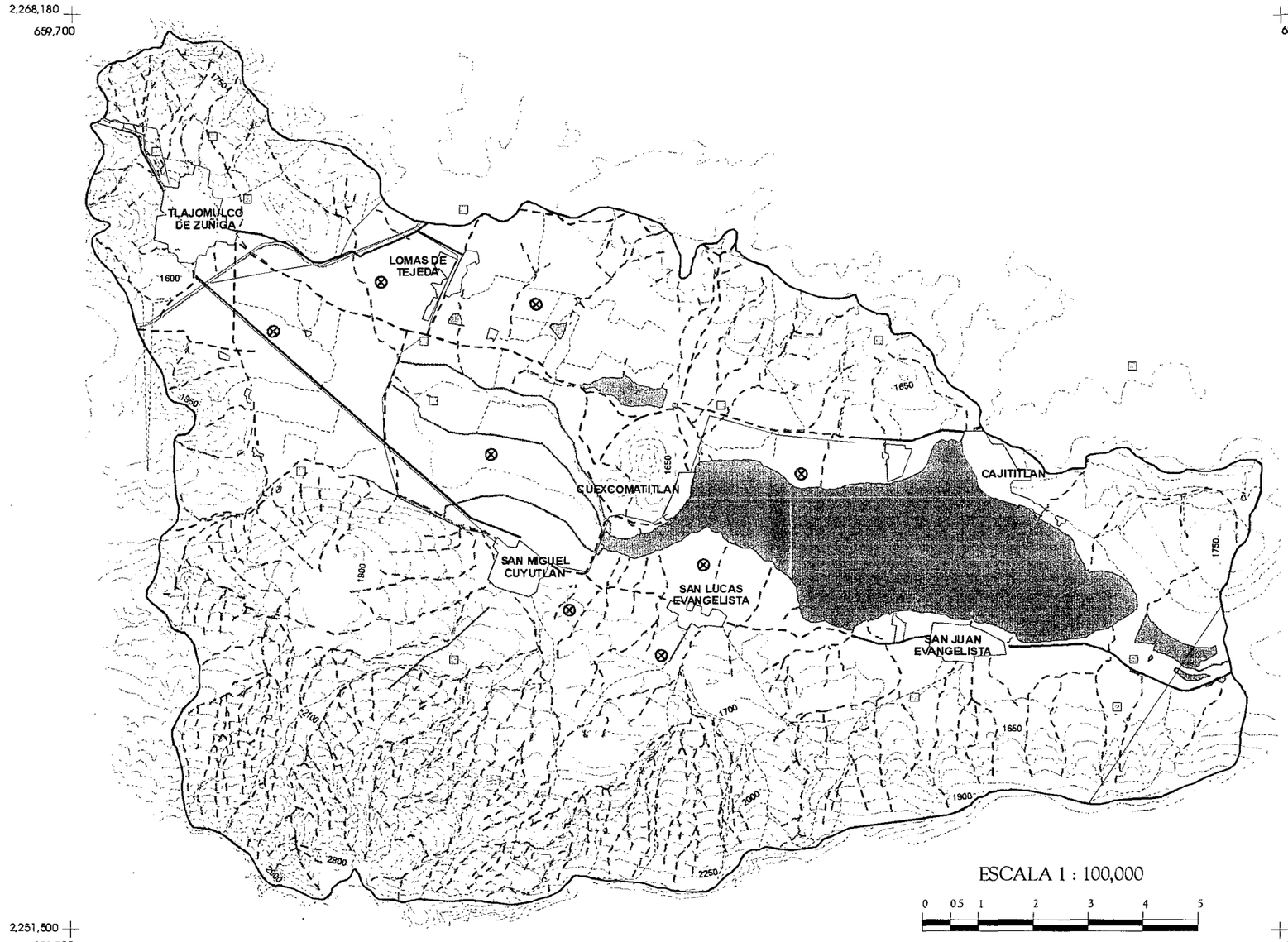
18.- L.D Baver,Water H.G y Wilford R.G.(1980). Física de Suelos UTEHA. México D.F.

19.- D.F. Henry (1986). Fundamento de la Ciencia del Suelo. CECSA. México D.F.

20.- R.D. Eduardo (1991). Segundo Simposium Nacional " El Maíz en la Década de los 90". Prensa y Editorial J. Jesús González. Guadalajara Jal. México.

21.- Proyecto FAO/UNESCO. (1973). Definiciones de Unidades de Suelo para el Mapeo de Suelos del Mundo. Talleres Gráficos de la Nación. México. D.F.

22.- T. A. J. Pedro (1979). Fotopedología Aplicada a Levantamientos Agrológicos. TESIS UdeG.



ESCALA 1 : 100,000

0 0.5 1 2 3 4 5

KILOMETROS

FIGURA No 3

UNIVERSIDAD DE GUADALAJARA
CENTRO UNIVERSITARIO DE CIENCIAS BIOLOGICAS Y AGROPECUARIAS

DIVISION DE CIENCIAS AGRONOMICAS

TESIS
FERTILIDAD Y BALANCES HIDROTERMICOS
DEL PISO VALLE, CUENCA DE CAJITITLAN

PLANO TOPOGRAFICO

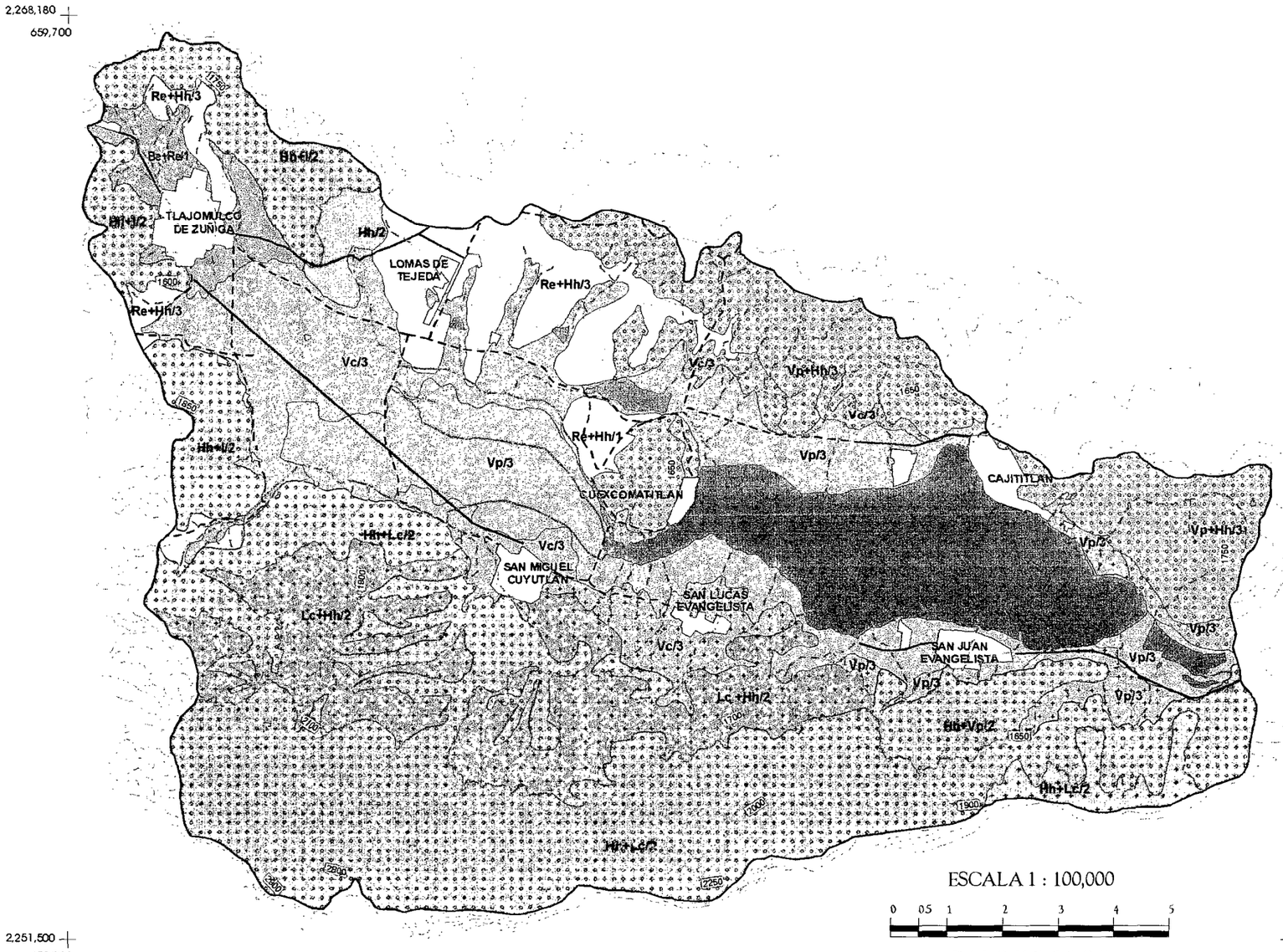
SIMBOLOGIA

- Población
- Cuerpo de Agua
- Curva de Nivel Equidistancia cada 50 m
- Arroyos Intermitentes
- Canal y Acueducto
- Terracería
- Brecha
- Vereda
- Ferrocarril
- Línea de Conducción Eléctrica y Telefónica
- Límite de Cuenca
- Perfil
- Barrenación

TESISTA: José Loreto Rico Parra

FUENTE: INEGI Cartas Topográficas F-13-D 75 y F-13-D 76

CARTOGRAFIA Y PROCESO: SIG/CUCBA/UdeG.



ESCALA 1 : 100,000

0 05 1 2 3 4 5

KILOMETROS

FIGURA No 4

UNIVERSIDAD DE GUADALAJARA
CENTRO UNIVERSITARIO DE CIENCIAS BIOLOGICAS Y AGROPECUARIAS

DIVISION DE CIENCIAS AGRONOMICAS

TESIS
FERTILIDAD Y BALANCES HIDROTERMICOS DEL PISO VALLE, CUENCA DE CAJITITLAN

PLANO DE UNIDADES DE SUELOS

LEYENDA

- Hh/2 — FEOZEM HAPLICO
- Hh+I /2 — FEOZEM HAPLICO + LITOSOL
- Hh +Lc / 2 — FEOZEM HAPLICO + LUVISOL CROMICO
- Hh + Vp/2 — FEOZEM HAPLICO + VERTISOL PELICO
- Vc / 3 — VERTISOL CROMICO
- Vp / 3 — VERTISOL PELICO
- Vp+Hh / 3 — VERTISOL PELICO + FEOZEM HAPLICO
- Re+Hh / 3 — REGOSOL EUTRICO + FEOZEM HAPLICO
- Be+Re / 1 — CAMBISOL EUTRICO + REGOSOL EUTRICO
- Lc+Hh / 2 — LUVISOL CROMICO + FEOZEM HAPLICO
- Arroyos intermitentes
- FASE PEDREGOSA (FRAGMENTOS MAYORES DE 7.5cm EN LA SUPERFICIE O CERCA DE ELLA, QUE IMPIDEN EL USO DE MAQUINARIA AGRICOLA
- FASE LITICA PROFUNDA (LECHO ROCOSO ENTRE 50 Y 100 cm DE PROFUNDIDAD)

CLASE TEXTURAL
1 GRUESA 2 MEDIA 3 FINA

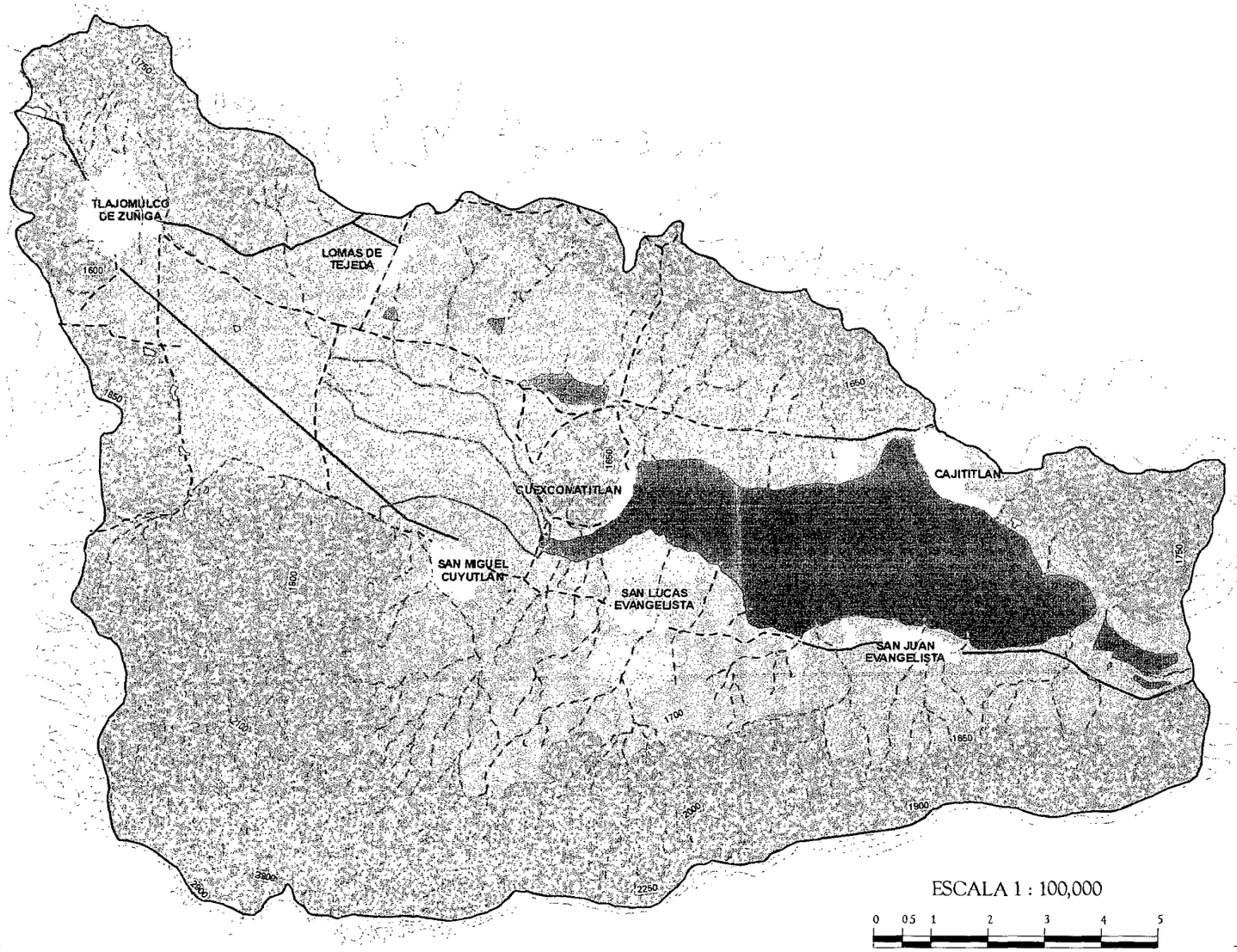
TESISTA: José Loreto Rico Parra

FUENTE: INEGI Cartas Edafológicas F-13-D 75 y F-13-D 76

CARTOGRAFIA Y PROCESO: SIG /CUCBA/UdeG.

2,268,180
659,700

2,268,180
681,700



2,251,500
659,700

2,251,500
681,700

ESCALA 1 : 100,000

0 0.5 1 2 3 4 5

KILOMETROS

FIGURA No 5

UNIVERSIDAD DE GUADALAJARA
CENTRO UNIVERSITARIO DE CIENCIAS BIOLOGICAS Y AGROPECUARIAS

DIVISION DE CIENCIAS AGRONOMICAS

TESIS
FERTILIDAD Y BALANCES HIDROTERMICOS
DEL PISO VALLE, CUENCA DE CAJITITLAN

PLANO DE NIVELES DE NITROGENO

SIMBOLOGIA

- Población
- Cuerpo de agua
- Curva de nivel equidistancia cada 50 m
- Terracería
- Brecha
- Límite de Cuenca
- Arroyos Intermitentes

LEYENDA

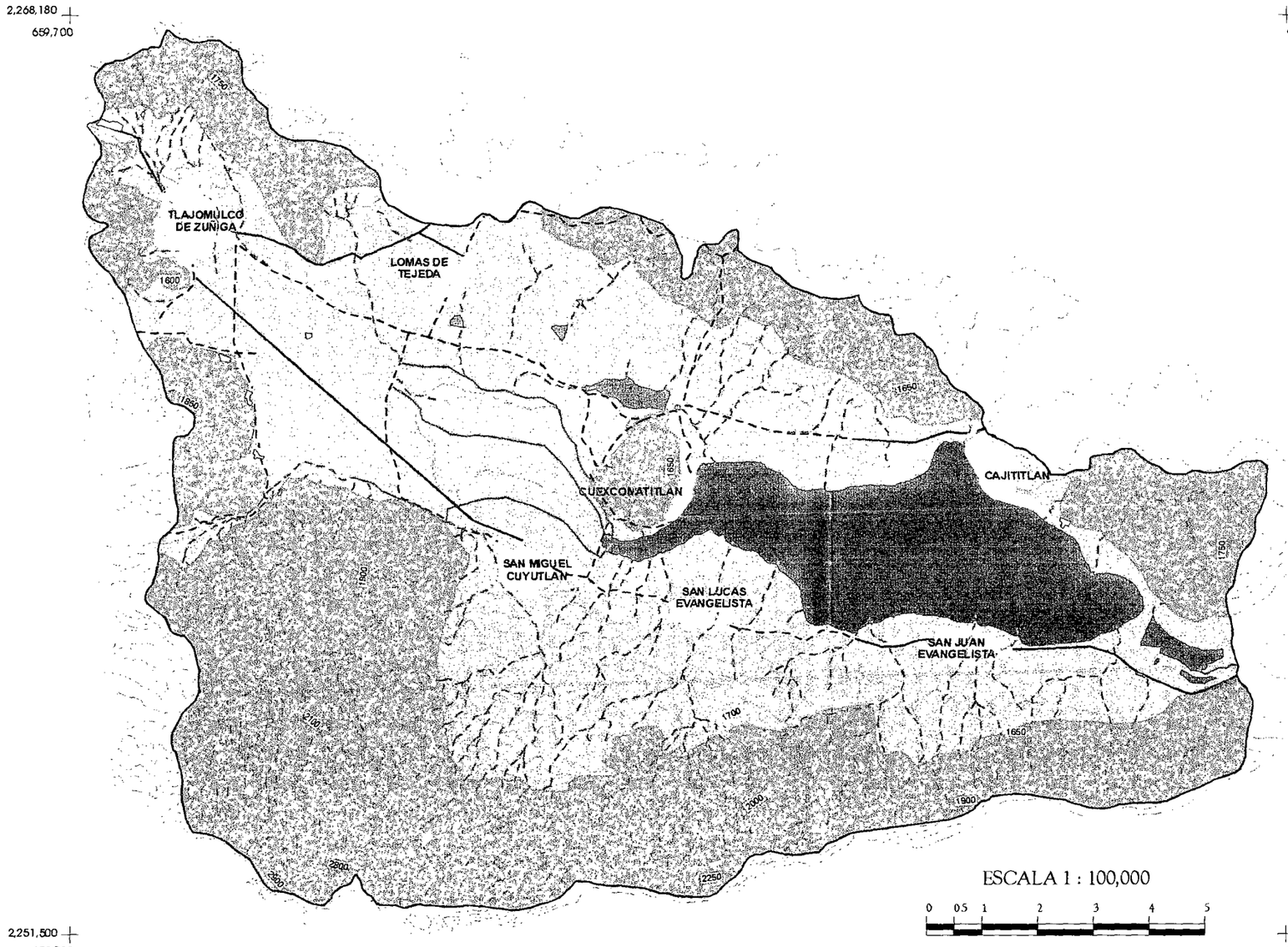
NIVELES DE NITROGENO

- MUY ALTO
- ALTO
- MEDIANAMENTE ALTO
- MEDIO
- AREA NO MUESTREADA

TESISTA: José Loreto Rico Parra

FUENTE: Elaboración propia a partir de mediciones en campo y Análisis Físico Químico de Suelos.

CARTOGRAFIA Y PROCESO: SIG/CUCBA/UdeG.



ESCALA 1 : 100,000

0 0.5 1 2 3 4 5

KILOMETROS

FIGURA No 6

UNIVERSIDAD DE GUADALAJARA
CENTRO UNIVERSITARIO DE CIENCIAS BIOLOGICAS Y AGROPECUARIAS

DIVISION DE CIENCIAS AGRONOMICAS

TESIS
FERTILIDAD Y BALANCES HIDROTERMICOS
DEL PISO VALLE, CUENCA DE CAJITITLAN

PLANO DE NIVELES DE FOSFORO

SIMBOLOGIA

- Población
- Cuerpo de agua
- Curva de nivel equidistancia cada 50 m
- Terracería
- Brecha
- Límite de Cuenca
- Arroyos Intermitentes

LEYENDA

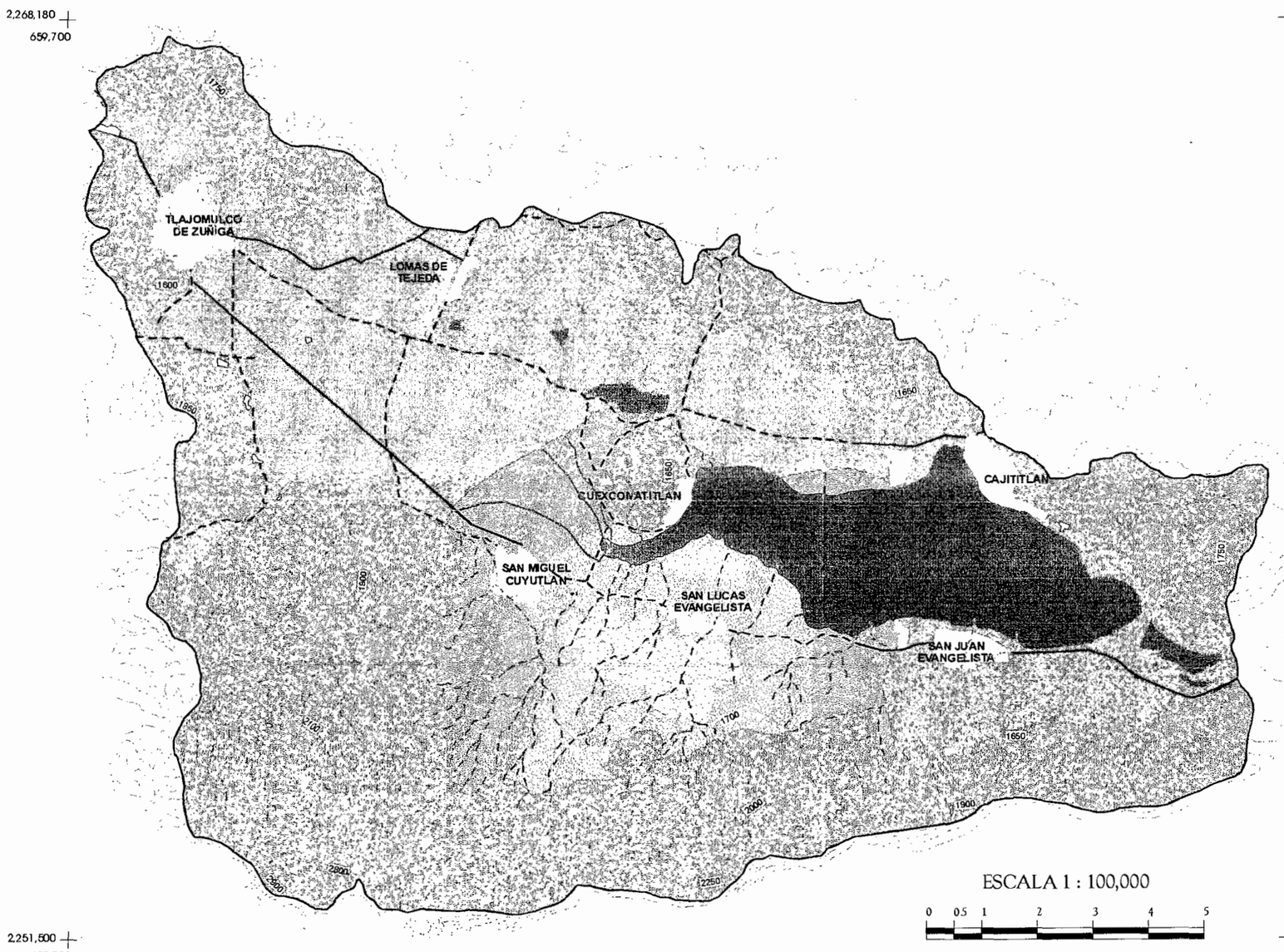
NIVELES DE FOSFORO

- MEDIANAMENTE ALTO
- AREA NO MUESTREADA

TESISTA: José Loreto Rico Parra

FUENTE: Elaboración propia a partir de mediciones en campo y Análisis Fisico Químico de suelos.

CARTOGRAFIA Y PROCESO: SIG/CUCBA/UdeG.



ESCALA 1 : 100,000

0 0.5 1 2 3 4 5

KILOMETROS

FIGURA No 7

UNIVERSIDAD DE GUADALAJARA
CENTRO UNIVERSITARIO DE CIENCIAS BIOLOGICAS Y AGROPECUARIAS

DIVISION DE CIENCIAS AGRONOMICAS

TESIS
FERTILIDAD Y BALANCES HIDROTERMICOS DEL PISO VALLE, CUENCA DE CAJITITLAN

PLANO DE NIVELES DE POTASIO

SIMBOLOGIA

- Población
- Cuerpo de agua
- Curva de nivel equidistancia cada 50 m
- Terracería
- Brecha
- Límite de Cuenca
- Arroyos Intermitentes

LEYENDA

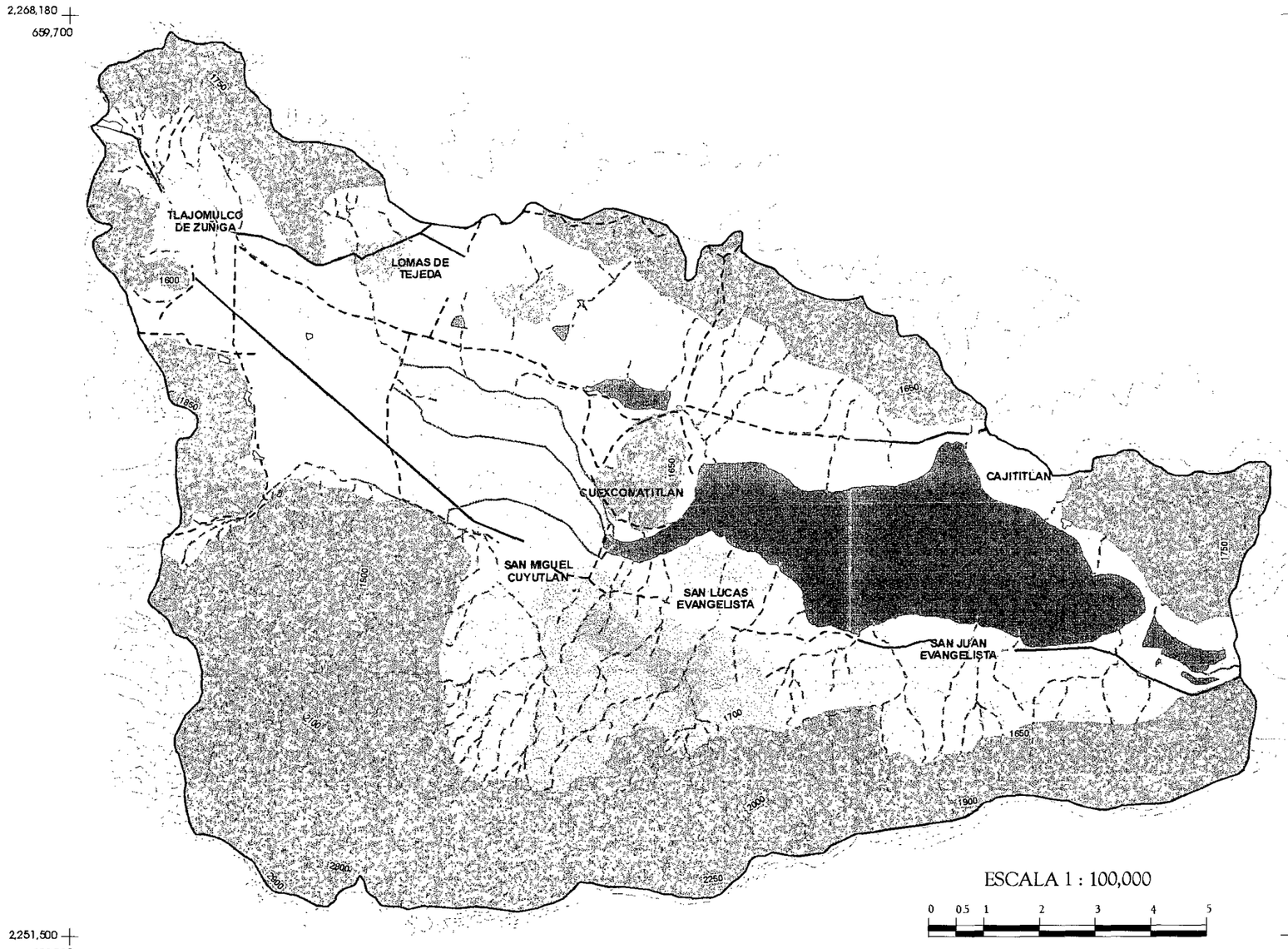
NIVELES DE POTASIO

- ALTO
- MEDIANAMENTE ALTO
- MEDIO
- BAJO
- AREA NO MUESTREADA

TESISTA: José Loreto Rico Parra

FUENTE: Elaboración propia a partir de mediciones en campo y Análisis Fisico Químico de Suelos.

CARTOGRAFIA Y PROCESO: SIG/CUCBA/UdeG.



ESCALA 1 : 100,000

0 0.5 1 2 3 4 5

KILOMETROS

FIGURA No 8

UNIVERSIDAD DE GUADALAJARA
CENTRO UNIVERSITARIO DE CIENCIAS BIOLOGICAS Y AGROPECUARIAS

DIVISION DE CIENCIAS AGRONOMICAS

TESIS
FERTILIDAD Y BALANCES HIDROTERMICOS
DEL PISO VALLE, CUENCA DE CAJITITLAN

PLANO DE NIVELES DE MATERIA ORGANICA

SIMBOLOGIA

- Población
- Cuerpo de agua
- Curva de nivel equidistancia cada 50 m
- Terracería
- Brecha
- Límite de Cuenca
- Límite de Cuenca

LEYENDA

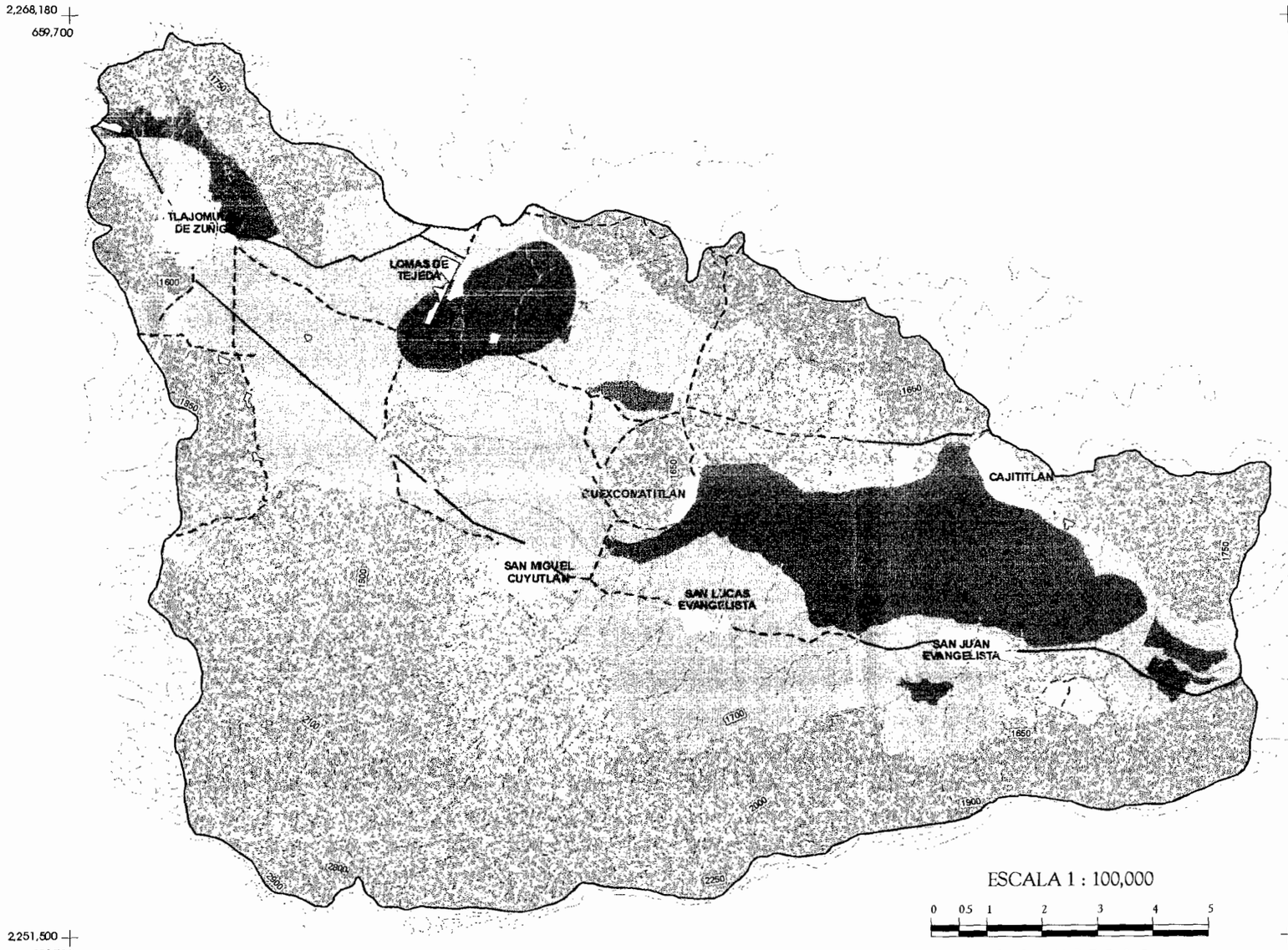
NIVELES DE MATERIA ORGANICA

- RICO
- MEDIO
- POBRE
- MUY POBRE
- AREA NO MUESTREADA

TESISTA: José Loreto Rico Parra

FUENTE: Elaboración propoia a partir de mediciones en campo y Análisis Físico Químico de Suelos.

CARTOGRAFIA Y PROCESO: SIG /CUCBA/UdeG.



ESCALA 1 : 100,000

0 0.5 1 2 3 4 5

KILOMETROS

FIGURA No 9

UNIVERSIDAD DE GUADALAJARA
CENTRO UNIVERSITARIO DE CIENCIAS BIOLOGICAS Y AGROPECUARIAS

DIVISION DE CIENCIAS AGRONOMICAS

TESIS
FERTILIDAD Y BALANCES HIDROTERMICOS
DEL PISO VALLE, CUENCA DE CAJITITLAN

PLANO DE NIVELES DE pH

SIMBOLOGIA

- Población
- Cuerpo de agua
- Curva de nivel equidistancia cada 50 m
- Terracería
- Brecha
- Límite de Cuenca
- Arroyos Intermitentes

LEYENDA

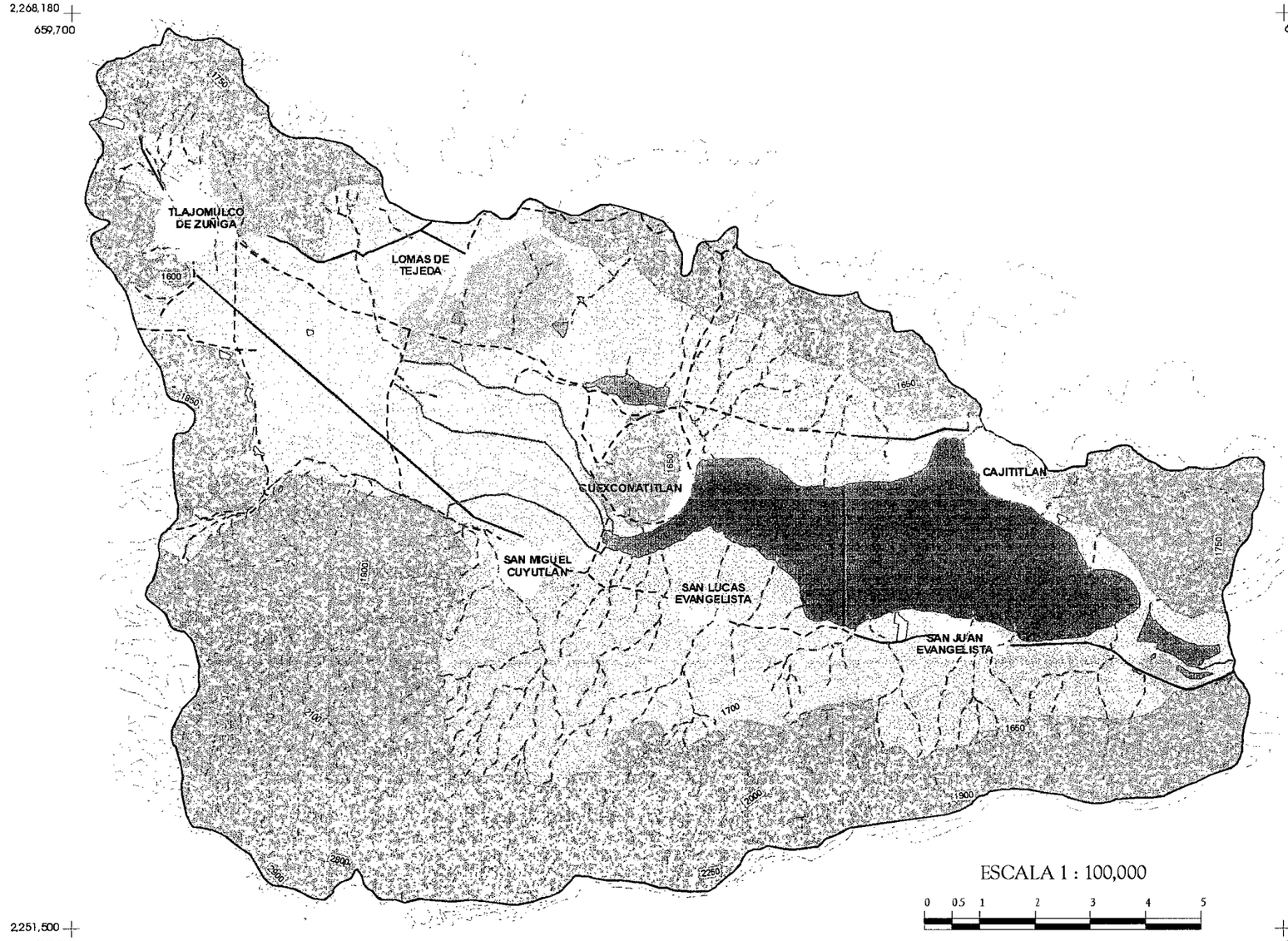
NIVELES DE pH

- FUERTEMENTE ACIDO
- MODERADAMENTE ACIDO
- LIGERAMENTE ACIDO
- LIGERAMENTE ALCALINO
- AREA NO MUESTREADA

TESISTA: José Loreto Rico Parra

FUENTE: Elaboración propia a partir de mediciones en campo y Análisis Físico Químico de Suelos.

CARTOGRAFIA Y PROCESO: SIG /CUCBA/UdeG.



ESCALA 1 : 100,000

FIGURA No 10

UNIVERSIDAD DE GUADALAJARA
CENTRO UNIVERSITARIO DE CIENCIAS BIOLOGICAS Y AGROPECUARIAS

DIVISION DE CIENCIAS AGRONOMICAS

TESIS
FERTILIDAD Y BALANCES HIDROTERMICOS DEL PISO VALLE, CUENCA DE CAJITITLAN

PLANO DE FERTILIDAD

SIMBOLOGIA

- Población
- Cuerpo de agua
- Curva de nivel equidistancia cada 50 m
- Terracería
- Brecha
- Límite de Cuenca
- Arroyos Intermitentes

LEYENDA

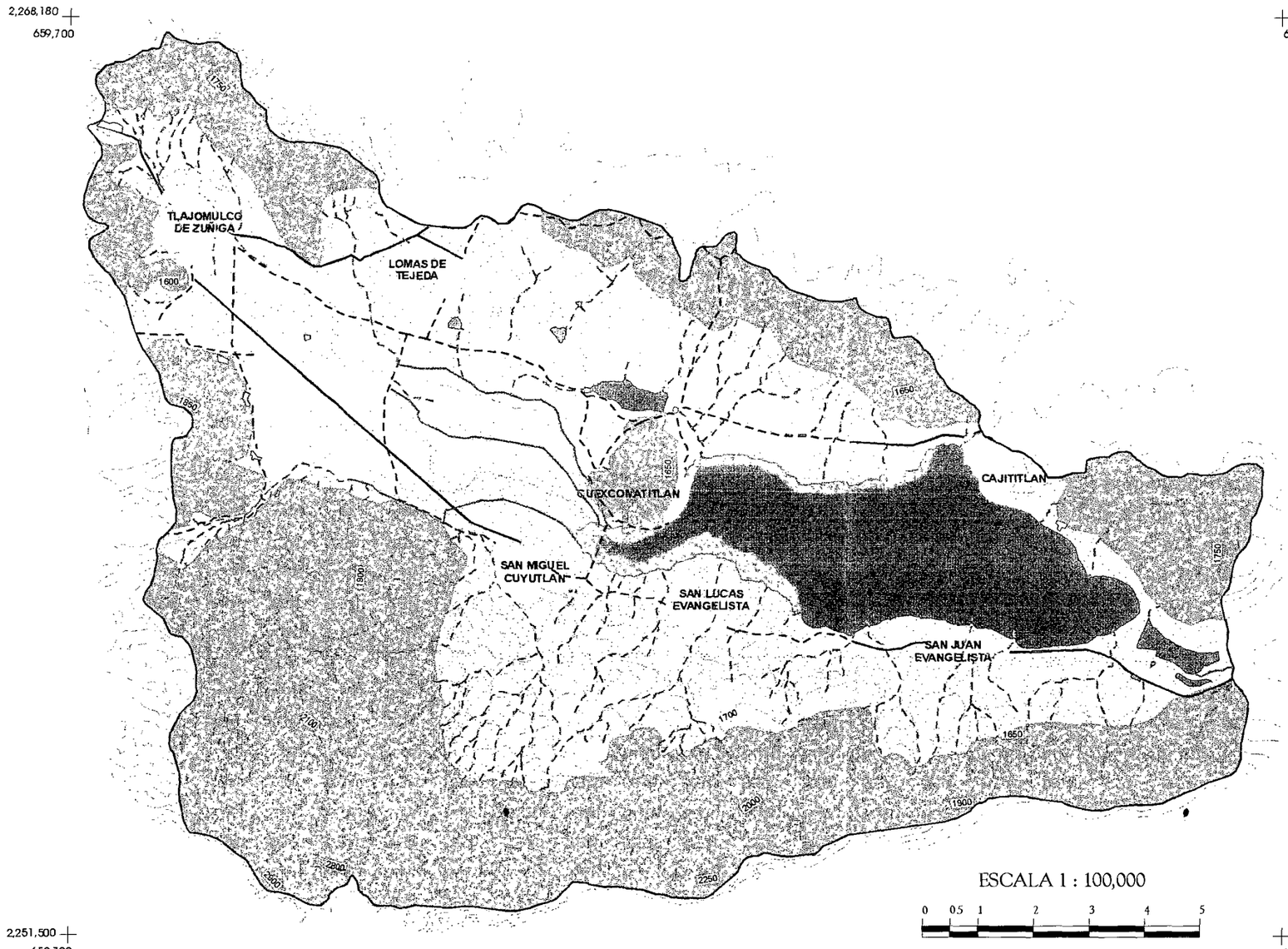
NIVELES DE FERTILIDAD

- FERTILIDAD MODERADA ALTA
- FERTILIDAD MODERADA
- FERTILIDAD BAJA
- AREA NO MUESTREADA

TESISTA: José Loreto Rico Parra

FUENTE: Elaboración propia a partir de mediciones en campo y Análisis Fisico Químico de suelos.

CARTOGRAFIA Y PROCESO: SIG/CUCBA/UdeG.



ESCALA 1 : 100,000

0 0.5 1 2 3 4 5

KILOMETROS

FIGURA No 11

UNIVERSIDAD DE GUADALAJARA
CENTRO UNIVERSITARIO DE CIENCIAS BIOLOGICAS Y AGROPECUARIAS

DIVISION DE CIENCIAS AGRONOMICAS

TESIS
FERTILIDAD Y BALANCES HIDROTERMICOS
DEL PISO VALLE, CUENCA DE CAJITITLAN

PLANO DE BALANCES HIDROTERMICOS

SIMBOLOGIA

- Población
- Cuerpo de agua
- Curva de nivel equidistancia cada 50 m
- Terracería
- Brecha
- Límite de Cuenca
- Arroyos Intermitentes

LEYENDA

BALANCES HIDRICOS Y TERMICOS

- TROPUSTICO UDICO
- ACUICO
- TROPUSTICO TIPICO

TESISTA: José Loreto Rico Parra

FUENTE: Elaboración propia a partir de mediciones en campo y *Análisis Fisico Químico de suelos.*

CARTOGRAFIA Y PROCESO: SIG/CUCBA/UdeG.