



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO

FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES
ZARAGOZA

EVÁLUACION DE LAS TIERRAS PARA
DETERMINAR EL USO POTENCIAL
AGROPECUARIO Y FORESTAL DE QUECHULAC,
PUEBLA.

T E S I S

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE:

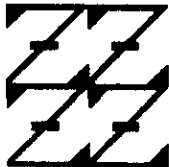
B I O L O G O

P R E S E N T A N :

ALFARO CAMACHO MARGARITO

VAZQUEZ FLORES GILBERTA

U N A M
F E S
Z A R A G O Z A



LO NUMERO EJE
DE NUESTRA REFLEXION

DIRECTOR DE TESIS: BIOL. RUBEN ZULBARAN ROSALES.

MEXICO, D. F.

1998

**TESIS CON
FALLA DE ORIGEN**

261819



Universidad Nacional
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

Biblioteca Central



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

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

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

ALGUIEN TE AMA.

Cuando todo está oscuro,
cuando creas que nadie te quiere.
Piensa que existe alguien que te ama de verdad.
Piensa que alguien te quiere y
que contigo siempre está
piensa que quién te ama es JESÚS.

Cuando creas que la vida se te hace imposible.
Cuando existan barreras que no te dejan amar.
Piensa que alguien te quiere y
que contigo siempre está,
piensa que quien te ama es JESÚS.
Es JESÚS...

Martin Valverde.

A TI SEÑOR, que aún sin verte se que existes y siempre has estado a mi lado en todos los momentos de mi vida. **GRACIAS DIOS MÍO.**

A MIS HIJAS: Laura Verónica y Betem Abigail Alfaro Vázquez, por quienes decidí que debía de terminar mi proyecto a quienes de manera especial dedico este trabajo, pues ellas son el impulso que me anima a seguir.

MI ESPOSO: Compañero de la carrera y hoy de mi vida, con quien comparto este triunfo y al que debo en parte este esfuerzo.

A MIS PADRES: Edmundo Vázquez Romero, por sembrar en mí la inquietud por el estudio he iniciarme en este camino. Ma. de La Luz Flores Cuellar, quien en momentos difíciles me apoyo para seguir adelante.

A MIS HERMANOS: Isabel, Edmundo, Ma. de La Luz, Juan Manuel, Eva, Luis Antonio, a quienes quiero de manera especial y ocupan un lugar importante en mi vida.

A Margarito Alfaro Flores, persona que siempre me ha apoyado en todo momento.

A Concepción Camacho Rubio, que de manera importante ha contribuido para que yo pueda culminar con lo que me propuse y de quien solo he recibido cosas buenas.

A Martha, Lupe, José, Julio y Elena, que me han animado siempre ha seguir adelante. Un agradecimiento muy especial a Paty y Pépe por la ayuda brindada para la impresion de este escrito.

BERTHA.

DEDICATORIAS Y AGRADECIMIENTOS

Dedico este trabajo a mis hijas: **LAURA VERONICA ALFARO VAZQUEZ** y **BELEM ABIGAIL ALFARO VAZQUEZ**, que por su presencia en mi vida son la base, la razón y el motivo de mi superación y gracias a su amor y comprensión colaboraron para que se llevara a cabo este trabajo.

A mi esposa compañera de la carrera y excelente amiga, quien me ayudó y alentó en los momentos mas difíciles de la carrera y que gracias a sus consejos y apoyo incondicional supo dar cause a la realización de este trabajo. Gracias mujer por levantarme cuando estaba caido, gracias mujer por tenderme la mano cuando mas lo necesitaba, gracias mujer por todo tu amor.

GRACIAS ESPOSA MÍA: BERTHA.

A mi madre **CONCEPCION CAMACHO RUBIO**, a mi padre **MARGARITO ALFARO FLORES** que por su gran dedicación y esfuerzo nos enseñaron el camino de la educación y el estudio.

A usted madre que con agrado y paciencia vino a ser nuestra primer gran maestra al enseñarnos las primeras palabras, las primeras letras. Gracias por ese amor.

A usted padre por preocuparse y esforzarse de que no nos faltara nada, por enseñarnos el camino de la honradez y que el trabajo ennoblece el alma y que además unifica a la familia. Gracias por su cariño.

A ambos **GRACIAS MIL** por darnos la vida y brindamos esta oportunidad.

Hay mucha personas que de alguna manera contribuyeron a la conclusión de este trabajo, a esta gente a quien amo, quiero y respeto doy gracias por su apoyo

tanto moral y material, a mis hermanos: **Martha, José Candelario, Ma. Guadalupe, Julio Cesar y Elena**; a mis cuñados: **Eduardo Vilchis y Patricia del Ángel**; a mis mejores amigos: **Víctor, Jesús, Fernando y Margarito Camacho Galavis**.

A la memoria de **Luis Camacho Rubio** persona a quien admire, respete y que con cariño siempre recordaré.

MAGO.

A la Universidad a la que con orgullo pertenecemos la **U.N.A.M.** y en especial a la **FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES ZARAGOZA**, por habernos acogido durante toda la carrera universitaria.

A los maestros de la carrera de Biología por los conocimientos brindados, en especial al Biólogo **RUBEN ZULBARAN ROSALES**, persona siempre dispuesta a ayudarnos y que no sólo fue un excelente maestro sino también un buen amigo y a quien agradecemos todo el apoyo brindado durante estos años.

A los profesores **MC Gerardo Cruz Flores**, **M.C. Miguel Castillo González**, **Biól. Elvia García Santos**, **Biól. Ma. de Jesús Sánchez Colín**, que con sus conocimientos contribuyeron a mejorar este trabajo.

A mis amigos de la carrera de Biología por la amistad brindada.

MAGO Y BERTHA.

CONTENIDO

	pág.
- Índice de Mapas.	i
- Índice de Tablas y Cuadros	ii
- Resumen.	1
- Introducción.	3
- Marco Teórico.	6
- Antecedentes de Estudio.	11
- Descripción de la zona de Estudio.	15
- Hipótesis.	19
- Objetivos.	19
- Método.	20
- Análisis de Resultados Físicos y Químicos del Suelo.	23
- Evaluación de la Aptitud de la Tierra.	41
- Tipos de Utilización de la Tierra.	41
- Utilización Agrícola.	41
- Utilización Pecuaria.	41
- Utilización Forestal.	41
- Aptitud de la Tierra.	42
- Aptitud Agrícola.	42
- Aptitud Pecuaria.	43
- Aptitud Forestal.	44

	pág.
- Clasificación de las Tierras para Determinar el Uso	
Potencial de las Parcelas en Quechulac, Puebla.	47
- Evaluación de las Tierras para la Cartografía de Uso Potencial.	56
- Capacidad de Uso Agrícola.	56
- Capacidad de Uso Pecuario.	57
- Capacidad de Uso Forestal.	59
- Clasificación de las Tierras para Determinar el Uso Potencial	
con la Posibilidad de Introducir Riego en la Zona de Estudio.	63
-Tipos de Utilización de la Tierra.	63
- Utilización Agrícola.	64
- Utilización Pecuaria.	64
- Utilización Forestal.	64
- Aptitud de la Tierra	64
- Aptitud Agrícola.	64
- Aptitud Pecuaria.	65
- Aptitud Forestal.	66
- Clasificación de las Tierras para Determinar el Uso Potencial.	66
- Evaluación de las Tierras para la Cartografía de Uso Potencial.	70
- Capacidad de Uso Agropecuario y Forestal.	70
- Capacidad de Uso Agrícola.	70
- Capacidad de Uso Pecuario.	70
- Capacidad de Uso Forestal.	71

INDICE DE MAPAS.

	pág
Mapa 1: Localización del Poblado de Quechulac en el Municipio de Guadalupe Victoria, Edo. de Puebla.	17
Mapa 2: Tipificación Edáfica y Ubicación de los Sitios de Muestreo en las Tierras Aledañas al Poblado de Quechulac, Edo. de Puebla.	18
Mapa 3: Clasificación de las Tierras para el Uso Potencial en Quechulac, Puebla.	48
Mapa 4: Capacidad de Uso Agrícola y Pecuario.	58
Mapa 5: Capacidad de Uso Forestal.	60
Mapa 6: Clasificación de las Tierras para el Uso Potencial con el Apoyo de Riego en Quechulac, Puebla.	69
Mapa 7: Capacidad de Uso Agrícola y Pecuario con la implementación de Riego.	72

INDICE DE TABLAS Y CUADROS.

	pág.
Tabla 1.- Evaluación de las Propiedades Físicas y Químicas del Suelo.	38
Tabla 2.- Evaluación de las Condiciones Ambientales y Aptitud de la Tierra en Quechulac Puebla.	45
Tabla de Datos Meteorológicos.	78
Cuadro 1 - Condiciones Meteorológicas (Promedio de 1971 a 1985).	51
Cuadro 2.- Tolerancia de los Cultivos a la Salinidad.	61
Cuadro 3.- Tolerancia de los Cultivos a la Sodicidad.	62
Cuadro 4.- Alternativas de Uso Agropecuario y Forestal en Quechulac. Puebla.	75

RESUMEN.

Queculac, Puebla, presenta problemas relacionados con factores ambientales (edáficos y climáticos) que restringen el desarrollo de los cultivos. Estos se determinaron y se evaluaron de acuerdo a lo propuesto por Velasco (1988), Duch Gary *et.al.*, (1981) e INEGI (1989). Así se concluye que son: la salinidad, la sodicidad, la escases de agua, las heladas tempranas y tardías, los principales factores que restringen los rendimientos de los cultivos en la región. De acuerdo a estos se determinó el Uso Potencial a fin de sugerir alternativas de Uso para estos suelos. Para determinar el Uso Potencial se seleccionaron en las Cartas Edafológica y Topográfica, las parcelas que representan a las Unidades de Suelo: Las parcelas 1, 6, 7, 8, 10, 12, 13 y 14 en **Regosol calcárico**; 2, 3 y 11 en **Feozem calcárico**; 5 y 9 en **Fluvisol eútrico**; 4 en **Regosol calcárico sobre Regosol eútrico**, en cada parcela se tomaron muestras de suelo para evaluar: profundidad efectiva, drenaje interno, pedregosidad y fertilidad edáfica. Para cada Unidad de Suelo se determinó su uso actual, tipo de vegetación, actividad pecuaria y técnicas de cultivo entre otras. Siguiendo los lineamientos propuestos por Duch Gary *et.al.* (1981) e INEGI (1989), se determinó la Aptitud, Capacidad de Uso del Suelo y Uso Potencial, elaborándose mapas para cada Uso.

La **Capacidad Agrícola y Pecuaria** para las parcelas: 1, 2, 3, 9, 10, 11, 12 y 13 es: **A1C1r-4H**, **P1FMg(V)-4H**, para las parcelas 4, 5, 6, 7, 8 y 14 es **A1c1r-4H**, **P1(f)(m)g(V)-4H**; la **Capacidad de Uso Forestal** para todas las parcelas es **F4(E)t-4H**. De acuerdo a la Capacidad de Uso Agrícola son suelos que permiten el establecimiento de agricultura mecanizada **A1**; con o sin restricciones por salinidad

y/o sodicidad **C, c**; con restricciones por régimen climático **4H**; sin restricciones para los procesos de labranza **l** y de riego **r** o estas son ligeras. Para la Capacidad de Uso Pecuario los suelos permiten el establecimiento de praderas que pueden ser cultivadas **P1**; con fuertes o moderadas restricciones por salinidad y/o sodicidad para el establecimiento y desarrollo de plantas forrajeras y pastizales **F, (f), M, (m)**; sin restricciones para la movilidad del ganado en potreros **g**; con una cobertura vegetal aprovechable menor del 25% (**V**); con restricciones por régimen climático **4H**. Para la Capacidad de Uso Pecuario son terrenos sin vegetación natural aprovechable **F4**; sin especies útiles para la explotación forestal (**E**); no hay restricciones para elaborar y transportar los productos forestales **t**; con restricción por régimen climático **4H**. El Uso Potencial para las parcelas 1, 2, 3 es **4C3N1SPTOIED**; 4, 5, 6, 7, 8 y 14 es: **4C2S1NPTOIED**; 9 es: **4C3S1NPTOIED**; 10, 11, 12 y 13 es: **4C3S2N1PTOIED**. Se trata de suelos donde el desarrollo de los cultivos esta restringido por la escases de agua **4C**, la sodicidad **N** y la salinidad **S** (según sea el caso el grado de restricción va de acuerdo al nivel de clasificación alcanzado para cada caso 1, 2, 3, etc.); la profundidad efectiva **P**, la pendiente **T**, obstrucciones **O**, inundación **I**, erosión hídrica **E** y drenaje interno **D**, por determinarse como clase 1 no restringen el desarrollo de los cultivos.

De la investigación se desprende la sugerencia de emplear especies tales como el trigo (*Triticum sp.*), el centeno (*Sécale cereale L.*), el mijo perla (*Pennisetum glaucomun L.*) y el guayule (*Parthenium argentatum*), entre otras especies que pueden cultivarse bajo estas condiciones con problemas de salinidad y sodicidad y que además resisten las temporadas de sequia y heladas.

INTRODUCCIÓN.

Desde que el hombre se convirtió en sedentario basó su modo de subsistencia en dos aspectos productivos principalmente: la agricultura y la ganadería, estas actividades fueron evolucionando gradualmente y en forma considerable hasta llegar a conformar, ya no solo modo de subsistencia, sino un aspecto altamente productivo y explotable a fin de obtener bienes materiales. Conjuntamente a ésta evolución se han desarrollado nuevos métodos de explotación agropecuaria y forestal, los cuales, emplean o aplican insumos y tecnologías que han desembocado en una revolución agrícola, pecuaria y forestal.

Esta evolución implica un análisis más detallado de los componentes ambientales, tecnológicos y de las condiciones socioeconómicas existentes, para dar respuesta a los problemas que plantea la producción agropecuaria y forestal, así como para obtener un mejor aprovechamiento y utilización de los recursos naturales. Sin embargo, esto implica una modificación y alteración del medio ambiente original, provocando que no se dé en forma continua el aprovechamiento adecuado de los recursos naturales. Esto se debe a que no se considera que existe una correlación entre el tipo de uso y las particularidades del medio ambiente, ni tampoco a las relaciones sociales de producción que caracterizan la formación socioeconómica de cada lugar (9).

De la necesidad de aprovechar óptimamente los recursos disponibles y de conservarlos e incluso de descubrir y desarrollar nuevas formas de explotación de otros recursos que no han sido considerados o no han sido explotados convenientemente, es necesario tomar en cuenta el sistema de evaluación de

tierras, el cual permite obtener información relevante y confiable acerca de las características que presentan los componentes ambientales y que en forma sistemática la proporcionan, además, por otro lado permite recopilarla directamente en el terreno y representarla a través de uno o varios documentos cartográficos denominados Carta Agrológica o de Uso Potencial (9), y por el otro, realizar un inventario de tierras y de sus producciones potenciales para diferentes usos (36).

En México la agricultura ha constituido una de las principales bases para proveer de alimento no solo al campesino, sino a toda la población y en ella ha basado en cierta forma su cultura. Esta agricultura se ha ido deteriorando debido a: los cambios físicos y químicos que afectan a los suelos, a la gran diversidad de climas que existen en nuestro país y que de alguna manera afectan a la producción agropecuaria y forestal, esto indica que los recursos son inamovibles y que están distribuidos de una manera no uniforme, por lo tanto la actividad agropecuaria y forestal no puede desarrollarse en todas partes (36).

La agricultura de temporal fue y sigue siendo el principal aliado del campesino en su lucha por subsistir, sin embargo, en los últimos años se ha observado que varios cultivos se han perdido por la escasez de agua, restricciones climáticas y problemas edáficos, entre otros factores, por lo que los campesinos que emplean este tipo de agricultura se ven afectados.

Muchos agricultores siguen su método de cultivo generalmente por empirismo o por lo que aprendieron de sus padres, pero no toman en consideración que el suelo es un sistema cambiante, que por lo general pierde con el tiempo las propiedades

que lo conforman, ya sea por erosión, por pérdida de nutrimentos, salinidad, climatología del lugar e incluso por el uso intensivo del suelo.

En Quechulac, Puebla, como muchos otros poblados de México tienen sus propios problemas relacionados con los factores ambientales que lo conforman y que de alguna manera restringen el desarrollo de muchos cultivos, así como los diferentes tipos de utilización considerados para el suelo. Para reducir algunos de los problemas ambientales que se presentan en el poblado, es necesario estudiar y evaluar las características de las tierras para determinar aquellos factores ambientales que restringen su uso y proponer alternativas de uso agrícola, pecuario y forestal.

MARCO TEORICO.

Para comprender lo que es el Uso Potencial de la Tierra se mencionan las siguientes definiciones establecidas por Duch Gary *et al.* (1981). Así como también se describen las clases que definen a la Capacidad de Uso Agropecuario y Forestal y al Uso Potencial en Quechulac, Puebla.

1.- Definiciones y Conceptos.

- a) Concepto Tierra: Una unidad de tierra se define geográficamente como una área o posición de las superficies continentales o insulares del planeta.
- b) Uso de la Tierra: Se entiende como la expresión concreta de un proceso de producción de bienes materiales.
- c) Tipo de Utilización de la Tierra: Se define como una forma particular de llevar a cabo la producción agrícola, pecuaria y forestal.
- d) Capacidad de Uso de la Tierra: Es la cualidad que presenta una determinada área de terreno para permitir el establecimiento de un número variable de alternativas de Uso.
- e) Condiciones Ambientales: Son los componentes y atributos del medio natural que muestran alguna relación con el establecimiento de los procesos de producción que son inherentes al Uso de la Tierra.
- f) Aptitud de la Tierra: Es un valor relativo del grado en que las condiciones ambientales satisfacen las exigencias de cada tipo de utilización considerado, el procedimiento para determinarla consiste en la confrontación de las primeras contra las segundas.

g) **Uso Potencial:** Es la relación entre la capacidad de Uso de la Tierra y la Aptitud que ella presenta frente a cada alternativa de Uso.

2.- Descripción de las Clases que Definen el Uso Potencial y la Capacidad de Uso Agropecuario y Forestal acuerdo a Duch Gary *et al.* (1981), Velasco (1988) e INEGI (1989).

2.1.- Para la Capacidad de Uso Agropecuario y Forestal:

a) Capacidad de Uso Agrícola.

Clase A1: Se encuentran los terrenos cuyas características físicas permiten el establecimiento de la agricultura mecanizada, con fuertes restricciones por parte de los factores ambientales.

Clase C: La aptitud del terreno para el desarrollo de los cultivos es baja, existen fuertes restrnciones por parte de las condiciones ambientales.

Clase c: La aptitud del terreno para el desarrollo de los cultivos es alta, no hay restrcciones o son ligeras.

Clase l. La aptitud del terreno para el procedimiento de labranza es alta no hay restricciones para llevarla a cabo.

Clase r: La aptitud para el establecimiento del riego es alta, no existen restricciones o son ligeras.

Clase 4H: Son terrenos que requieren riego para hacerlos producir. El régimen de humedad es templado semiséco: BS1Kw.

b) Capacidad de Uso Pecuario.

Clase P1: Son terrenos que permiten el establecimiento de forrajes cultivables.

Clase F: Presentan aptitud baja para el desarrollo de especies forrajeras, con restricciones para el crecimiento de las plantas.

Clase (f): La aptitud del terreno para el desarrollo de especies forrajeras presenta un valor medio, es decir, las restricciones para el desarrollo de las plantas son moderadas.

Clase (m): Cuando la aptitud del terreno para llevar a cabo el establecimiento de pastizal cultivado es medio, hay restricciones moderadas para llevarla a cabo.

Clase M: Cuando el terreno muestra una aptitud baja para llevar a cabo el establecimiento de pastizal cultivado, es decir, cuando existen fuertes restricciones por parte de los factores ambientales.

Clase g: Cuando el terreno tiene una aptitud alta para la movilidad del ganado dentro de los potreros.

Clase (V): La cobertura de la vegetación total aprovechable para el ganado es baja, menos del 25%.

Clase 4H: Se refiere al régimen de humedad. Son terrenos con la necesidad de riego durante todo el año para hacerlos producir.

c) Capacidad de Uso Forestal.

Clase F4: Son terrenos desprovistos de vegetación natural aprovechable.

Clase (E): Terrenos donde no existen especies útiles para el aprovechamiento forestal o su cobertura es menor al 1%.

Clase t: El corte y transporte no se ven afectadas por las condiciones físicas del terreno, o cuando las restricciones son muy leves.

Clase 4H: Se refiere al régimen climático BS1Kw.

2.2.- Para Uso Potencial:

a) Factor Deficiencia de Agua (C).

Clase 2: Con lluvia suficiente en verano para los cultivos, con necesidad de riego en invierno.

Clase 4: Hay la necesidad de riego durante todo el año pero aún es viable una agricultura de temporal con restricciones. Climas: de cálidos a semifríos semiáridos. En estos climas se localiza el de la zona de estudio que es Templado semiárido (BS1Kw).

b) Factor Pendiente (T).

Clase	PENDIENTES (%)	
	Terreno Uniforme	Terreno Irregular
1T	0 - 2	0 - 1
2T	2 - 6	1 - 3
3T	6 - 10	3 - 6

c) Factor Profundidad Efectiva del Suelo (P).

Clase	Profundidad (cm.)
1P	> 100
2P	50 - 100
3P	35 - 50

d) Factor Obstrucciones (O).

Clase 1O: Con poca o ninguna obstrucción, la pedregocidad es menos del 5% del área, no hay afloramiento rocosos o son muy aislados.

e) Factor Inundación (I).

Clase 1 (I): No hay daños o son imperceptibles.

f) Factor Salinidad (S).

Clase	Conductividad (mmhos/ cm.)	Restricciones
1 S	0 - 2	No hay

2 S	2 - 4	Se restringen los rendimientos de cultivos muy sensibles.
3S	4 - 8	Se restringen los rendimientos de muchos cultivos.

g) Factor Alcalinidad- Sodicidad (N).

Clase	PSI (%)
1N	< 10
2N	10 - 15
3N	15 - 40

h) Factor Erosión (E).

Clase 1E: La erosión es nula o imperceptible.

Clase 2E: La erosión es leve pero perceptible por arrollamiento del suelo que deja manchones de pasto o arbustos en pequeños montículos.

i) Factor Drenaje Interno (D).

Clase 1D: Todos aquellos suelos que no quedan dentro de la definición de clase 2.

Clase 2D: Suelos con drenaje muy lento. Las texturas son arcilla, arcilla-limosa y arcilla-arenosa. Consistencia en seco dura o muy dura, adhesiva o muy adhesiva al estar mojado. Las estructuras son masiva, cúbica, prismática, columnar o laminar media a gruesa y de desarrollo moderado a fuerte. La porosidad es fina escasa. También se incluyen suelos de textura arena o arena migajosa hasta 75 cm. de profundidad.

ANTECEDENTES DE ESTUDIO.

De los estudios y análisis que se hacen de una localidad o región determinada aquellos que tiene que ver con el uso actual del suelo son de suma importancia, ya que de estos se pueden sacar conclusiones prácticas a fin de que la utilización del suelo sea la adecuada y siguiendo un plan determinado.

En 1969, Soto Mora y Fuentes Aguilar , efectuaron un estudio sobre la integración de los problemas agrícolas y forestales a los problemas económicos generales en la región de Huejotzingo, San Martín Texmelucan, Puebla. Para tal fin, enumeraron cinco puntos generales en los cuales basaron tal integración socioeconómica de la zona de estudio: a) La competencia por el suelo en los límites de la ciudad y el campo; b) La localización de la producción agrícola; c) La organización agraria; d) La protección y desarrollo de los diversos paisajes y e) La complementación de las regiones agrogeográficas. Durante el proceso de estudio elaboraron mapas de uso del suelo y de tenencia de la tierra, mediante la utilización de fotografías aéreas (fotointerpretación de pares estereoscópicos) y datos proporcionados por el Departamento de Asuntos Agrarios y Colonización, y por el Conjunto Agrario del Estado de Puebla y Tlaxcala. Como resultado de dicho estudio proponen diversas alternativas de uso, entre otras, el establecimiento de una economía agrícola mixta, a base de maíz, donde se cultivaría además alfalfa y avena, algunas hortalizas y frutales, basándose primordialmente en las condiciones socioeconómicas de el lugar.

En 1981 Duch Gary y colaboradores proponen un sistema de evaluación de las tierras para determinar el Uso Potencial con el fin de elaborar documentos

cartográficos para México. El estudio contempla dos procesos fundamentales: 1) El proceso cartográfico, que consiste en la delimitación y caracterización de las unidades de terreno en términos de sus condiciones ambientales; 2) El proceso de evaluación, donde se interpreta la información de las condiciones ambientales en términos del Uso Potencial, mediante la delimitación de las variaciones relativas a los regímenes de humedad, la determinación de la aptitud del terreno respecto a los tipos de utilización de la tierra definidos, confrontando las condiciones ambientales contra los requerimientos de cada alternativa de uso y basándose en los resultados obtenidos se lleva a cabo su clasificación de acuerdo a la capacidad de uso que presente. Por último representan la información obtenida mediante la realización de documentos Cartográficos.

A partir de 1981 el sistema expuesto anteriormente sufre modificaciones, realizados por el INEGI, aumentando con ello el nivel de información representada, aunque los conceptos referentes a las clases de uso del sistema anterior se han conservado sin cambios fundamentales, Dichas modificaciones se adecuan mejor a las necesidades y condiciones del campo mexicano debido al alcance regional que lo caracteriza, el sistema contempla varias alternativas de Uso tanto agrícola, pecuario y forestal para una misma unidad de suelo y toma en cuenta, además, el régimen de humedad local para hacerlo producir de acuerdo a los requerimientos de cada alternativa de uso.

Palma L. D. J. (1996) Propone ejemplificar el uso de una metodología para determinar la potencialidad de los suelos en el Este de Francia. Presenta para ello resultados del sector de "Barrois", en una parcela de producción situada sobre una

plataforma caliza con tres suelos diferentes. Determinó la aptitud de los suelos y para ello empleó el Sistema de Capacidad de Uso de las Tierras desarrollado por el Servicio de Conservación de Suelos del USDA, el cual emplea cinco factores que pueden limitar la producción de los cultivos: erosión, drenaje, topografía, suelo y clima. El factor limitante resultó ser el suelo. El segundo método empleado es un enfoque paramétrico establecido para la región central de Francia, basado en valorar la aptitud de uso del suelo en referencia a siete factores limitantes: textura, hidromorfismo, profundidad del suelo, estratus cálcico y orgánico, reserva útil de agua, pedregosidad y carbonatos. Concluyó que los dos sistemas de clasificación empleados dan las mismas jerarquías para los suelos. Resultando el material parental, la profundidad del suelo y el desarrollo del suelo los principales factores limitantes que pueden intervenir en la producción agrícola para esta zona.

Castro Gil M. *et al* (1983), determinaron el Uso Actual y Potencial de los Recursos Genéticos de las Zonas Áridas. Proponen diversas alternativas de uso en zonas donde la evapotranspiración rebasa la cantidad de agua recibida por precipitación, dirigiendo su estudio hacia el uso pecuario y forestal. Además propone el mejoramiento de especies mediante cruces genéticas con la finalidad de obtener híbridos capaces de tolerar las condiciones edáficas y climáticas de estas zonas, considerando especies nativas, como el zacate banderita (*Bouteloua curtipendula*) y la introducción de nuevas especies como el zacate Bufell (*Cenchrus ciliaris*), entre otros.

Porta Casanellas J. (1994), sugiere la elaboración de cartografía de suelo con el fin de buscar una concordancia entre los requerimientos de los distintos usos y las

cualidades del terreno. Propone la elaboración de mapas del suelo que puedan de alguna manera predecir su uso ya sea agrícola, ambiental para la ordenación de los terrenos, la planificación o la ingeniería civil. Para poderlo llevar a cabo, sugiere la evaluación del terreno con la finalidad de estimar el potencial productivo de las tierras para poder dar diferentes usos alternativos, empleando clases de capacidad agrológica y tomando en cuenta la aptitud de la tierra.

En 1995, Sánchez M. A. y Esquivel M. M., aplican las recomendaciones de la ex Comisión de Tipología Agrícola de la Unión Geográfica Internacional, con el propósito de emplear las propuestas para clasificar la agricultura y obtener un "lenguaje universal", ya experimentado en otros países, además, ofrecen una visión general del Uso del Suelo con fines agrícolas a nivel nacional aportando estudios por estados, valorando la importancia de las regiones y de cada uno de las entidades que lo conforman.

DESCRIPCIÓN DE LA ZONA DE ESTUDIO.

El poblado de Quechulac se localiza en la parte Este de Puebla, en el municipio de Guadalupe Victoria, entre las coordenadas $19^{\circ} 22' 24''$ latitud Norte y $97^{\circ} 20' 54''$ longitud Oeste, situado en la Cuenca Hidrológica de Oriente a una altura promedio de 2300 m.s.n.m., Gasca 1982, citado por Arredondo Figueroa (1983).

El municipio de Guadalupe Victoria abarca una área de 170.27 Km. Al Norte colinda con el municipio de Tepeyahualco, al Sur con Tlachichuca, al Oeste con San Nicolás de Buenos Aires, y al Este con el Estado de Veracruz y el municipio de Saltillo (Mapa 1).

En lo referente a su geología regional, la planicie de la Cuenca Oriental, alcanzó su elevación debido al plegamiento de rocas de origen marino del Mesozoico, a la acumulación de rocas y derrames volcánicos y a la enorme cantidad de sedimentos piroplásticos, que en última instancia han dado configuración a la Cuenca. Las formas volcánicas se han producido desde principios del Cenozoico hasta el Cuaternario, configurándose de esta forma la clásica fisiografía de malpais, Gasca 1982, citado por Arredondo Figueroa (1983).

La zona posee tres lagos cráter de tipo Maars, siendo el más grande tanto en área como en volumen el de Alchichica con 1.81 Km^2 y $69.92 \times 100000 \text{ m}^3$ respectivamente, siguiendo en tamaño la Preciosa con 0.78 Km^2 de área y $16.20 \times 10000 \text{ m}^3$ de volumen y el lago de Quechulac con un área superficial de 0.5 Km^2 y un volumen de $10.97 \times 10000 \text{ m}^3$, (2).

El clima es semiseco templado Bs 1 KW (10), con lluvia en verano, de 5 a 10.2 mm. de precipitación invernal, con verano fresco y condiciones de canícula.

La vegetación dominante es de tipo matorral con izotes, piñoneros y encinos, estos últimos restringidos en alguna ladera y de forma dispersa en el valle.

En este lugar se practica la agricultura de temporal y de riego predominan los cultivos de maíz, haba, cebada y frijol en zonas de temporal, así como alfalfa y papa en segundo término en zonas de riego.

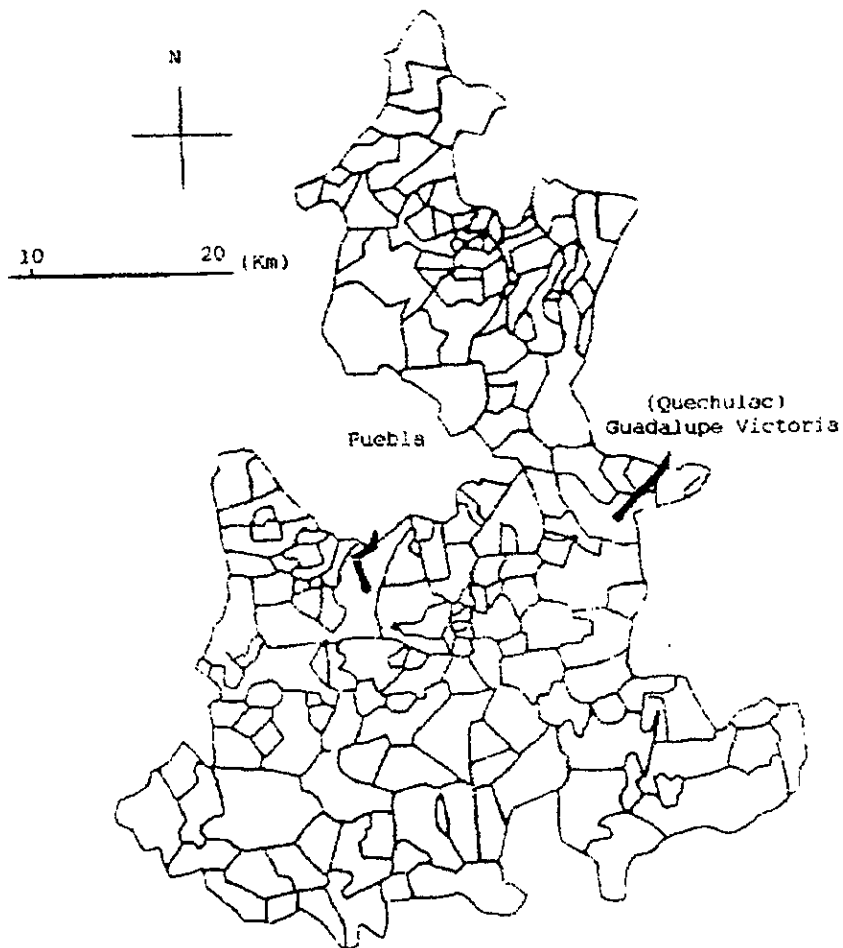
En general el uso del suelo es agricultura de temporal, solo en algunas pequeñas partes son de riego con pastizal inducido, empleando estos terrenos para uso pecuario. Otras zonas están desprovistas de vegetación debido a la fuerte erosión hídrica. Algunos lugares están destinados al uso forestal, utilizando un bosque natural latifoliado de encino y pino.

Existen además unas asociaciones de vegetación secundaria con matorral inerte.

Según INEGI (1987), en la zona de estudio se presentan cuatro Unidades de Suelo, (Mapa 2):

- 1.- Regosol calcárico de textura gruesa: Rc/1.
- 2.- Feozem calcárico de textura media, salinidad media y sódico: Hc - ms - n/2.
- 3.- Fluvisol eútrico de textura gruesa: Je/1.
- 4.- Regosol calcárico sobre Regosol eútrico de textura gruesa: Rc + Re / 1.

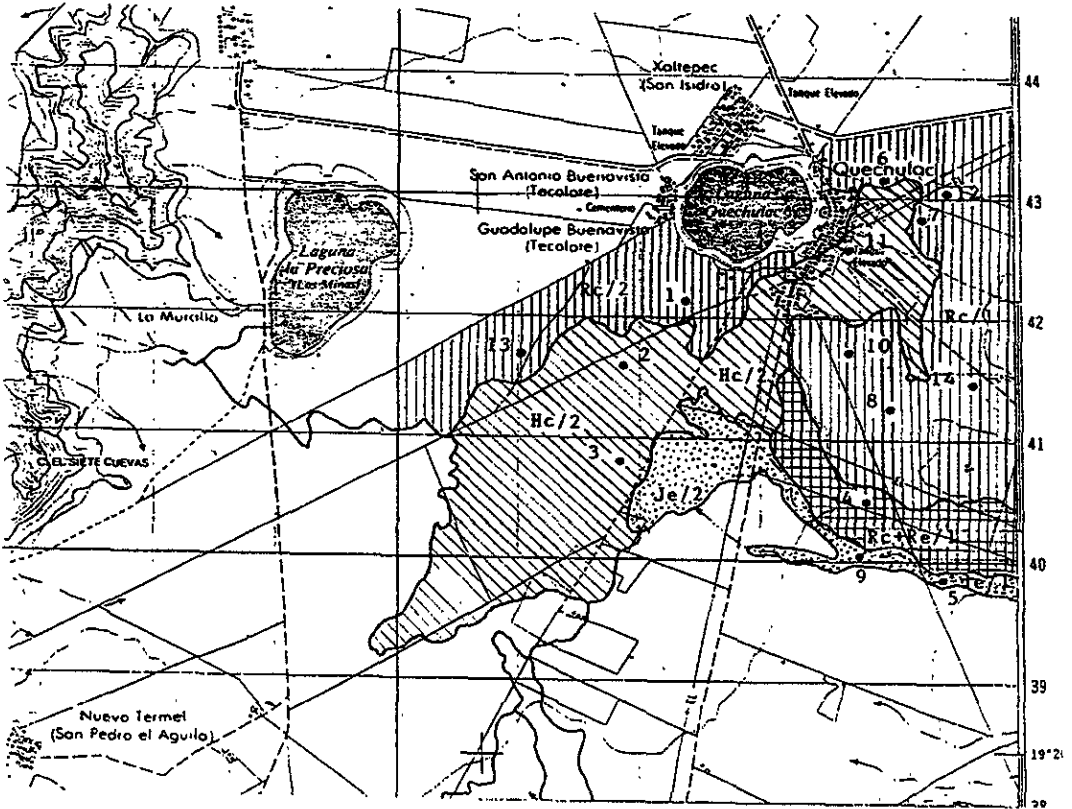
Mapa 1. Localización del Poblado de Quechulac, en el
Municipio de Guadalupe Victoria, Edo. de Puebla.



Coordenadas del Poblado
de Quechulac.

Latitud 19° 22' 24"
Longitud 97° 20' 24"

Mapa 2. Tipificación Edáfica y Ubicación de los Sitios de Muestreo en las Tierras Aledañas al Poblado de Quechulac, Edo. de Puebla.



Escala: 1 : 39000

0 1 2 3 (Km)

Tipo de Suelo:
 Feozem calcárico (Hc)
 Fluvisol eutrítico (Je)
 Regosol calcárico (Rc)
 Regosol calcárico
 sobre Regosol eutrítico (Rc+Re)

Clase Textural:
 Textura gruesa (1)
 Textura media (2)
 Textura fina (3)

HIPÓTESIS.

Con base a la evaluación de los parámetros edáficos y climáticos que caracterizan a la zona de estudio es factible establecer que las condiciones ambientales son las que determinan el tipo de Uso Potencial de la tierra en Quechulac, Puebla.

OBJETIVOS.

Objetivo General.- Determinar la Capacidad de Uso de las tierras aledañas al poblado de Quechulac, Puebla, en base a los factores ambientales que las caracterizan.

Objetivos Particulares:

- Seleccionar los sitios de muestreo de acuerdo a los mapas de Tipificación Edáfica de la zona de estudio.
- Evaluar las propiedades físicas y químicas de los suelos estudiados.
- Estimar la evapotranspiración total de acuerdo a la información del Meteorológico Nacional.
- Determinar los factores edáficos y climáticos que restringen el uso agropecuario y forestal de los suelos en la zona de estudio.
- Clasificar los suelos en función de su capacidad de uso agropecuario y forestal y determinar su aptitud respecto a los tipos de utilización que permitan establecer.
- Proponer alternativas de Uso, de acuerdo a los factores ambientales registrados.
- Elaborar documentos cartográfico de Uso Potencial del Suelo de las tierras en estudio.

MÉTODO.

Para cubrir los objetivos propuestos, se trabajó en cuatro fases.

Fase 1.

- Ubicar los sitios de muestreo de acuerdo a los mapas de Tipificación Edáfica del poblado de Quechulac (Mapa 2), tomando en cuenta los tipos de suelo existentes.
- Estimación de la evapotranspiración total por el método de Thornthwite citado en Ortiz Solorio (1987) en base a datos proporcionados por el Meteorológico Nacional (Apéndice 2).

Fase 2.

Esta fase comprende principalmente el trabajo en campo, donde se realizan el registro de variables de las observaciones propuestas por Duch *et al.*, (1981) y Velasco, (1988), además se incluyen las siguientes actividades:

- Verificación de la ubicación de los puntos de muestreo en la zona de estudio.
- Toma de muestras de suelos: De 0 - 30 cm. y de 30 - 60 cm. de profundidad, de acuerdo al criterio para evaluar la fertilidad, con muestreo al azar y en los sitios señalados en el Mapa 2.
- Condiciones ambientales medibles en campo según Velasco (1988):
 - a) Temperatura: Según información proporcionada por el Meteorológico Nacional (Anexo 2).
 - b) Pedregosidad (Obstrucciones).
 - c) Pendiente.
 - d) Profundidad efectiva del suelo.
 - e) Drenaje interno.

f) Uso actual del suelo.

- Observaciones no contempladas en las técnicas o métodos:

a) Tipo de vegetación actual.

b) Tipo de actividad pecuaria.

c) Observación de costras de sal.

d) Técnicas de cultivo empleadas por los campesinos.

FASE 3.

Se incluye el trabajo de laboratorio, el cual comprende:

- La preparación de las muestras de suelo para su análisis físico y químico, según reporte de Grande (1974) y Aguilar (1987).

- Determinaciones físicas:

a) Densidad aparente: por el método de la probeta, S.A.R.H. (1978).

b) Densidad real: por el método del picnómetro, Baver (1956).

c) Textura: por el método del hidrómetro, Bouyoucos (1963), reportado por la S.A.R.H. (1978).

d) Capacidad de campo, según Palmer y Troeh (1980).

- Determinaciones químicas:

a) pH: por medio de una suspensión acuosa relación 1:2.5, empleando un potenciómetro con electrodo de vidrio, Grande (1973).

b) % Materia orgánica: por el método de la vía húmeda, Walkley y Black, reportado por la S.A.R.H (1978).

- c) Salinidad: evaluando la conductividad eléctrica de la solución obtenida de la preparación de una pasta de saturación, Jackson (1964), reportado por Grande (1973).
- d) Capacidad de Intercambio Catiónico Total: por el método del cloruro de calcio, titulándolo posteriormente con EDTA, al ser desplazado con cloruro de sodio, Jackson (1964).
- e) Sodio y Potasio: por flamometría, extrayéndolos con acetato de amonio, SARH (1978).
- f) Nitrógeno Total: por el método Kjeldhal, Jackson (1964).
- g) Fósforo: por el método Olsen, SARH (1978).
- h) Carbonatos y Bicarbonatos: por el método del versenato, Jackson (1964).
- i) Cloruros: según Jackson (1964).
- j) Porcentaje de Sodio Intercambiable, Jackson (1964).

FASE 4.

Esta fase incluye la presentación de los resultados y su análisis.

- Procesamiento de datos: cálculo de los resultados obtenidos en campo y laboratorio, así como la elaboración de tablas, cuadros y gráficas.
- Elección de los tipos de utilización del suelo, Duch Gary (1981).
- Evaluar el grado de Aptitud y Capacidad de Uso del Suelo, Duch Gary (1981) e INEGI (1989).
- Elaboración de mapas de Uso Potencial.
- Discusión y análisis de resultados.
- Conclusiones.

ANÁLISIS DE RESULTADOS.

Los resultados obtenidos de los parámetros físicos y químicos se muestran en la Tabla 1. A continuación se describen y discuten dichos resultados por Unidad de Suelo.

1.- Regosol calcárico: Dentro de ésta Unidad de Suelo se encuentran las parcelas 1, 6, 7, 8, 10, 12, 13 y 14 (Mapa 2). La parcela 1 presenta textura de tipo migajón arcillo - arenoso en la parte superficial (0 - 30 cm.) y migajón arcilloso en la parte profunda (30 - 60 cm.), del mismo modo la parcela 14 presenta una textura migajón arenosa en la parte superior (0 - 30 cm.) y migajón arcillo - arenoso en la profunda (30 - 60 cm.). El cambio de textura se debe al aumento en las cantidades de limo y arcilla (41), posiblemente causado por:

- a) El lavado del suelo el cual transporta limo, arcilla, humus, etc., mediante procesos de eluviación.
- b) La eluviación, mediante el movimiento del material fino de la parte superior a la inferior tanto por medios mecánicos (laboreo agrícola) como químicos.
- c) Lavado de material fino dispersado por efecto del sodio desde la parte superior a la profunda.
- d) La descomposición química de la arcilla en la superficie y el transporte de productos solubles con las aguas de drenaje.
- e) La meteorización de limo y arena con formación de arcilla en la parte profunda.

Las parcelas 6, 7, 8 y 10, presentan una textura gruesa de tipo arena migajonosa y migajón arenosa, mientras que las parcelas 12 y 13 son de textura media de tipo migajón arcilloso, migajón arcillo - limoso y migajón.

La densidad aparente cae dentro del rango reportado por Gaucher G. (1971), de moderadamente baja a baja (1.2 - 1.6 g/cc.), lo que ocasiona que exista una mayor cantidad de espacio poroso e indica que también existen materiales de origen volcánico, representados por reolitas, pómez, obsidiana y roca vítrea perlítica provenientes de las Derrumbadas (26), dando como consecuencia que estos suelos tengan una buena aireación, eficiencia en el drenaje interno y que no presenten compactación (11).

En relación a la retención de humedad, las parcelas 1, 12, 13 y 14, tienden a retener una buena cantidad de agua, no así las parcelas 6, 7, 8 y 10, las cuales por su misma naturaleza de textura gruesa tienen dos limitaciones importantes: 1) no retienen suficiente agua y 2) tienden a tener pocos elementos nutritivos a causa de la baja superficie de exposición (41).

Los valores de pH van de alcalinos a fuertemente alcalinos, pues caen dentro del rango establecido por Jones y Wolf (1984), (7.4 - > 8.3). Esto se debe a la acumulación de sales de sodio, potasio, calcio y magnesio que pueden estar en forma de bicarbonatos, sulfatos y carbonatos, los cuales ascienden por capilaridad desde la capa freática hasta la superficie y al evaporarse el agua las sales se acumulan y dan lugar a una reacción alcalina a lo largo del perfil (41). Esta alcalinidad ocasiona que algunos nutrientes importantes como el fósforo sean difícilmente aprovechables por las plantas, debido a que el fósforo en condiciones excesivamente básicas forma compuestos poco solubles como los fosfatos de calcio. Cuando el pH es superior a 8.5 los fosfatos se encuentran de nuevo

disponibles, ya que en condiciones tan alcalinas y en presencia de altos porcentajes de sales de sodio, los fosfatos sódicos son solubles en agua (41).

El valor de pH permite la nitrificación, la cual se realiza entre los valores de pH de 4.5 a 11.9, el cual tiene su máxima mineralización en el intervalo de 6.0 a 8.0 (37). Dentro de este intervalo de pH las bacterias nitrificantes, del género *Azotobacter* oxidan el amoníaco a nitritos y nitratos y generalmente lo hacen a pHs mayores de 6.0. Otras bacterias capaces de oxidar amoníaco y producir nitritos son las Nitrosomas y las Nitrobacter, las cuales oxidan nitritos para producir nitratos (32).

Del análisis de pH respecto al potasio, se observa que en aquellas parcelas cuyo pH va de 8.0 a 8.5, este no es el adecuado para que el potasio sea asimilado adecuadamente por las plantas, debido a que el calcio forma carbonatos solubles que suprimen la actividad del potasio, produciéndose una disolución del suelo entre ambos cationes, alta en calcio y desfavorable para el potasio. En las parcelas donde el pH es mayor de 8.5 la cantidad de potasio asimilable se eleva, debido en parte a la disminución en la solubilidad de los compuestos de calcio, los cuales precipitan en forma de carbonatos de calcio (40, 41).

La cantidad de materia orgánica obtenida va desde extremadamente pobre a medianamente rica y cae dentro de los valores establecidos por Velasco (1983), reportado por Vázquez Alarcón (1987) (< 0.6 - 3.0 %). Las parcelas que presentan un porcentaje de materia orgánica extremadamente pobre a medianamente pobre tienen una textura gruesa, por lo que las cantidades de nitrógeno también son bajas (31). A pesar que en esta región se presentan temperaturas óptimas para que se lleve a cabo la descomposición de la materia orgánica y de que el tipo textural

pueda permitir que tenga buena aireación, ésta se ve limitada debido a que el suelo retiene poca agua aunado a la escasa precipitación, pues una sequía prolongada detiene la actividad microbiana. Así mismo el pH alcalino disminuye paulatinamente dicha descomposición (32, 41).

Las parcelas de textura media, presentan cantidades medianamente ricas en materia orgánica lo que incrementa las cantidades de nitrógeno, en estos suelos dada la cantidad de materia orgánica y arcilla y que de acuerdo a el rango establecido por Cottenie (1980) (5 - 40 meq/100 g.), la capacidad de intercambio catiónico total (CICT), va de baja a alta, y en aquellos suelos de textura gruesa su CICT va de muy baja a baja (< 5 meq/100 g.). En aquellas parcelas donde la CICT es alta se espera que el intercambio de nutrimentos sea mayor debido a que las arcillas al formar micelas absorben los diferentes cationes (la fuerza con la que están absorbidos depende del tipo de catión en la serie liotrópica), indicando de alguna manera la mayor probabilidad de intercambio con la solución del suelo de aquellos cationes que estén menos fuertemente unidos. Así mismo los coloides de la materia orgánica absorben los nitratos, sulfatos y bicarbonatos que son aniones fácilmente intercambiables, no así los fosfatos, los cuales a pH elevado precipitan en forma de fosfato de calcio o fosfatos de calcio y magnesio (31).

Las cantidades de fósforo evaluadas van de bajas a altas pues según CSTPA (1980) están dentro del rango que va de (< 5.5 - >11.0 ppm); en las parcelas de textura gruesa de bajos a medios; y en los de textura media de medios a altos. Esto se debe posiblemente a los siguientes factores o a la combinación de algunos de ellos:

a) Origen del suelo: que es de tipo sedimentario marino y volcánico de tipo riolítico, proveniente de las Derrumbadas.

b) Climático: la baja precipitación ocasiona que exista una escasa o nula lixiviación y esto aunado a la elevada evapotranspiración da como resultado que no existan pérdidas de este elemento en ninguna de sus formas, este factor influye directamente, pues debido a los valores encontrados, el fósforo se encuentra en sus formas CaHPO_4 y Na_2HPO_4 siendo la primera prácticamente insoluble y aunque la sal de sodio es más soluble, la baja precipitación hace que esta sal se mantenga en la parte superior del suelo poco disponible para las plantas.

c) Aplicación de fertilizantes fosfatados que no son lixiviados por la falta de precipitación, o debido a que cuando el suelo se fertiliza con sales de fosfatos, estas no se aplicaron cerca de la raíz y a una cierta profundidad para facilitar su absorción y por lo tanto pierden sus formas químicas que la raíz necesita para aprovecharlos, además el fósforo en el suelo es poco móvil.

Los valores de potasio intercambiable son altos, están dentro del rango propuesto por Landon (1984) (>0.5 meq/100 g.), debido a las altas concentraciones de potasio provenientes del material parental que contienen a este elemento y por consiguiente hacen que el potasio sea uno de los más abundantes en el perfil del suelo. Las cantidades elevadas de potasio también indican de manera indirecta que es posible encontrar bajas cantidades de calcio (41). Corroborado esto en los análisis del suelo.

Cuando las cantidades de potasio son elevadas, las plantas tienden a acumularlo en la parte superior en concentraciones mayores que las normales, lo que impide la

absorción de otros elementos nutricionales manifestándose en las plantas deficiencia o carencia de éstos afectando su desarrollo (39).

Según Moreno (1978), y en base al rango que propone ($<0.032 - 0.158 \%$) las cantidades de nitrógeno fluctúan de pobres a medianas, dichos valores pueden explicarse analizando la relación de carbono-nitrógeno (C/N).

Las parcelas 8 (0 - 30 cm.), 10, 12 y 13 (0 - 30 cm.), tienen una relación C/N de 10 a 15, esto indica que hay una disponibilidad baja del nitrógeno para las plantas pues recién comienza la liberación de este por parte de los microorganismos (31). Las cantidades de materia orgánica son bajas en las parcelas 7, 8 (0 - 30 cm.) y 10 dando como resultado un suelo pobre en nitrógeno (41). Otra causa directa es el tipo de textura que presenta cada una de las parcelas, la cual es de tipo arenoso y por lo general no interaccionan fácilmente con los compuestos orgánicos, además de que retienen menos agua, lo cual hace difícil su mineralización (41).

Las parcelas 12 y 13 (0 - 30 cm.) presentan una cantidad adecuada de material orgánico y un tipo de textura adecuado para que se lleve a cabo la formación de compuestos nitrogenados aprovechables para las plantas, de ahí que los valores sean elevados en estas parcelas.

Las parcelas 1, 6, 8 (30 - 60 cm.) y 14 (30 - 60 cm.), tienen un bajo contenido de nitrógeno y carbono debido a la escasez de materia orgánica en el suelo, pues en estos terrenos se siembra por lo general maíz, el cual aporta materia orgánica pobre en nitrógeno, además de que no se conserva la materia edáfica ya que se levanta todo el rastrojo sin abonarlo al suelo (32). Todo esto da como consecuencia una relación C/N < 10 que es la correspondiente a la composición del humus (31).

Una relación carbono-nitrógeno menor de 10 indica que la descomposición de la materia orgánica ha llegado a un punto estable, la formación de humus, el cual tiene una característica coloidal y que forma un complejo con las arcillas y contribuye al mejoramiento de la estructura del suelo, ya sea de textura fina o gruesa (31).

Por último, en las parcelas 13 (30 - 60 cm.) y 14 (0 - 30 cm.), la relación carbono-nitrógeno es apenas mayor de 15 pero menor de 30. Esto indica que existe la cantidad necesaria de nitrógeno para que se lleve a cabo la actividad microbiana sin emplear el nitrógeno existente en el suelo, sin embargo, no hay liberación de nitrógeno soluble para la absorción inmediata por las plantas, ya que éste se encuentra inmovilizado (31). Por lo tanto hay poco nitrógeno disponible en el suelo.

De acuerdo a la concentración de sales, pH y % Na intercambiable se tienen las siguientes clases de suelo:

- Suelos salinos no sódicos: Dentro de esta categoría se encuentran las parcelas 6, 7, 8, 10 (0 - 30 cm.), 12 (0 - 30 cm.), 13 (0 - 30 cm.) y 14. Este tipo de suelos se encuentran en zonas de clima árido y semiárido, por lo que la elevada evapotranspiración tiende a concentrar las sales en la superficie (26, 35).

La elevada concentración de sales aumenta el pH de la solución del suelo, lo que ocasiona una disminución en la actividad microbiana, aumenta la presión osmótica de la solución suelo provocando una sequía "fisiológica", debido a que la planta no puede absorber el agua edáfica ya que no hay un gradiente adecuado para que se lleve a cabo (31).

La presencia de sales en las parcelas se debe a su formación de tipo riolítico (volcánico y sedimentario), a la existencia de una capa fréatica que corre bajo estos

suelos, que transporta un aporte mayor de sales de sodio, potasio, calcio, etc., y al clima ya que la evaporación excede a la precipitación y al no existir una lixiviación adecuada, se concentran en el suelo cantidades elevadas de sales (40).

Por otra parte, las parcelas 1, 10, 12 y 13 en su parte profunda (30 - 60 cm.) presentan una fase sódico-salino causado por las sales de sodio que se encuentran en mayor cantidad debido al origen mismo del suelo, así como a las corrientes freáticas, elevada evaporación y la capilaridad, las sales se mueven en forma ascendente y tienden a acumularse poco a poco en la capa superior del suelo, dicho fenómeno se puede observar claramente en la parcela 1, en donde la parte superior se clasifica como un suelo con fase sódico no salino, pero que tiende a ser salino debido a la movilidad de estas sales (28).

2.- Feozem Calcárico: En esta unidad de suelo se ubican las parcelas 2, 3 y 11 (Mapa 2).

La parcela 2 tiene una textura migajón-arcillo-arenoso a lo largo del perfil. La parcela 3 muestra una textura arcillosa en la parte superior y migajón-arcillo-arenoso en la profunda y la parcela 11 tiene una textura de tipo migajón-arenosa a lo largo de todo el perfil.

A la parcela 11 que presenta una textura gruesa se le determinó una densidad aparente moderadamente baja y un % de espacio poroso alto lo que sugiere que este suelo probablemente tenga una estructura de tipo granular y esto aunado a su origen volcánico justifica los valores de los parámetros antes mencionados (11). Las parcelas 2 y 3 son de textura media, por lo que la densidad aparente es moderadamente baja con una mayor cantidad de espacio poroso y una buena

aireación sin presentar compactación ocasionado principalmente por la presencia del material volcánico (11). En lo que respecta a la retención de humedad, las parcelas 2 y 3 tienden a retener una mayor cantidad de agua mientras que la parcela 11 no la retiene debido a que es de textura gruesa, condición que provoca dos fuertes limitantes en la parcela: una es la poca retención de humedad y la otra es que tiene poca reserva de elementos nutrimentales en posible solución (41).

El pH es fuertemente alcalino en las dos parcelas a lo largo de todo el perfil (17).

La alcalinidad se debe a la acumulación de los iones de sodio, potasio, calcio y magnesio respectivamente, los cuales pueden formar sales de bicarbonatos, sulfatos y carbonatos. Estas sales ascienden por capilaridad desde la capa freática hasta la superficie y al evaporarse el agua se concentran formando una capa de acumulación salina en la parte superior del suelo originando una reacción alcalina (41). La alcalinidad dificulta que algunos elementos nutrimentales como el fósforo sean aprovechables por las plantas (39).

Los valores de pH, CICT, materia orgánica, fósforo, potasio, nitrógeno y relación C/N presentes en estas parcelas muestran el mismo comportamiento que las descritas anteriormente.

Analizando la conductividad eléctrica, pH y % de sodio intercambiable, se tienen las siguientes clases de suelo:

Suelos sódicos no salinos: En esta categoría están las parcelas que según Richards (1980), son suelos típicos de zonas áridas y semiáridas, su pH varía de 8.5 a 10 y en presencia de los iones carbonato, el calcio y magnesio precipitan, lo --

que dá como resultado que los suelos tengan cantidades pequeñas de estos cationes, predominando los de sodio.

Suelos con fase salina no sódicos: Se encuentra la parcela 11, cuyas características ya han sido descritas y corresponden a las determinadas para las parcelas del Regosol calcárico.

La parcela 5 presenta una textura arena migajonosa, mientras que la parcela 9 es migajón-arcillosa en la parte superior y migajón-arcillo-limoso en su parte profunda. El cambio de textura se debe al incremento de la arcilla y limo causadas por la eluviación del material fino de la parte superior a la profunda (38), y al frecuente arribo de material edáfico de las montañas aledañas.

La densidad aparente de estas parcelas va de moderadamente baja a baja, por lo tanto hay una buena cantidad de espacio poroso y buena aireación sin presentar compactación debido en parte a que el material es de origen volcánico (11).

La parcela 9 tiene una buena retención de humedad no así la parcela 5 debido a la textura gruesa que presenta y por lo tanto no retiene suficiente agua (39).

El pH de estas parcelas va de neutro a alcalino y cae entro del intervalo establecido por Jones y Wolf (1984) el cual es de 6.6 - 8.3, debido a que las sales de bicarbonatos, sulfatos y carbonatos de calcio, potasio, sodio y magnesio respectivamente, se acumulan poco a poco en la superficie por el ascenso de estas desde la capa freática, por el fenómeno de capilaridad y se acumulan en la parte superior al evaporarse el agua, dando lugar a una reacción alcalina (39). Dicho fenómeno sucede debido a que no hay lavado de sales ya sea por precipitación o por riego.

Ahora bien, los valores de pH indican que es factible la absorción del fósforo por las plantas, pues el intervalo de pH es el adecuado y permite que se encuentre en su forma asimilable (37). Sin embargo, la parcela 5 en su parte profunda, presenta un pH de 8.3 lo cual limita la disponibilidad de este elemento.

En relación al nitrógeno, el pH es el adecuado para que se lleve a cabo la nitrificación de acuerdo al intervalo de: 4.5 a 11.9 (37), teniendo su máxima mineralización en el intervalo de 6.0 a 8.0 (38).

En este tipo de suelos, neutros y ligeramente alcalinos, el potasio es retenido mejor por las micelas del suelo, dando como consecuencia que exista una mayor cantidad (29) y por lo tanto una mejor disponibilidad para las plantas.

Las cantidades de materia orgánica en la parcela 5 va de medianamente pobre a media y extremadamente rica en la parcela 9 (42). En la parcela 5, de acuerdo a la textura gruesa que presenta y a la poca cantidad de materia orgánica existente se tienen cantidades igualmente bajas de nitrógeno (29). En esta parcela ocurre un porcentaje de mineralización mayor que en uno de textura fina, sin embargo retiene una menor cantidad de agua (38).

La parcela 9 presenta una textura media con cantidades extremadamente ricas de materia orgánica, permitiendo su mineralización, incrementando las cantidades de nitrógeno (29). En este tipo de suelo la cantidad de materia orgánica y arcilla da como resultado que exista una alta CICT, no así en la parcela 5; que por su misma naturaleza, va de media a baja (5 - 20 meq/100 g.) (7).

Las cantidades de fósforo de acuerdo a CSTPA (1980), son bajas en la parcela 5 (< 5.5 ppm) y altas en la parcela 9 (> 11 ppm). En la primera la poca cantidad de

fósforo se debe a las causas señaladas para las clases de suelos descritas anteriormente. En la parcela 9 las cantidades de fósforo aumenta debido a la mayor cantidad de materia orgánica y posiblemente también a la existencia de residuos de fertilizante en el suelo y que al no haber lixiviación y ser la evaporación mayor que la precipitación hacen que el fósforo se mantenga y se acumule por más tiempo en el suelo.

Según London (1984); los valores de potasio intercambiable son altos, debido a sus elevadas concentraciones en el material parental, características anotadas anteriormente en la Unidad de Suelo de Regosol calcárico (39).

El valor del nitrógeno evaluado en ambas parcelas, es mediano (19). La parcela 5 tiene una relación C/N de 7.6 y 10.8, lo cual coincide con lo ya descrito para Regosol calcárico. La parcela 9 tiene una relación C/N que cae dentro del intervalo de 15 a 30, esto indica que cantidad de nitrógeno en el suelo es baja y que los microorganismos lo están extrayendo de la materia orgánica, sin emplear el nitrógeno existente en el suelo, pero simultáneamente tampoco hay una liberación de nitrógeno soluble para la absorción inmediata de la planta que solo lo extrae del nivel que existe en el suelo (29).

De acuerdo a la conductividad eléctrica, al pH y al % de sodio intercambiable, ambas parcelas son salinas no sódicas (26).

4.- Regosol calcárico sobre Regosol eútrico. Dentro de esta Unidad de Suelo se encuentra la parcela 4 (Mapa 2).

Este suelo presenta una textura de arena migajonosa en la parte superior y arenosa en la parte profunda.

La densidad aparente es mediana y conjuntamente con la textura indica que tiene buena cantidad de espacios porosos, buena aireación y sin compactación (11). Sin embargo, presentan problemas de retención de agua, pues al ser el suelo de textura gruesa, limita la retención de humedad y disminuye la reserva de elementos nutricios (39).

El pH en esta parcela según Jones y Wolf (1984), es fuertemente alcalino (8.5), por lo que el fósforo es difícilmente asimilable por las plantas, debido a que probablemente se encuentra como fosfato tricálcico, el cual es poco soluble (39), encontrándose en cantidades moderadas en esta parcela (8).

En relación al nitrógeno, el pH se encuentra dentro del intervalo en el cual se lleva a cabo la nitrificación, de 4.5 a 11.9 (37).

La cantidad de materia orgánica según Velasco (1983), es extremadamente pobre (< 0.6 %).

En este tipo de suelo la cantidad de materia orgánica y arcilla da una CICT baja (8.63 - 10.05 meq/100 g) (7).

Según lo reportado por London (1984), los valores de potasio son altos (0.938 - 1.052 meq/100 g).

El nitrógeno es medianamente pobre (0.03, 0.04), de acuerdo a Moreno (1978).

La relación C/N es menor de 10 (38), el análisis de este apartado corresponde al descrito anteriormente para Regosol calcárico.

Analizando las concentraciones de sales, el pH y % de sodio intercambiable, el suelo es salino no sódico (26).

Tabla 1. Evaluación de las Propiedades Físicas y Químicas del Suelo.

Unidad de suelo	Parcela	Profundidad (c.m.)	Clase Textural	Propiedades Físicas					
				Arcilla (%)	Limo (%)	Arena (%)	Densidad Aparente	Densidad Real	p.H. (1:2.5)
Reposol Calcárico	1	0 - 30	Mic. arcillo-arenoso	26.56	22.00	49.44	1.44	2.60	9.10
		30 - 60	Migajón arcilloso	30.56	48.00	21.44	1.44	2.77	8.30
	5	0 - 30	Arena migajonosa	9.48	6.00	84.52	1.26	2.22	9.50
		30 - 60	Arena migajonosa	7.48	6.00	86.52	1.34	2.62	8.40
	7	0 - 30	Arena migajonosa	5.48	12.00	82.52	0.92	1.58	8.00
		30 - 60	Arena migajonosa	7.48	6.00	86.52	1.00	2.67	8.30
	8	0 - 30	Migajón arenoso	7.48	26.00	66.52	1.31	2.40	8.50
		30 - 60	Arena migajonosa	3.48	19.00	77.52	1.27	2.38	8.50
	10	0 - 30	Migajón arenoso	2.72	29.40	67.88	1.48	2.43	8.88
		30 - 60	Migajón arenoso	18.36	20.66	60.98	1.35	2.46	8.83
	12	0 - 30	Migajón arcilloso	33.08	40.64	26.28	1.11	2.31	8.30
		30 - 60	Mic. arcillo-limoso	33.08	53.64	13.28	1.17	2.03	8.26
	13	0 - 30	Migajón arcilloso	38.08	31.64	30.28	1.12	2.15	8.24
		30 - 60	Migajón	29.72	29.30	50.26	1.22	2.38	8.84
14	0 - 30	Migajón arenoso	16.72	13.00	70.28	1.32	2.52	8.92	
	30 - 60	Mic. arcillo-arenoso	20.72	26.00	53.28	1.17	2.46	8.96	
Feozem Calcárico	2	0 - 30	Mic. arcillo-arenoso	30.56	20.00	49.44	1.43	2.40	9.10
		30 - 60	Mic. arcillo-arenoso	28.56	20.00	51.44	1.44	2.72	9.00
	3	0 - 30	Arcilloso	58.56	36.00	5.44	1.19	1.92	9.30
		30 - 60	Mic. arcillo-arenoso	30.56	8.00	61.44	1.39	2.25	9.60
11	0 - 30	Migajón arenoso	16.58	14.82	68.60	1.32	2.46	8.55	
	30 - 60	Migajón arenoso	7.26	30.65	62.09	1.28	2.30	8.45	
Fluvisol Eutríco	5	0 - 30	Arena migajonosa	1.95	21.27	76.77	0.91	1.98	7.00
		30 - 60	Arena migajonosa	3.48	10.10	86.52	1.26	1.92	8.30
	9	0 - 30	Migajón arcilloso	33.08	39.64	27.28	0.82	1.99	6.95
		30 - 60	Mic. arcillo-limoso	27.08	53.64	19.28	0.94	2.35	7.45
Reposol Calcárico	4	0 - 30	Arena migajonosa	3.48	24.00	72.52	1.39	2.45	8.50
		30 - 60	Arenoso	1.48	10.00	88.52	1.31	2.94	8.50

NOTA: De la parcela 1 a la 9 los valores de bicarbonatos, carbonatos y cloruros están expresados en meq/100g.

EVALUACION DE LAS PROPIEDADES FISICAS Y QUIMICAS DEL SUELO.

H ₂ O	C.D.	E.P.	C.E.	C.I.C.T	HCO ₃ ⁻	CO ₃ ²⁻	Cl ⁻	P	Propiedades Químicas		
									(%)	(%)	(%)
26.48	48.6	1.12	10.28	1.85	3.35	2.30	3.01	5.715	0.750	2.800	
19.48	49.0	2.03	12.15	1.71	5.20	2.91	2.98	5.196	0.690	3.825	
29.00	43.2	3.88	17.65	2.04	3.10	8.66	1.98	4.450	2.036	0.655	
33.44	48.8	3.63	9.15	6.87	3.10	8.66	1.86	5.076	1.890	0.848	
39.43	41.8	3.97	14.72	4.23	5.64	4.68	5.75	8.240	2.780	1.076	
38.90	62.5	3.63	14.60	1.41	5.62	2.19	6.04	5.076	3.720	0.957	
33.54	45.4	3.69	9.55	1.10	3.10	2.60	3.56	5.136	1.250	0.866	
37.36	46.6	3.8	5.25	9.4	2.13	1.39	3.47	4.810	0.995	0.760	
8.70	39.1	4.21	6.40	3.1	1.72	0.06	7.50	1.745	0.295	0.343	
11.45	45.2	4.82	8.16	7.87	0.32	0.15	6.50	2.170	0.310	0.748	
43.68	52.0	4.51	23.47	4.77	1.72	0.09	14.50	3.655	0.355	0.835	
30.09	40.4	4.66	24.64	5.97	1.72	0.11	12.50	3.555	0.385	1.062	
54.51	48.0	5.35	15.21	4.30	1.72	0.06	13.50	3.975	0.375	0.972	
24.68	48.7	5.56	8.96	2.15	1.29	0.09	6.50	2.800	0.290	1.064	
13.54	47.8	3.50	4.80	3.44	1.29	0.09	8.50	1.395	0.315	0.199	
20.37	52.4	3.98	4.16	3.01	1.29	0.06	5.50	2.075	0.295	0.412	
22.68	40.4	0.77	9.37	2.54	1.13	1.60	1.95	5.450	0.925	3.394	
29.44	47.1	0.60	9.50	2.38	1.20	2.30	1.90	5.166	0.995	2.927	
37.31	38.5	1.25	11.62	1.05	3.48	9.62	2.96	5.656	0.535	3.750	
16.06	38.2	1.59	11.85	1.00	2.38	9.36	2.87	5.236	0.535	5.192	
7.94	46.3	3.71	7.28	3.01	1.72	0.08	7.50	1.150	0.270	0.465	
11.99	44.5	4.72	6.16	2.15	1.72	0.15	4.50	1.600	0.330	0.449	
59.48	54.0	4.00	16.80	1.50	5.23	1.69	3.34	5.470	0.827	1.180	
32.99	34.4	3.21	11.40	1.86	5.83	4.45	3.12	5.370	0.782	0.743	
63.32	58.8	3.58	26.08	3.01	0.85	0.06	18.50	3.525	0.640	0.551	
48.20	60.7	5.62	22.40	3.44	0.86	0.11	13.50	4.480	0.590	0.741	
13.41	43.3	3.73	8.63	1.65	3.01	2.36	6.15	6.085	1.007	0.813	
10.61	55.4	3.83	10.05	2.07	2.42	1.35	6.01	6.020	0.938	1.006	

$\times 10^4$, $\times 10^5$, $\times 10^{-4}$ respectivamente.

K ⁺ (cmol/Kg.)	PSI (%)	Clase	N (%)	M.O. (%)	C (%)	Relación C/N
0.760	18.77	Sódico no salino.	0.05	0.51	0.296	5.92
0.720	25.76	Sódico salino.	0.05	0.20	0.116	2.32
1.026	5.32	Salino no sódico	0.05	0.61	0.355	7.10
0.804	6.48	Salino no sódico	0.07	0.47	0.273	3.90
2.797	4.35	Salino no sódico	0.10	1.76	1.023	10.25
2.163	5.46	Salino no sódico	0.07	1.45	0.843	12.04
0.975	6.87	Salino no sódico	0.04	0.90	0.523	13.08
0.619	6.73	Salino no sódico	0.07	0.92	0.535	7.64
1.208	9.55	Salino no sódico	0.03	0.48	0.278	9.94
0.479	20.17	Salino sódico	0.03	0.45	0.259	9.23
1.527	13.08	Salino no sódico	0.10	2.18	1.265	12.90
1.230	17.04	Salino sódico	0.10	2.21	1.284	13.10
2.594	11.83	Salino no sódico	0.14	2.50	1.586	11.32
1.947	17.44	Salino sódico	0.04	1.23	0.713	16.96
1.231	6.34	Salino no sódico	0.01	0.45	0.262	18.72
0.604	12.17	Salino no sódico	0.04	0.49	0.282	6.71
1.180	21.36	Sódico no salino	0.07	0.63	0.366	5.22
0.870	20.21	Sódico no salino	0.04	0.48	0.279	6.97
3.099	19.25	Sódico no salino	0.06	0.82	0.477	7.95
1.800	23.69	Sódico no salino	0.06	0.57	0.332	5.53
1.315	20.58	Salino no sódico	0.01	0.67	0.388	27.73
1.244	12.39	Salino no sódico	0.01	0.74	0.224	16.02
3.064	7.02	Salino no sódico	0.13	1.72	1.000	7.69
2.170	5.10	Salino no sódico	0.10	1.87	1.087	10.87
1.946	8.27	Salino no sódico	0.13	6.05	3.517	27.91
1.810	9.72	Salino no sódico	0.11	4.89	2.845	25.40
1.052	5.70	Salino no sódico	0.04	0.74	0.198	4.95
0.938	7.13	Salino no sódico	0.03	0.74	0.198	6.60

Evaluación de la Aptitud de la Tierra.

Tipos de Utilización de la Tierra.

Para evaluar la aptitud de la tierra en la zona de estudio es necesaria la confrontación de los factores ambientales considerados como limitantes, con su tipo de utilización (9).

La evaluación de los factores ambientales se muestra en la tabla 2, con los que se determinaron los tipos de utilización de la tierra y que acuerdo a Duch Gary (1981), se establecen los siguientes tipos de utilización:

1.- Utilización Agrícola: Con base a los recursos agrícolas con los que cuentan los campesinos y al tipo de agricultura que practican (temporal), se presentan los siguientes tipos de utilización agrícola:

- a) Agricultura de tracción animal de temporal.
- b) Agricultura de tipo manual de temporal.

2.- Utilización pecuaria: De acuerdo a las características de la zona de estudio, así como a los recursos y ganado que se maneja (caprino en su mayoría), se establece un solo tipo de utilización pecuaria.

- a) Pastoreo en pastizales inducidos con bajo coeficiente de pastoreo, debido principalmente a la falta de agua.

3.- Utilización forestal: Se refiere a la utilización selectiva de la vegetación con el propósito de obtener una serie de productos y materias primas que le sean útiles al hombre en forma directa o mediante su transformación. En el área de trabajo se establece un tipo de utilización forestal de la tierra:

a) Aprovechamiento doméstico de productos no maderables (algunos frutales), debido a la ausencia de especies arbóreas que sean explotables tanto por su madera como por sus frutos.

Aptitud de la Tierra.

Aptitud Agrícola.

a) Aptitud para el desarrollo de los cultivos.

La determinación de la aptitud para el desarrollo de los cultivos tiene su base en los tipos de utilización agrícola establecida, así como en los factores ambientales que los afectan (dichos factores son: salinidad, sodicidad, topografía, profundidad efectiva del suelo, obstrucciones, inundaciones, e inestabilidad, así como también la disponibilidad de agua y el régimen climático ; sequías y heladas). De acuerdo a esto, las parcelas 1, 2 y 3 presentan una aptitud baja debido principalmente a la presencia de sales de sodio que impiden el desarrollo de cultivos extremadamente sensibles y sensibles (Cuadro 3), aún cuando las demás condiciones ambientales sean relativamente buenas (9, 13).

Las parcelas 4, 5, 6, 7 y 8, muestran una aptitud media causada principalmente por la salinidad ya que los rangos en los que se presenta no la hacen tan tóxica para aquellos cultivos que pueden tolerar amplios rangos de salinidad.

Las parcelas 9, 10, 11, 12 y 13 presentan una aptitud baja ocasionada tanto por la salinidad como por la sodicidad, esta última en un menor grado, pero que sí afecta los rendimientos de los cultivos más sensibles.

Por último la parcela 14 tiene una aptitud media ocasionada por la salinidad y sodicidad, ya que ambos factores se presentan en cantidades moderadas en el suelo afectando el rendimiento de algunos cultivos sensibles.

En lo que respecta a :

b) Aptitud para el procedimiento de labranza y

c) Aptitud para el establecimiento de riego es alta para todas las parcelas ya que no existe restricción alguna por parte de las condiciones ambientales consideradas (obstrucciones y pendiente).

Aptitud Pecuaria.

(Para la determinación de los diferentes grados de aptitud se consideran los siguientes factores ambientales: topografía, profundidad efectiva del suelo, obstrucción drenaje interno, inundación salinidad, sodicidad e inestabilidad, así como la disponibilidad de agua y el régimen climático: heladas y sequías). De acuerdo a los factores ambientales evaluados se establece que para:

a) El desarrollo de especies forrajeras:

La aptitud de las parcelas 1, 2 y 3 es baja debido a la sodicidad.

La aptitud de las parcelas 4, 5, 6, 7 y 8 es media por salinidad.

La aptitud de las parcelas 9, 10, 11, 12 y 13 es baja a causa de la salinidad.

La aptitud de la parcela 14 es media por ser suelos salinos y sódicos

Al igual que en la determinación de la aptitud agrícola, los factores ambientales que definen la aptitud correspondiente para cada parcela son: La salinidad, sodicidad, disponibilidad de agua y régimen climático, pues son estas condiciones ambientales las que influyen en el establecimiento de cultivos forrajeros.

b) El manejo de potreros: En este punto la aptitud considerada para todas las parcelas es alta, ya que las condiciones ambientales consideradas para tal caso, satisfacen los requerimientos del tipo de utilización de la tierra que se proponga.

c) La movilidad en el área de pastoreo: El grado de aptitud determinado para todas las parcelas es alto debido a que no existen pendientes pronunciadas, obstrucciones e inundaciones que restrinjan esta actividad.

d) El aprovechamiento de la vegetación natural: La aptitud evaluada para tal caso es nula, pues las unidades de terreno solo son empleadas para uso agrícola, además solo se cuenta con ganado caprino, alimentado en pastizales alejados de la zona de estudio.

Aptitud Forestal.

La evaluación de los grados de aptitud concerniente al uso forestal tienen base en el empleo de los valores de los parámetros establecidos: topografía, obstrucciones e inundación, estableciéndose la siguiente aptitud forestal:

a) Cobertura de la vegetación aprovechable: La aptitud es baja debido principalmente a que no existen especies que sean aprovechables para establecer el carácter de explotación correspondiente y a que la zona es exclusivamente agrícola.

b) Para las técnicas de extracción, los terrenos presentan una aptitud alta, debido a las buenas condiciones físicas del terreno que permiten extraer sin ningún impedimento los productos forestales.

Tabla 2. Evaluación de las Condiciones Ambientales y Aptitud de la Tierra en Quechulac, Puebla.

EVALUACION DE LOS FACTORES AMBIENTALES												
Factores Medidos en Campo												
Unidad de Suelo	Parcela	Def. de agua (C)	Prof. efectiva (P)	Pendiente (T)	Obstrucciones (O)	Inundación (I)	Erosión (E)	Drenaje interno (D)	Inestabilidad (B)	Costras de sal	Uso actual	
Regosol Calcárico	1	4C	1P	1T	1O	1I	1E	1D	No inestables	No existen	Cultivo de maíz	
	6	4C	1P	1T	1O	1I	1E	1D	No inestables	No existen	Cultivo de frijol	
	7	4C	1P	1T	1O	1I	1E	1D	No inestables	No existen	Cultivo de maíz	
	8	4C	1P	1T	1O	1I	1E	1D	No inestables	No existen	Cultivo de maíz	
	10	4C	1P	1T	1O	1I	1E	1D	No inestables	No existen	C. de maíz con jarameado	
	12	4C	1P	1T	1O	1I	1E	1D	No inestables	No existen	Cultivo de maíz	
	13	4C	1P	1T	1O	1I	1E	1D	No inestables	No existen	C. de maíz con jarameado	
14	4C	1P	1T	1O	1I	1E	1D	No inestables	No existen	C. de frijol con jarameado		
Fozem Calcárico	2	4C	1P	1T	1O	1I	1E	1D	No inestables	No existen	Cultivo de maíz	
	3	4C	1P	1T	1O	1I	1E	1D	No inestables	No existen	Sin sembrar	
	11	4C	1P	1T	1O	1I	1E	1D	No inestables	No existen	C. de maíz y frijol	
Fluvisol Eutríco	5	4C	1P	1T	1O	1I	1E	1D	No inestables	No existen	Cultivo de maíz	
	9	4C	1P	1T	1O	1I	1E	1D	No inestables	No existen	Cultivo de maíz	
Regosol Calcárico + Regosol Eutríco	4	4C	1P	1T	1O	1I	1E	1D	No inestables	No existen	Cultivo de frijol	

Factores Medidos en Lab.		Factores Meteorológicos			APTITUD						
Salinidad (S)	Sodicidad (N)	pp (mg) pron. 15 años	Días con heladas pron. 15 años	T(°C) med. anual pron. 15 años	Aptitud Agrícola		Aptitud Pecuaría			Aptitud Forestal	
					A	B, C	D	E, F	G	H	I
1S	3N	335.93	9.87	13.42	Baja (N)	Alta	Baja (N)	Alta	Nula	Baja	Alta
2S	1N	335.93	9.87	13.42	Media (S)	Alta	Media (S)	Alta	Nula	Baja	Alta
2S	1N	335.93	9.87	13.42	Media (S)	Alta	Media (S)	Alta	Nula	Baja	Alta
2S	1N	335.93	9.87	13.42	Media (S)	Alta	Media (S)	Alta	Nula	Baja	Alta
3S	2N	335.93	9.87	13.42	Baja (S,N)	Alta	Baja (S,N)	Alta	Nula	Baja	Alta
3S	2N	335.93	9.87	13.42	Baja (S,N)	Alta	Baja (S,N)	Alta	Nula	Baja	Alta
3S	2N	335.93	9.87	13.42	Baja (S,N)	Alta	Baja (S,N)	Alta	Nula	Baja	Alta
2S	2N	335.93	9.87	13.42	Media (S,N)	Alta	Media (S,N)	Alta	Nula	Baja	Alta
1S	3N	335.93	9.87	13.42	Baja (N)	Alta	Baja (N)	Alta	Nula	Baja	Alta
1S	3N	335.93	9.87	13.42	Baja (N)	Alta	Baja (N)	Alta	Nula	Baja	Alta
3S	2N	335.93	9.87	13.42	Baja (S,N)	Alta	Baja (S,N)	Alta	Nula	Baja	Alta
2S	1N	335.93	9.87	13.42	Media (S)	Alta	Media (S)	Alta	Nula	Baja	Alta
3S	1N	335.93	9.87	13.42	Baja (S,N)	Alta	Baja (S,N)	Alta	Nula	Baja	Alta
2S	1N	335.93	9.87	13.42	Media (S)	Alta	Media (S)	Alta	Nula	Baja	Alta

46

A: Desarrollo de los cultivos
 B: Procedimiento de labranza
 C: Establecimiento de riego

D: Desarrollo de especies forrajeras
 E: Manejo de pastos
 F: Movilidad en el área de pastoreo

G: Aprovechamiento de la vegetación natural
 H: Cobertura de la vegetación aprovechable
 I: Técnicas de extracción

Clasificación de las Tierras para Determinar el Uso Potencial de las Parcelas en Quechulac, Puebla.

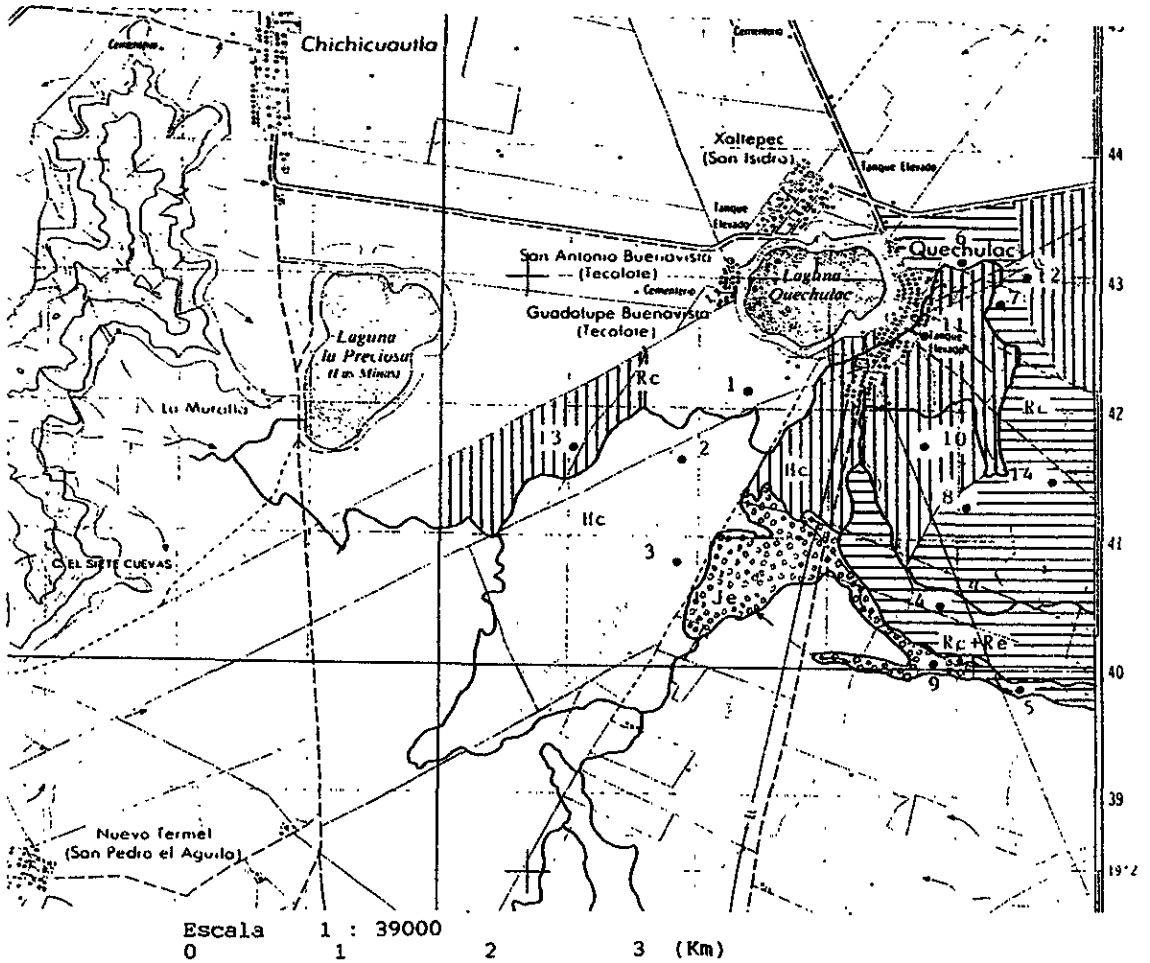
Con el uso de la Guía para la interpretación Cartográfica de Uso Potencial del INEGI (1989), y Velasco (1980), las unidades de suelo del área de estudio se clasifican de la siguiente manera:





Las parcelas o unidades de terreno 1, 2 y 3 se clasifican como **4C3N1SPTOIED**, (Mapa 3).

Se trata de suelos en los cuales aún es viable sostener una agricultura de temporal con limitaciones, principalmente por la falta de agua **4C**, por lo que existe la necesidad de aplicación de riego durante todo el ciclo agrícola, ya que ayuda al desarrollo de la planta y favorece el lavado de las sales, principalmente en los meses en los que se presenta la sequía intraestival (julio, agosto y septiembre) (graf. 1), durante los cuales los cultivos son afectados por la falta de agua y que coincide con la acumulación de sales. Presentan un PSI mayor de 22 (**3N**), lo que impide el desarrollo de los cultivos sensibles y extramadamente sensibles (Cuadro 3); las sales de sodio elevan el pH del suelo lo que da como consecuencia que muchos nutrimentos como el fósforo, hierro, zinc y manganeso, no estén disponibles para las plantas. En general los efectos de daño por sales son de cinco tipos:

- 1) Sequía fisiológica, que es un efecto osmótico directo,
- 2) Mayor resistencia hidráulica de raíces y hojas,
- 3) Alteración del contenido de hormonas, influyendo así en los ritmos de crecimiento,
- 4) Daño directo, particularmente a los mecanismos fotosintéticos y

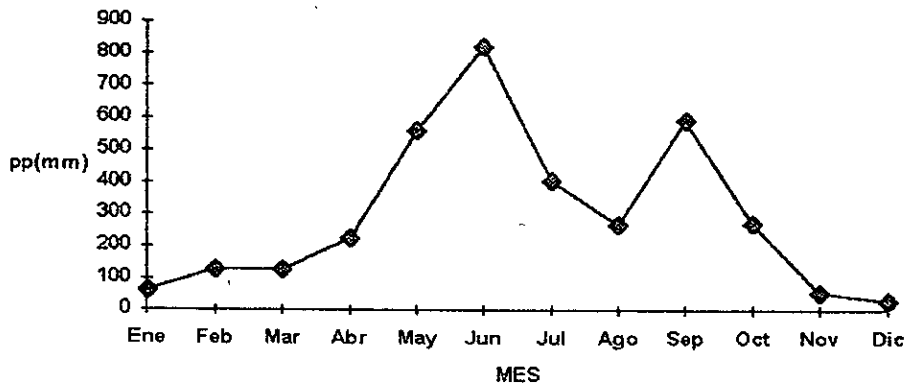
Mapa 3. Clasificación de las Tierras para el Uso Potencial en Quechulac, Puebla.



Clasificación	Parcela
 4C3N1SPTOIED	1, 2, 3
 4C2S1NPTOIED	4, 5, 6, 7, 8, 14
 4C3S2N1PTOIED	10, 11, 12, 13
 4C3S1NPTOIED	9

5) Competencia iónica.

GRAF. 1. DEFICIT DE PRECIPITACION ESTIVAL ESTACION GUADALUPE BUENAVISTA, PUEBLA.



Los factores ambientales que a continuación se describen pertenecen a la clase 1 y se aplican de la misma forma para todas las parcelas. Pertenecen a esta clase los parámetros que no muestran restricción alguna en relación con los rendimientos de los cultivos: la profundidad efectiva es mayor de 100 cm. (1P); con una pendiente menor del 2% (1T), lo cual indica que el terreno es uniforme o que su pendiente es imperceptible o que hay una sola pendiente; tiene poca o ninguna obstrucción (1O) y no existen afloramientos rocosos por lo que existe la posibilidad de usar maquinaria agrícola; no se presentan daños por inundación o son imperceptibles (1I), la erosión hídrica es nula o pasa desapercibida (1E); el drenaje interno es bueno (1D), debido al tipo textural que presentan estas unidades de suelo.

Otros factores ambientales que no están contemplados dentro de esta clasificación y que afectan el desarrollo agrícola, pecuario y forestal, son la disponibilidad de agua por precipitación, pérdida de agua por evapotranspiración,

número de días con heladas y temperatura. Estos factores son igualmente aplicables para todas las parcelas (Cuadro 1).

Debida al tipo de régimen climático que presenta la zona de estudio BS1 Kw (templado semiséco) 4H, la cantidad de agua recibida por precipitación es escasa, 335.95 mm media anual, como consecuencia se presentan cinco meses de sequía de octubre a marzo que corresponden al periodo de reposo del suelo, también se observan otros tres meses de sequía (julio, agosto y septiembre) y de acuerdo a Reynat (1970), corresponden al periodo de la sequía intraestival (Graf: 1), el cual es un periodo relativamente seco y se caracteriza por la disminución de agua por precipitación, ocasionando que se acentúe el bajo rendimiento de los cultivos, pues no existe la cantidad necesaria de agua para el desarrollo de la planta y ocurre la acumulación de sales en la parte superficial del suelo.

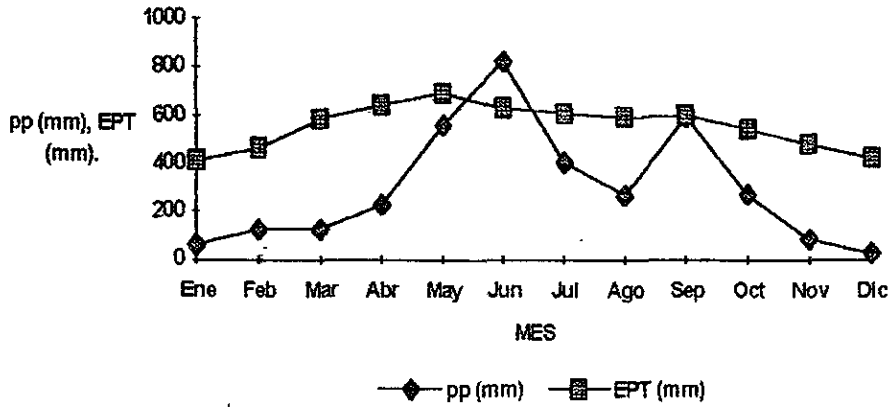
No obstante que hay una baja precipitación existe una elevada pérdida de agua por evapotranspiración, donde los mantos freáticos son los que proveen de humedad al suelo, sin embargo, el aumento de la temperatura es la causa principal de la elevada evapotranspiración (Graf: 2 y 3), alcanzando ambos factores su máximo valor en el mes de mayo. Por otra parte, la precipitación alcanza su punto máximo en junio, sobrepasando los niveles de evapotranspiración (de mayo a junio), en esta fecha se obtiene el agua realmente disponible para las plantas (Graf: 2).

Cuadro 1. Condiciones Meteorológicas (Promedio de 1971 a 1985).

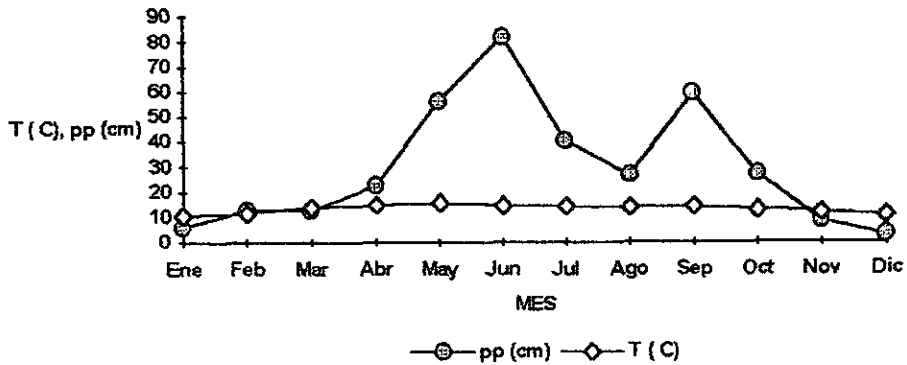
Mes	pp (mm)	T (°C)	EPT (mm)	* DH
Enero	62.8	10.71	414.3	23
Febrero	129.1	11.70	463.1	18
Marzo	127.7	14.00	586.5	12
Abril	226.8	15.01	643.2	4
Mayo	562.4	15.85	692.4	2
Junio	820.9	14.82	629.0	3
Julio	403.8	14.41	605.7	2
Agosto	268.8	14.15	591.2	4
Septiembre	595.0	14.29	599.6	3
Octubre	271.8	13.19	542.7	10
Noviembre	85.6	11.99	479.4	17
Diciembre	30.4	10.89	422.6	23

* DH = Dias con Heladas.

GRAF. 2. RELACION ENTRE pp (mm) Y EPT (mm) ESTACION GUADALUPE BUENAVISTA, PUEBLA.

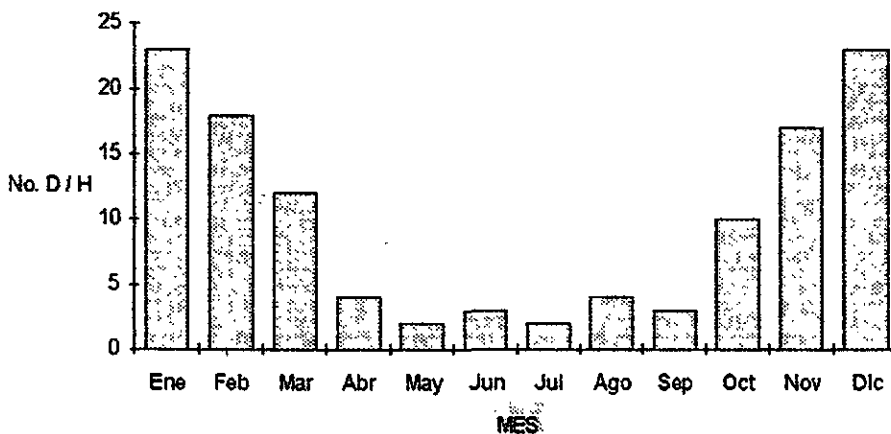


GRAF. 3. RELACION DE TEMPERATURA MEDIA Y PRECIPITACION,
ESTACION GUADALUPE BUENAVISTA, PUEBLA.



Otro factor que afecta el desarrollo de los cultivos son las heladas, las cuales se presentan con mayor frecuencia durante los meses de enero, febrero, marzo, octubre, noviembre y diciembre, con disminución de abril a septiembre (Graf: 4). Sin embargo, las heladas ya sean tempranas o tardías afectan a la planta en su etapa de embrión, crecimiento o fructificación según sea el caso.

GRAF. 4. NUMERO DE DIAS CON HELADAS, ESTACION GUADALUPE BUENAVISTA, PUEBLA.



Las parcela 4, 5, 6, 7, 8 y 14 se clasifican como: **4C2S1NPTOIED**, (Mapa 3).

En estas parcelas la mayor parte de los factores ambientales coinciden con la anterior clasificación, a excepción de la salinidad y la sodicidad. La salinidad se clasifica como **2S**, con una conductividad eléctrica de 2 a 4 mmhos/ cm, lo cual indica que se restringen los rendimientos de los cultivos mas sensibles a la tolerancia de sales (Cuadro 2). Por su parte la sodicidad tiene un valor menor de 10, la cual se clasifica como **1N**, afectando únicamente aquellos cultivos que son extremadamente sensibles (Cuadro 3).

Las parcelas 10, 11, 12 y 13, se clasifican como: **4C3S2N1PTOIED**, (Mapa 3).

En estas parcelas la salinidad **3S**, afecta el rendimiento de los cultivos extremadamente sensibles hasta los cultivos que son moderadamente tolerantes a la salinidad, (Cuadro 2), solamente las plantas más tolerantes pueden ser cultivadas

en estas parcelas ya que el valor de la conductividad eléctrica cae dentro del rango que va de 4 a 8 mmhos/ cm. La sodicidad por su parte, afecta cultivos extremadamente sensibles y sensibles (Cuadro 3), lo que impide su desarrollo aún cuando las condiciones físicas del suelo sean buenas.

La parcela 9 se clasifica como: **4C3S1NPTOIED** (Mapa 3).

Al igual que las parcelas anteriores ésta presenta las mismas condiciones ambientales antes descritas, solo difiere en la sodicidad la cual por su clasificación **1N**, no afecta el establecimiento de cultivos, aún los sensibles (Cuadro 3).

Evaluación de Tierras para la Cartografía de Uso Potencial.

Con base en el sistema de evaluación propuesto por Duch Gary (1981) e INEGI (1989), la capacidad de uso agropecuario y forestal para las parcelas o unidades de tierra en Quechulac Puebla se clasifican como:

1.- Capacidad de Uso Agrícola.

La capacidad de uso agrícola para las parcelas 1, 2, 3, 9, 10, 11, 12 y 13 es: **A1C1r - 4H** (Mapa 4). En esta clase de capacidad agrícola **A1**, se encuentran los terrenos cuyas características físicas permiten el establecimiento de una agricultura mecanizada, con fuertes restricciones, con fuertes restricciones por parte de la salinidad, sodicidad y régimen climático, los cuales afectan el desarrollo de los cultivos **C**, pero sin restricción alguna por parte de las demás condiciones ambientales que se toman en cuenta para los procesos de labranza **l**, y de riego **r**, o estas son ligeras. El régimen de humedad es templado semiseco **4H**, lo que indica que dichos terrenos requieren de riego para hacerlos producir todo el año, sin embargo, en estos terrenos la existencia de mantos freáticos proporcionan humedad, aunque no la suficiente para llevar a cabo el desarrollo de los procesos fisiológicos de los cultivos, por lo que aún es viable una agricultura de temporal con restricciones. Los mantos freáticos ocasionan que el agua suba por capilaridad arrastrando con ella cierta cantidad de sales y que al evaporarse hace que se concentren las sales en la superficie, afectando el desarrollo de las plantas.

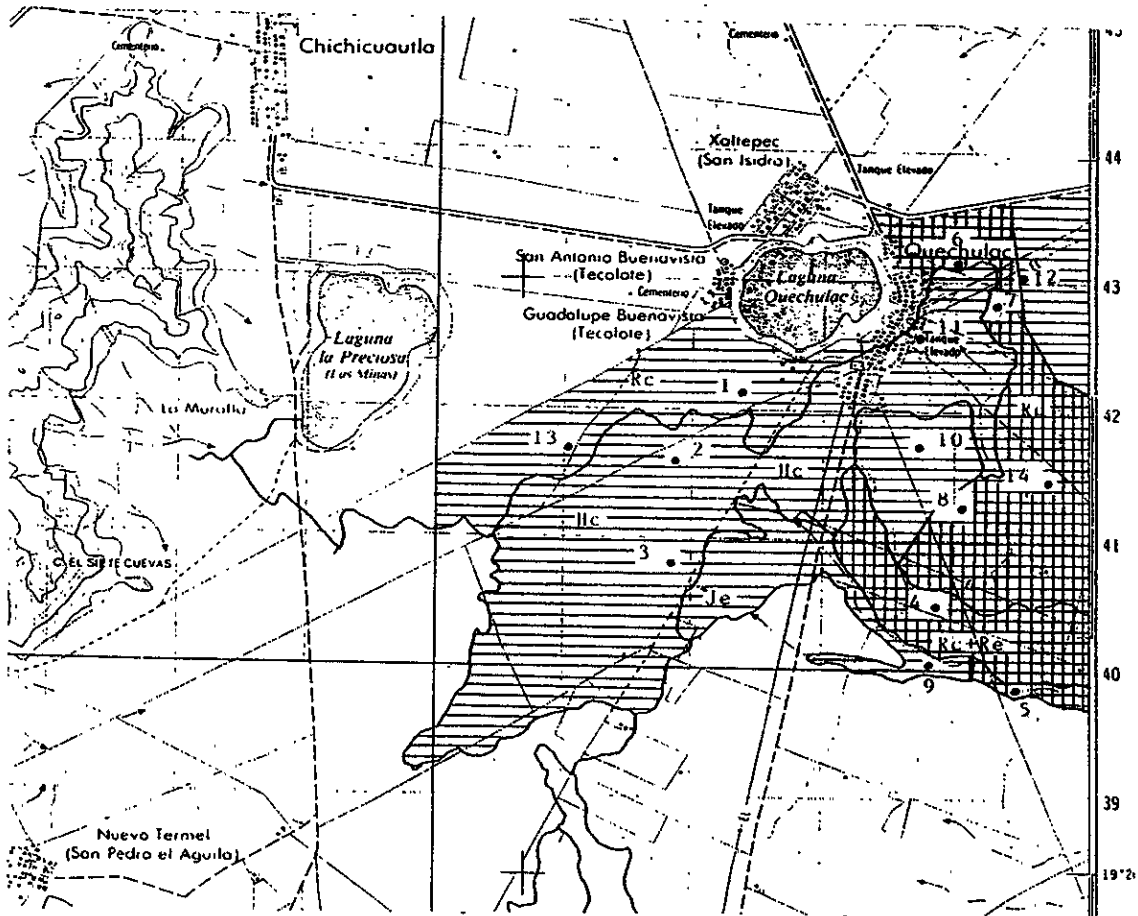
La capacidad de uso agrícola para las parcelas 4, 5, 6, 7, 8 y 14 es: **A1c1r - 4H** (Mapa 4). Son terrenos que por sus condiciones ambientales permiten el establecimiento de una agricultura mecanizada **A1**, sin restricciones para el

desarrollo de los cultivos **c**, de labranza **l**, y de riego **r**, o estas son ligeras, con un régimen de humedad **4H**.

2.- Capacidad de Uso Pecuario.

La capacidad de uso pecuario para las parcelas 1, 2, 3, 9, 10, 11, 12 y 13 es: **P1FMg(V) - 4H** (Mapa 4). En esta clase de capacidad de uso pecuario **P1**, los terrenos permiten el establecimiento de forrajes cultivables que sean tolerantes a la salinidad y sodicidad, así como también que sean resistentes a la sequía y heladas, no obstante son terrenos que actualmente son usados con fines agrícolas o con vegetación diferente al pastizal, presentan fuertes restricciones en algunos de los factores ambientales como es salinidad y sodicidad las cuales afectan el crecimiento de las plantas forrajeras **F**, así como también para el establecimiento de los pastizales **M**, o especies forrajeras. Aquí se restringen los rendimientos de cultivos forrajeros que van de sensibles hasta los moderadamente tolerantes. Ahora bien, en lo que respecta a la movilidad del ganado dentro de los potreros el terreno muestra una aptitud alta **g**, ya que no existe restricción alguna o esta es ligera para llevarla a cabo. La cobertura de la vegetación natural aprovechable para el ganado es menor del 25% (**V**), es decir, la cobertura de la vegetación total es muy baja. El régimen de humedad es el mismo que para el de uso agrícola.

Mapa 4. Capacidad de Uso Agrícola y Pecuario.



Escala 1 : 39000

0 1 2 3 (Km)

Clasificación de la Capacidad de Uso Agrícola y Pecuario.

Agrícola: A1clr-4H



Pecuario: P1FMg(V)-4H



A1clr-4H



P1(f)(m)g(V)-4H

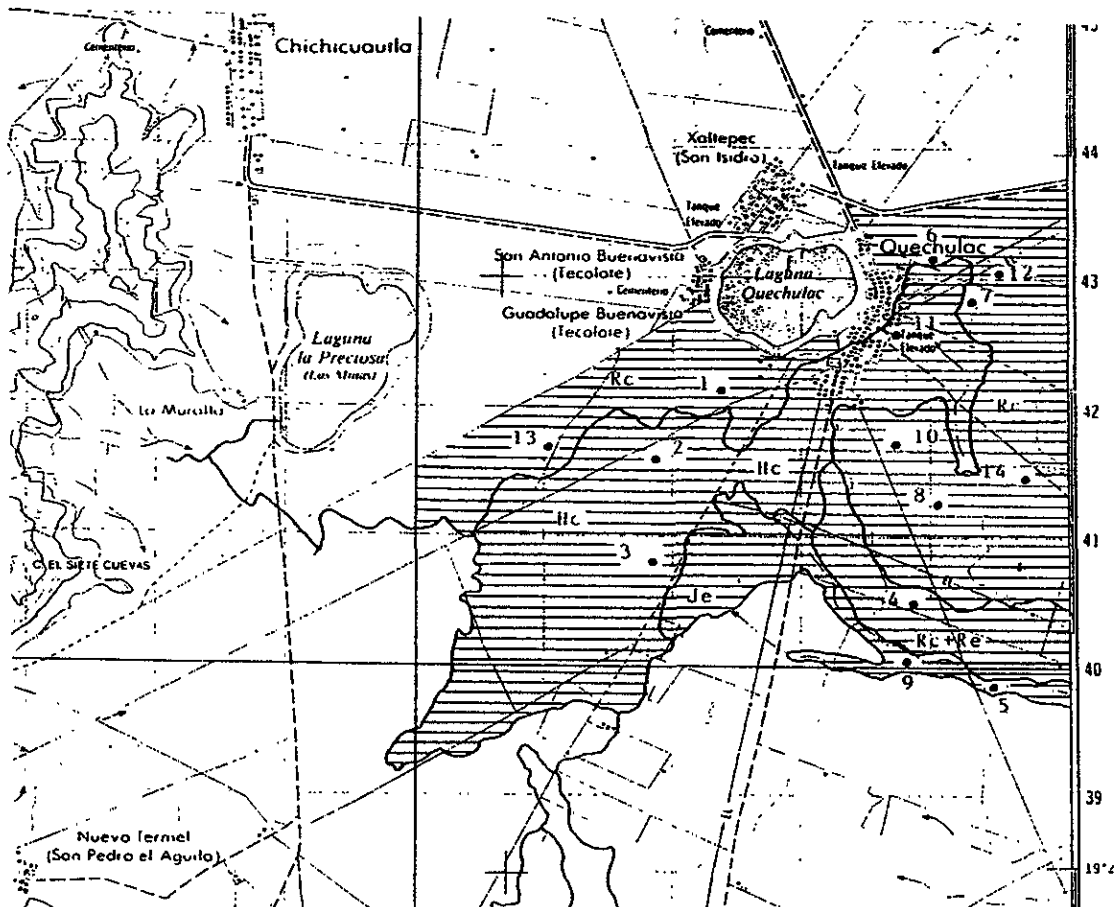


La capacidad de uso pecuario para las parcelas 4, 5, 6, 7, 8 y 14 es: **P1(f)(m)g(V)-4H**, (Mapa 4). De acuerdo a la clase **P1** se permite el establecimiento de praderas que pueden ser cultivadas con restricciones moderadas para el desarrollo de plantas forrajeras (**f**) y para el establecimiento de pastizales cultivables (**m**), viéndose afectadas solamente las plantas que son extremadamente sensibles y sensibles. Presentan además una aptitud alta **g** para la movilidad del ganado dentro de los potreros. En lo que respecta a la cobertura de la vegetación natural es muy baja (**V**) ya que son terrenos que solo son utilizados para la agricultura. El régimen de humedad es el mismo y ya fue descrito en el apartado del uso agrícola **4H**.

3.- Capacidad de Uso Forestal.

Todas las parcelas tienen una misma capacidad de uso forestal: **F4(E)t-4H**, (Mapa 5). Son terrenos que están desprovistos de vegetación natural aprovechable **F4** ya que en estas parcelas solamente se le da el uso agrícola, es decir no hay especies arbóreas útiles para el aprovechamiento forestal (**E**). En lo que se refiere a la extracción y procesamiento de los diversos productos forestales (en caso de que hubiesen especies arbóreas) son terrenos en donde las condiciones físicas no afectan tanto el establecimiento de los medios de explotación, elaboración y transporte de los productos forestales **t**. El régimen de humedad es **4H**.

Mapa 5. Capacidad de Uso Forestal.



Escala 1 : 39000

0 1 2 3 (Km)

Clasificación de la Capacidad de Uso Forestal.

F4(E)t-4H

Cuadro 2. Tolerancia de los Cultivos a la Salinidad (Según: 3, 12, 27).

Extremadamente Sensibles C.E. 0.0 - 2.0 (mshos/ca.)	Sensibles C.E. 2.1 - 4.0 (mshos/ca.)	Moderadamente Tolerantes C.E. 4.1 - 8.0 (mshos/ca.)	Tolerantes C.E. 8.1 - 16.0 (mshos/ca.)
FRUTALES			
Frutales deciduos.	Pera, manzano,	Olivo, melón,	Palmera datilera.
Limónero, cítricos.	naranja, pomelo,	granado, vid,	
Aguaicate.	fresa, durazno,	higuera.	
	albaricoquero,		
	melocotón,		
	almendro.		
HORTALIZAS			
	Rábano, esotes,	Maiz dulce,	Remolacha.
	apio.	col, patatas,	col rosada o
		zanahoria,	bratón.
		jitomate,	esparraço.
		calabaza,	espinaca.
		cebolla,	
		lechuga,	
		pepino.	
PLANTAS FORRAJERAS			
	Trébol blanco,	Centeno (heno)	Remolacha
	trébol rojo,	trigo (heno),	forrajera, grama,
	trébol ladino,	avena (heno),	pasto rhodes,
	trébol alsike,	pasto dallis,	zacatón alcalino,
	violeta e	trébol fresa,	zacaté salado,
	híbrido, judía.	alfalfa,	centeno,
		trébol	cebada (heno).
		amarillo,	zacate alcalino
		zacate sudán,	de coquito.
		festuca alta,	cebadilla
		trébol agrio,	criolla.
CULTIVOS COMUNES			
	Alubias.	Centeno	Cebada, colza,
		(grano), maiz,	aloodón.
		trigo (grano),	remolacha
		sorgo (grano),	azucarera.
		avena, arroz,	
		girasol.	

Cuadro 3. Tolerancia de Cultivos a la Sodicidad (PSI), (Sajón: 3, 12, 27).

Extremadamente Sensibles (2 - 10)	Sensibles (10 - 20)	Moderadamente Tolerantes (20 - 40)	Tolerantes (40 - 60)	Muy Tolerantes (60 o más)
FRUTALES				
Aguacate, nuez.	Durazno, toronja, naranja dulce.	Limón.		
HORTALIZAS				
		Zanahoria, lechuga.	Remolacha, tomate, cebolla.	
PLANTAS FORRAJERAS				
	Trébol blanco, violeta e híbrido.	Trébol, avena, festuca elea, trébol ladino.	Pasto dallis, pasto bermuda, alfalfa.	Agropiro crestado, pasto rhotraquillo alto
CULTIVOS COMUNES				
	Frijol, maíz, caña de azúcar.	Avena, arroz.	Algodón, trigo, remolacha, azucarera, cebada.	

Clasificación de las Tierras para Determinar el Uso Potencial con la

Posibilidad de Introducir Riego en la Zona de Estudio.

De acuerdo a la evaluación de las condiciones ambientales se establece que tanto la salinidad, la sodicidad, el régimen climático y el régimen de humedad son los principales factores que restringen el uso agropecuario y forestal en las tierras aledañas al poblado de Quechulac. El agua, en este caso, es el factor ambiental más importante pues sin ella se restringe el establecimiento y el desarrollo de varios tipos de cultivos. Uno de los principales problemas que ocasiona la falta de agua por precipitación es la acumulación de sales en la parte superior del suelo (en la zona de enraizamiento de la planta), y la presencia de mantos freáticos en la zona de estudio proporcionan una cantidad importante de sales que ascienden por capilaridad al evaporarse el agua, lo cual hace que se acentúe aún más dicha acumulación de sales. Ahora bien, si se implementara un sistema de riego adecuado al lugar, estas condiciones ambientales que restringen los rendimientos de los cultivos dejarían de influir en diferente grado, de este modo aumentaría el establecimiento y desarrollo de las nuevas especies que sean poco tolerantes a las elevadas concentraciones de sales que se pretendan introducir, pues el agua aplicada debidamente desplazaría a las sales a lo largo del perfil del suelo, alejándolas de la zona radicular. Modificando de esta manera la Aptitud de la Tierra, los Tipos de Utilización de la Tierra y el Uso Potencial, quedando la clasificación de la siguiente manera:

Tipos de Utilización de la Tierra.

Con la utilización de la propuesta de Duch Gary *et. al.* (1981), se establecen los siguientes tipos de uso agropecuario y forestal para la zona de estudio:

1.- Utilización Agrícola. Con base a los recursos agrícolas con los que cuentan los campesinos y a la implementación de riego se presentan los siguientes tipos de utilización agrícola:

a) Agricultura de tracción animal de riego.

b) Agricultura de tipo manual de riego.

2.- Utilización Pecuaria. De acuerdo a las características edáficas y climáticas de la zona de estudio, así como a los recursos disponibles y el tipo de ganado que se tiene (caprino en su mayoría), se establece un tipo de utilización pecuaria:

a) Pastoreo en pastizales inducidos con riego y alto coeficiente de pastoreo.

3.- Utilización Forestal. En el área de trabajo se establece un solo tipo de utilización forestal que es el aprovechamiento doméstico de productos no maderables (algunos frutales), debido a la ausencia de especies arbóreas que sean explotables tanto por su madera, como por sus frutos.

Aptitud de la Tierra.

1.- Aptitud Agrícola.

a) Para el desarrollo de los cultivos: Las parcelas 1, 2 y 3 presentarían una aptitud media para el establecimiento de aquellos cultivos que son sensibles, moderadamente tolerantes y tolerantes a la sodicidad (Cuadro 3).

Las parcelas 4, 5, 6, 7 y 8 pueden mostrar una aptitud alta debido a que la aplicación del riego desplazaría a las sales y se podrían introducir cultivos sensibles a estas (Cuadro 2).

Las parcelas 9, 10, 11, 12 y 13 llegarían a tener una aptitud media lo cual permitiría la introducción de cultivos que toleran amplios rangos de salinidad (Cuadro 2), aquí el efecto de la sodicidad sería casi nulo y por lo tanto no habría problema para el establecimiento de aquellos cultivos que sean sensibles e esta (Cuadro 3).

La aptitud para la parcela 14 sería alta por lo cual no habría restricción alguna por salinidad y sodicidad para el establecimiento de cultivos sensibles (Cuadro 2 y 3).

b) Para el procedimiento de la labranza la aptitud es alta ya que no hay restricciones para llevarla a cabo.

c) En función de la aplicación de riego (aspecto técnico), los terrenos presentan una aptitud alta para el establecimiento de riego ya que no se tiene restricción alguna por parte de las condiciones ambientales consideradas para tal caso.

2.- Aptitud Pecuaria.

a) Para el desarrollo de especies forrajeras: La aptitud que se consideró en este punto es la misma que fue contemplada en el apartado anterior de la aptitud agrícola para el desarrollo de los cultivos, ya que los factores ambientales que la definen son los mismos en ambos casos (salinidad, sodicidad, disponibilidad de agua y régimen climático), por lo tanto, los suelos estudiados permitirían el establecimiento de cultivos forrajeros que en condiciones normales (sin riego) no serían considerados.

b) Para el manejo de potreros y

c) Para la movilidad en el área de pastoreo la aptitud es alta debido a que las condiciones ambientales tomadas en cuenta satisfacen plenamente los requerimientos del tipo de utilización a considerar.

d) Para el aprovechamiento de la vegetación natural la aptitud es nula, debido a que estos suelos son utilizados exclusivamente para el uso agrícola y el ganado (caprino en su mayoría) es alimentado en otros pastizales.

3.- Aptitud Forestal.

a) Para la cobertura de la vegetación aprovechable: La aptitud es baja debido a que la cobertura vegetal natural es casi nula ya que los terrenos son utilizados únicamente con fines agrícolas. Aunque al implementarse el sistema de riego se contempla la posibilidad de introducir especies frutales que sean sensibles, moderadamente tolerantes y tolerantes a la salinidad y sodicidad y que además sean resistentes al régimen climático de la zona, cambiando de esta manera la aptitud de baja a alta según sea el caso para cada parcela y sería similar a la reportada en el apartado anterior de aptitud agrícola para el desarrollo de los cultivos.

b) Para las técnicas de extracción : Los terrenos presentan una aptitud alta debido a que las condiciones físicas de estos suelos son buenas y no restringen el establecimiento del tipo de utilización a considerar.

Clasificación de las Tierras para Determinar el Uso Potencial.

De acuerdo a la guía para la interpretación cartográfica de uso potencial del INEGI (1989), Velasco (1983) y considerando la introducción de un sistema de riego, las unidades de suelo en el área de estudio se clasifican de la siguiente manera:

Ahora todas las parcelas pertenecen a la clase **2C1PTOIED**. Lo cual indica que habría el agua suficiente para desplazar a las sales alejándolas de la zona de

enraizamiento y con ello es posible considerar el establecimiento de otros tipos de cultivos que en condiciones normales son más sensibles a la presencia de las sales existentes, por otra parte, las condiciones ambientales como son topografía, pendiente, obstrucciones, inundación, erosión, drenaje interno y profundidad efectiva no afectan el desarrollo de los cultivos. Por lo que la clasificación de las parcelas se hace únicamente en base a la salinidad y sodicidad, ya que son los factores que si varían y condicionan el establecimiento y desarrollo de los cultivos (Mapa 6), por tal razón la clasificación de las parcelas es:

Las parcelas 1, 2 y 3 en condiciones normales se clasifican como: 3N1S, son suelos sódicos con un PSI mayor de 22 e impiden que se desarrollen los cultivos que son sensibles y extremadamente sensibles, sin embargo, con la introducción del riego es posible que se dé el desarrollo de aquellos cultivos que son sensibles, moderadamente tolerantes y tolerantes a la sodicidad. Ahora bien, esto es posible siempre y cuando el suelo permanezca permeable, lo cual sucede cuando la solución que drena esta suficientemente concentrada y que se encuentre en equilibrio con el PSI del suelo (30). Por tanto, la clasificación ahora queda como 2N1S (Mapa 6). En esta ocasión la salinidad no es un factor que afecte el desarrollo de los cultivos que se intentaran o quisieran introducir debido a que la conductividad eléctrica del suelo es menor de 2 mmhos/cm..

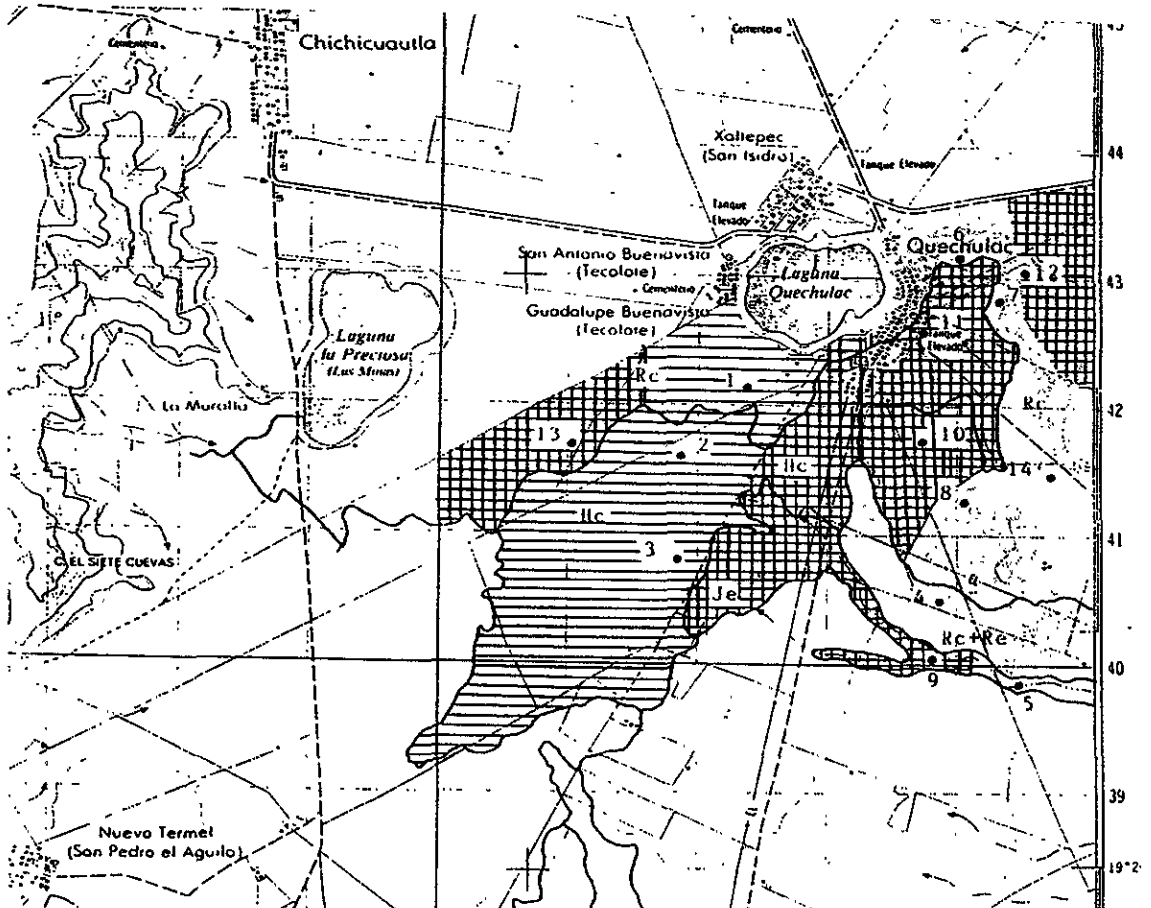
Las parcelas 4, 5, 6, 7, 8 y 14 se clasifican como: 2S1N, se trata de suelos moderadamente salinos con una conductividad eléctrica que va de 2 a 4 mmhos/cm. y que debido a esto se restringe el desarrollo de los cultivos más sensibles a la tolerancia de las sales, ahora bien por la presencia del riego y al pertenecer a la

clase 2C, dichos cultivos pueden ser utilizados en estos suelos. La nueva clasificación para estos suelos es: **1S1N** (Mapa 6).

Las parcelas 10, 11, 12 y 13 anteriormente se clasificaron como: 3S2N, se trata de suelos salinos con una conductividad eléctrica que va de 4 a 8 mmhos/ cm., lo cual afecta los rendimientos de los cultivos extremadamente sensibles, sensibles y moderadamente tolerantes a la salinidad, no obstante, al pertenecer a la clase 2C pueden implementarse cultivos que sean moderadamente tolerantes y tolerantes a la salinidad. Por su parte la sodicidad afecta a aquellos cultivos que son extremadamente sensibles y sensibles, pero al contar con el riego de apoyo se podrían emplear cultivos sensibles a la sodicidad. Pudiéndose clasificar estos suelos como: **2S1N** (Mapa 6).

La parcela 9 se clasifica como: 3S1N, es suelo salino cuya conductividad eléctrica va de 4 a 8 mmhos/ cm. y afecta a aquellos cultivos que van desde los moderadamente tolerantes a la salinidad, hasta los extremadamente sensibles (Cuadro 2). La sodicidad en este caso no afecta el establecimiento de los cultivos en esta parcela. Sin embargo, al implementarse un sistema de riego en el lugar es posible utilizar cultivos que fuesen moderadamente tolerantes y tolerantes a la salinidad. La sodicidad sigue sin restringir el establecimiento y desarrollo de los cultivos, quedando su clasificación como: **2S1N** (Mapa 6).

Mapa 6. Clasificación de las Tierras para el Uso Potencial con el Apoyo de Riego en Quechulac, Puebla.



Escala 1 : 39000

0 1 2 3 (Km)

Clasificación

2C2N1SPTOIED

2C1SNPTOIED

2C2S1NPTOIED

Parcelas

1, 2, 3

4, 5, 6, 7, 8, 14

9, 10, 11, 12, 13



EVALUACION DE LAS TIERRAS PARA LA CARTOGRAFIA DE USO POTENCIAL.

Capacidad de Uso Agropecuario y Forestal.

La capacidad de uso agropecuario y forestal para la zona de estudio en Quechulac, Puebla de acuerdo a Duch Gary *et al.* (1981), al INEGI (1989) y con la implementación de riego es:

1.- Capacidad de Uso Agrícola.

Las parcelas 1, 2, 3, 9, 10, 11, 12 y 13 se clasifican como: **A1(c)lr-4H** (Mapa 7). Ahora con esta nueva clasificación se permite el establecimiento de una agricultura mecanizada **A1**; con restricciones moderadas por parte de la salinidad y la sodicidad, para el desarrollo de los cultivos que se pretendan introducir (**c**); sin presentar restricción alguna, de los demás factores ambientales que se consideran para tal caso, para los procedimientos de labranza **l** y para la introducción de un sistema de riego **r** o estos son ligeros; con el régimen de humedad de templado semiséco **4H**.

La capacidad de uso agrícola para las parcelas 4, 5, 6, 7, 8 y 14 es: **A1clr-4H** (Mapa 7), en estos terrenos se permite el establecimiento de la agricultura mecanizada **A1**; sin restricciones para el desarrollo de los cultivos **c** (por salinidad y/ o salinidad), la labranza **l** y el riego **r** o estos son ligeros; con el régimen de humedad **4H**.

2.- Capacidad de Uso Pecuario.

Para las parcelas 1, 2, 3, 9, 10, 11, 12 y 13 su clasificación es: **P1(f)(m)g(V)-4H** (Mapa 7), son terrenos que permiten el establecimiento de forrajes cultivables **P1**; con restricciones moderadas por salinidad y sodicidad para el desarrollo de las

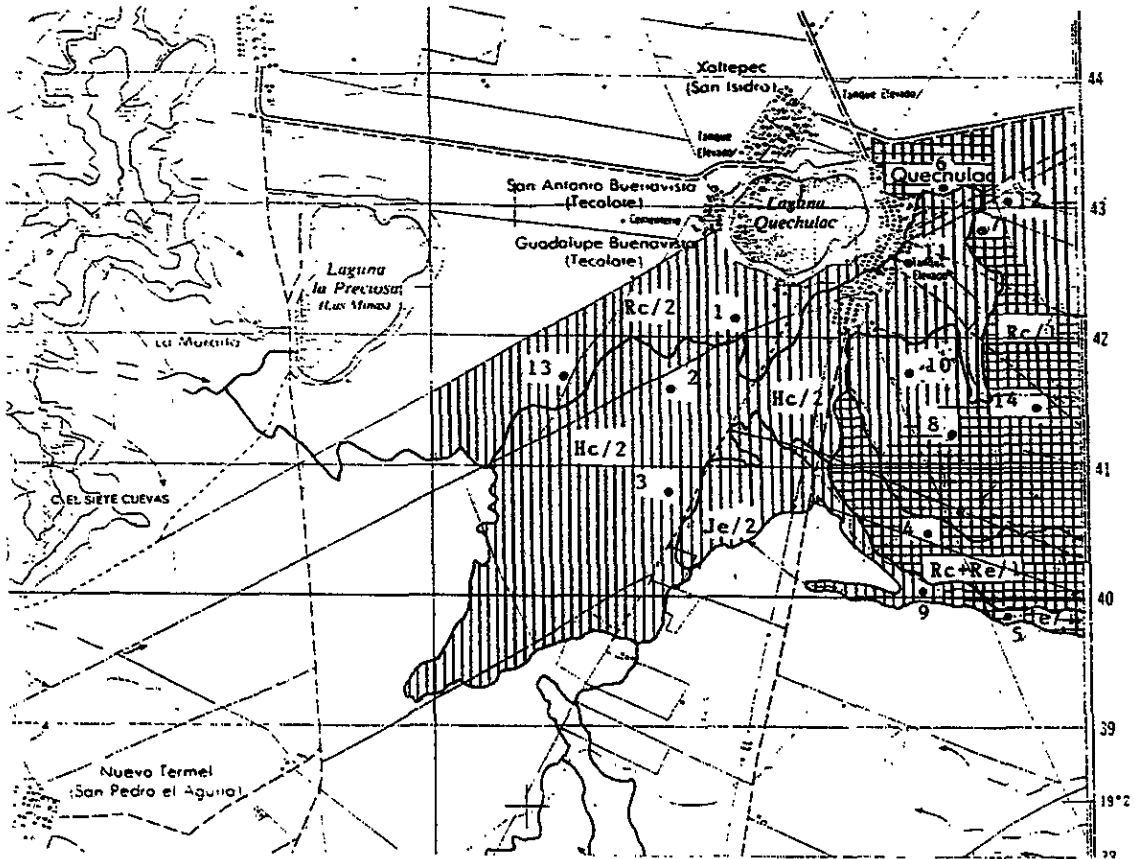
plantas forrajeras (f) y el establecimiento de pastizales cultivados (m), y que además resistentes a la sequía y a las heladas, no obstante son terrenos que actualmente son usados con fines agrícolas o con vegetación diferente al pastizal; sin restricción alguna para que se mueva el ganado dentro del área de pastoreo g; la cobertura de la vegetación natural es menor del 25% lo cual se llega a considerar como baja (V); con un régimen de humedad 4H.

La capacidad de uso pecuario para las parcelas 4, 5, 6, 7, 8 y 14 es: P1fmg(V)-4H (Mapa 7). En ellos se permite la introducción de especies forrajeras cultivables P1; sin restricciones para el desarrollo de plantas forrajeras f y para el establecimiento de pastizales cultivables m, es decir, ya se pueden usar aquellos cultivos que sean extremadamente sensibles, sensibles, moderadamente tolerantes y tolerantes a la salinidad y sodicidad, pero que sean resistentes a las sequías y heladas; presentan una aptitud alta para la movilidad del ganado en el área de pastoreo g; por lo que respecta a la cobertura de la vegetación natural es baja (V); el régimen de humedad es 4H.

3.- Capacidad de Uso Forestal.

Todas las parcelas presentan la misma capacidad de uso forestal: F4(E)t-4H. Lo cual indica que son terrenos desprovistos de vegetación forestal natural aprovechable F4, esto debido a que el uso de los suelos es únicamente agrícola; por lo tanto no existen especies arbóreas para el aprovechamiento forestal (E); por lo que se refiere a la extracción y explotación de los productos forestales son terrenos en donde las condiciones físicas del suelo no afectan el transporte y elaboración de estos t; el Régimen de humedad es 4H.

Mapa 7. Capacidad de Uso Agrícola y Pecuario con la Implementación de Riego.



Escala 1 : 39000

0 1 2 3 (Km)

Clasificación de Capacidad de Uso:

Agrícola

Al(c)lr-4H

Alclr-4H



Pecuario

Pl(f)(m)g(V)-4H

Pifmg(V)-4H



CONCLUSIONES.

Del análisis de los resultados se concluye que las tierras aledañas al poblado de Quechulac, Puebla, son suelos de textura media (parcelas: 1, 2, 3, 9, 12, 13 y 14) y gruesa (parcelas: 4, 5, 6, 7, 8, 10 y 11), por lo tanto, la densidad aparente es moderadamente baja o baja, según sea el caso, y en general tienen buena aireación y drenaje interno. En lo que respecta a la retención de humedad, las primeras tienen buena retención de agua pero sin llegar a tener o presentar problemas de inundación, las segundas por tratarse de suelos de textura gruesa no retienen agua suficiente y por tanto poseen poca reserva de elementos nutricios y no presentan problemas de inundación.

En general, se trata de suelos profundos, de más de 100 cm. de profundidad; con poca pendiente o casi imperceptible ($< 2\%$); no hay obstrucciones de ninguna naturaleza; el drenaje interno es eficiente; no existen costras de sal; y el uso actual en las parcelas 1, 2, 5, 6, 7, 8, 9 y 12 es el cultivo del maíz, en la parcela 4 el cultivo de frijol, en las parcelas 10 y 13 hay asociación de cultivos de maíz con jaramado, en la parcela 14 de frijol con jaramado y por último la parcela 11 de maíz con frijol.

Las condiciones ambientales que restringen de manera importante la productividad de la tierra en la zona de estudio son: la escasez de agua, salinidad, sodicidad y heladas. Ahora bien, las alternativas de uso que se proponen en este trabajo son específicas para esta zona pues para su propuesta se tomaron en cuenta dichas condiciones, siendo la escasez de agua el factor determinante que afecta la productividad de estas tierras, pues la lluvia se concentra en periodos de

tiempo muy cortos y además la pérdida por evapotranspiración es mayor que la que se recibe por lluvia anualmente. Como consecuencia existe una concentración elevada de sales en la parte superior del suelo, pero a pesar de que son suelos salinos y/o sódicos, con poco contenido nutricional, estos terrenos pueden ser explotados convenientemente si se implementara riego de auxilio, pues existen variedades de cultivos que se adaptan a las condiciones edáficas y climáticas (sequías y heladas) de Quechulac y que con el establecimiento de agua pueden dar buenos rendimientos.

No obstante aún es viable una agricultura de temporal con base a las siguientes Alternativas de Uso Agrícola, Pecuario y Forestal:

Uso Agrícola: Trigo (*Triticum aestivum* L.), cebada (*Hordeum vulgare* L.), *Triticale* exaploide y *Triticale* octaploide, calabacita loca (*Curcubita foetidissima*), nopal blanco (*Oppuntia megacantha*), nopal cardón (*Oppuntia streptacantha*), nopal común (*Oppuntia ficus indica*), nopal duraznillo (*Oppuntia leucotricha*), nopal memelo (*Oppuntia hyptiacantha*), nopal tapón (*Oppuntia robusta*) y centeno (*Secale cereale* L.).

Uso Pecuario: alfalfa (*Medicago sativa*), pasto rhodes (*Chloris gayana*), mijo perla (*Pennisetum glaucum*), mijo italiano (*Setaria italica*), nopal (todas las variedades del Uso Agrícola), jojoba (*Simmondsia chinensis*) y grama azul (*Bouteloua gracilis*).

Uso Forestal: guayule (*Parthenium argentatum*).

Las características de cada una de las especies están especificadas en el Cuadro 4.

Cuadro 4. Alternativas de Uso Agropecuario y Forestal en Quetzulac, Puebla (Secuán: 3, 6, 17, 20, 27, 29, 35).

Nombre Código	Nombre Científico	Tolerancia a Sodicidad	Tolerancia a Salinidad	Resistencia a Sequía	Resistencia a Heladas	Frec. de DH		T (C)		PP. (mm) Anual
						10 - 25	10 - 25	Anual	Anual	
USO AGROPECUARIO	Trigo	<i>Triticum aestivum</i> L.	Buena	Buena	Buena	6,0 - 9,0	10 - 25	10 - 25	280 - 1820	
	Cebada	<i>Hordeum vulgare</i> L.	Buena	Buena	Muy Buena	6,0 - 8,0	10 - 25	10 - 25	400 - 900	
	Triticale	<i>Triticale exarborde</i>	Buena	Buena	Muy Buena	6,0 - 9,0	10 - 25	10 - 25	300 - 600	
	Triticale	<i>Triticale octaploide</i>	Buena	Buena	Muy Buena	6,0 - 9,0	10 - 25	10 - 25	500 - 600	
	Calabacita	<i>Cucurbita foetidissecta</i>	Buena	Buena	Muy Buena	*	*	*	*	
	Loca	<i>Opuntia</i> spp.	Buena	Buena	Muy Buena	6,0 - 9,0	10 - 50	10 - 50	150 a más	
	Nopal	<i>Opuntia</i> spp.	Buena	Buena	Muy Buena	6,0 - 9,0	10 - 50	10 - 50	150 a más	
	Nopal blanco	<i>Opuntia megacantha</i>	Buena	Buena	Muy Buena	6,0 - 9,0	10 - 50	10 - 50	150 a más	
	Nopal cardón	<i>Opuntia streptacantha</i>	Buena	Buena	Muy Buena	6,0 - 9,0	10 - 50	10 - 50	150 a más	
	Nopal cochin	<i>Opuntia ficus indica</i>	Buena	Buena	Muy Buena	6,0 - 9,0	10 - 50	10 - 50	150 a más	
Nopal duraznillo	<i>Opuntia leucotricha</i>	Buena	Buena	Muy Buena	6,0 - 9,0	10 - 50	10 - 50	150 a más		
Nopal esabelo	<i>Opuntia hyphacantha</i>	Buena	Buena	Muy Buena	6,0 - 9,0	10 - 50	10 - 50	150 a más		
Nopal tapón	<i>Opuntia robusta</i>	Buena	Buena	Muy Buena	6,0 - 9,0	10 - 50	10 - 50	150 a más		
Centeno	<i>Secale cereale</i> L.	Buena	Buena	Buena	4,5 - 8,5	10 - 25	10 - 25	500 - 900		
USO FORESTAL	Alfalfa	<i>Medicago sativa</i>	Buena	Buena	Buena	6,5 - 8,0	12 - 20	10 - 20	500 - 2000	
	Pasto rhodes	<i>Chloris gayana</i>	Buena	Buena	Buena	*	14 - 30	14 - 30	630 - 1100	
	Hijo perla	<i>Pennisetum glaucum</i> L.	Buena	Buena	Buena	*	10 - 30	10 - 30	600 - 1000	
	Mijo italiano	<i>Setaria italica</i>	Buena	Buena	Buena	*	10 - 30	10 - 30	600 - 1000	
	Nopal	<i>Opuntia</i> spp.	Buena	Buena	Muy Buena	6,0 - 9,0	10 - 50	10 - 50	150 a más	
	Jojoba	<i>Simmondsia chinensis</i>	Buena	Buena	Muy Buena	6,0 - 9,0	*	*	*	
	Grasa azul	<i>Bouteloua gracilis</i>	Buena	Buena	Buena	6,0 - 9,0	18 - 22	18 - 22	350 - 550	
	Guayule	<i>Parthenocle argentatus</i>	Buena	Buena	Muy Buena	*	10 - 40	10 - 40	250 - 350	

* Datos no reportados en bibliografía.

Anexo 1.

Los suelos más comunes encontrados en las tierras aledañas al poblado de Queculac, de acuerdo a DETENAL son:

Regosol (R).- Del griego **rhegos**: manto, cobija; literalmente: capa que cubre la roca. Esta Unidad de Suelo puede provenir de diversos materiales parentales.

Se encuentra bajo diferentes clinas, mostrando también diversos tipos de vegetación. Una característica muy importante es que en su perfil no se muestra diferenciación de horizontes, son suelos sueltos muy permeables, frecuentemente se encuentran en playas, dunas o laderas de las sierras mexicanas. La profundidad es variable, siendo más pedregosos mientras más superficiales son. Se encuentran en las laderas de todas las sierras mexicanas , muchas veces acompañados por Litosoles y de roca de tepetate que aflora. Su fertilidad es variable y su uso agrícola esta principalmente condicionado a su profundidad y a que no tenga mucha pedregosidad. En los Estados del centro se cultivan principalmente granos con resultados moderados o bajos. El uso pecuario y forestal se llevan a cabo en las sierras con resultados variables y estan en función de la vegetación existente.

Feozem (M).- Del griego **phaeo**: pardo; del ruso **zemlja**: tierra; literalmente: tierra parda. Esatas ordenesde suelos se forman bajo diferentes condiciones climatológicas, desde climas semiáridos hasta templados o tropicales muy lluviosos. En lo que respecta a la topografía ésta no llega a ser ninguna limitante, ya que los suelos del orden Feozem se encuentran tanto en terrenos planos así como en

elevaciones montañosas. La vegetación también es variable, la cual depende fundamentalmente del clima en el cual se desarrollan. Su característica principal es una capa superficial oscura, suave, rica en materia orgánica y en nutrimentos, la susceptibilidad a la erosión es variable y esta en función del tipo de terreno. Es semejante en las capas superficiales a los suelos del orden Castañozem y Chernozem, pero sin el material calcáreo subyacente del cual se originan estos.

Fluvisol (J).- Del latín *fluvis*: río; literalmente: suelo de río. Se caracteriza por estar formado por materiales acarreados por el agua. Esta constituidos por materiales que no presentan estructuras agregadas (en forma de terrones), es decir son suelos poco desarrollados, se encuentran en todos los climas y regiones de México, cercanos a los lagos o sierras, desde donde escurre el agua hasta los llanos, así como también en los lechos de los ríos. La vegetación que sustenta es variable desde selva hasta matorrales y pastizales. Estos suelos presentan muchas veces capas alternas de arena, arcilla o grava que son producto del acarreo del agua por inundación. Pueden ser sómeros o profundos, arenosos o arcillosos, fértiles o infértiles y esto va de acuerdo al tipo de material con que están formados. Los Fluvisoles calcáricos en su mayoría se encuentran en las zonas áridas del centro y norte del país y se utilizan para la agricultura con rendimientos moderados o altos y esta en función del agua disponible y de la capacidad del suelo para retenerla (42) Mapa 2.

Anexo 2.- Tabla de Datos Meteorológicos.

Año	Mes	Enero	Feb.	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Sep.	Oct.	Nov.	Dic.
1971	T(°C)	10.30	11.40	13.60	13.40	15.50	14.80	17.70	13.70	15.30	13.60	11.40	10.70
	pp(cm)	0.50	0.50	1.50	2.00	30.50	48.50	9.50	14.50	38.00	72.00	13.50	10.50
	* DH	28.00	20.00	22.00	19.00	5.00	3.00	1.00	4.00	1.00	6.00	17.00	24.00
	ETP(cm)	3.92	4.48	5.84	5.32	6.70	6.30	5.70	5.70	6.59	5.64	4.48	4.12
1972	T(°C)	10.40	10.50	12.90	15.10	15.80	15.40	14.30	13.70	14.50	13.60	13.70	10.60
	pp(cm)	6.50	0.00	19.50	34.50	65.00	57.50	20.50	12.50	16.00	8.50	14.00	4.00
	* DH	27.00	24.00	19.00	10.00	7.00	1.00	3.00	6.00	5.00	11.00	6.00	25.00
	ETP(cm)	3.88	3.93	5.17	6.38	6.73	6.53	5.93	5.60	6.04	5.33	5.60	3.98
1973	T(°C)	10.40	12.10	15.80	16.00	16.20	15.20	14.30	14.40	14.60	13.60	11.70	9.60
	pp(cm)	0.00	0.00	3.00	18.00	27.00	141.00	130.00	67.00	39.50	43.00	10.00	0.50
	* DH	25.00	23.00	6.00	5.00	2.00	0.00	1.00	1.00	3.00	7.00	17.00	24.00
	ETP(cm)	3.77	4.84	6.67	6.79	6.79	6.32	5.82	5.88	5.69	5.44	4.43	3.38
1974	T(°C)	10.40	10.00	12.90	14.40	16.00	14.70	13.40	13.60	**	11.70	10.70	10.80
	pp(cm)	1.00	0.00	27.00	20.50	31.50	62.00	44.00	7.00	**	2.00	3.00	1.00
	* DH	23.00	24.00	19.00	7.00	2.00	1.00	7.00	12.00	**	13.00	14.00	27.00
	ETP(cm)	4.38	4.64	5.67	6.48	7.75	6.43	5.95	5.76	**	5.05	4.53	4.59
1975	T(°C)	9.50	12.00	14.50	15.30	15.70	14.80	13.60	13.50	13.00	12.20	13.80	9.20
	pp(cm)	6.00	19.00	3.00	5.00	9.00	48.50	53.00	5.00	63.50	10.50	1.00	0.00
	* DH	21.00	18.00	11.00	2.00	1.00	0.00	0.00	7.00	9.00	9.00	21.00	21.00
	ETP(cm)	3.65	4.87	6.27	6.16	6.89	6.63	5.72	5.56	5.40	4.98	4.25	3.46
1976	T(°C)	8.70	9.60	12.60	14.60	14.70	14.10	14.10	12.20	14.10	13.60	12.10	11.30
	pp(cm)	0.00	14.00	5.50	57.20	51.60	84.60	58.40	34.30	41.50	58.50	2.50	2.50
	* DH	25.00	24.00	15.00	0.00	0.00	4.00	0.00	39.00	2.00	8.00	10.00	24.00
	ETP(cm)	2.26	3.70	5.24	6.61	6.37	6.04	6.04	5.02	6.04	5.77	4.97	4.56
1977	T(°C)	11.00	11.40	14.30	13.40	15.20	14.20	13.30	13.80	14.40	13.80	12.20	12.20
	pp(cm)	0.50	13.80	0.00	13.80	43.50	71.20	7.50	47.10	11.00	15.10	32.20	10.00
	* DH	25.00	21.00	14.00	6.00	3.00	7.00	0.00	3.00	1.00	6.00	18.00	19.00
	ETP(cm)	4.26	4.46	6.01	5.52	6.51	5.95	5.46	5.73	6.06	5.73	4.88	4.36
1978	T(°C)	10.30	11.20	12.90	15.80	16.50	14.70	14.30	14.20	14.60	12.90	12.60	11.30
	pp(cm)	6.50	4.60	36.50	17.00	18.50	138.50	28.70	31.50	78.80	18.00	2.00	2.00
	* DH	26.00	14.00	10.00	4.00	2.00	0.00	0.00	3.00	1.00	7.00	14.00	19.00
	ETP(cm)	3.82	4.27	4.95	6.77	7.05	6.15	5.93	5.97	5.99	5.16	5.00	4.33
1979	T(°C)	10.70	12.30	13.90	15.10	16.60	14.80	15.20	14.00	13.00	12.00	12.00	11.40
	pp(cm)	0.00	19.00	1.50	40.50	19.50	42.50	66.50	39.50	143.50	8.00	0.00	4.00
	* DH	18.00	18.00	15.00	3.00	2.00	1.00	0.00	1.00	5.00	23.00	12.00	20.00
	ETP(cm)	4.01	4.84	5.70	6.37	7.23	6.20	6.42	5.75	5.21	4.68	4.68	4.37

1980	T (°C)	11.50	11.60	14.40	15.00	16.40	14.80	16.40	16.10	14.40	13.20	12.10	10.40
	pp(cm)	9.50	0.00	0.00	15.00	117.00	32.50	37.00	34.50	80.00	9.00	6.00	0.00
	* DH	19.00	18.00	9.00	1.00	6.00	0.00	0.00	0.00	0.00	18.00	19.00	27.00
	ETP(cm)	4.26	4.31	5.92	6.15	6.95	6.03	6.95	6.78	5.81	5.15	4.57	3.70
1981	T (°C)	10.30	12.80	14.50	15.00	16.40	15.70	15.70	15.10	13.90	15.10	10.00	10.60
	pp(cm)	8.50	3.50	52.00	16.00	27.50	224.00	34.00	47.00	41.00	49.00	1.00	3.00
	* DH	20.00	12.00	4.00	0.00	0.00	0.00	1.00	0.00	2.00	3.00	17.00	20.00
	ETP(cm)	3.74	5.03	5.96	6.24	7.04	6.64	6.64	6.30	5.63	5.19	3.59	3.89
1982	T (°C)	10.30	13.30	14.30	14.60	15.40	14.60	14.70	15.00	13.80	13.30	12.30	11.70
	pp(cm)	0.00	22.50	16.00	46.00	99.00	15.00	13.00	18.00	12.00	33.00	0.00	0.00
	* DH	26.00	10.00	8.00	2.00	0.00	7.00	0.00	2.00	8.00	7.00	17.00	18.00
	ETP(cm)	3.76	5.31	5.86	6.03	6.48	6.03	6.08	6.21	5.88	5.31	4.78	4.46
1983	T (°C)	12.80	12.20	14.40	16.40	17.10	**	**	**	15.50	15.70	13.20	11.10
	pp(cm)	14.00	32.00	18.00	0.00	7.00	**	**	**	60.00	39.00	36.00	3.00
	* DH	13.00	11.00	8.00	0.00	0.00	**	**	**	1.00	3.00	9.00	22.00
	ETP(cm)	5.73	5.42	6.59	7.68	8.18	**	**	**	7.19	6.21	5.95	4.85
1984	T (°C)	10.50	12.50	14.40	15.30	14.30	15.30	13.70	14.00	14.00	13.10	12.30	12.10
	pp(cm)	32.00	26.00	10.00	3.00	117.00	101.00	38.00	5.00	179.50	1.50	3.00	0.00
	* DH	21.00	12.00	17.00	3.00	2.00	5.00	4.00	5.00	0.00	25.00	27.00	22.00
	ETP(cm)	3.92	4.85	5.99	6.49	5.93	6.49	5.60	5.76	5.76	5.27	4.85	4.74
1985	T (°C)	15.50	**	14.70	15.30	15.90	**	15.00	15.00	15.00	14.50	12.80	11.40
	pp(cm)	**	**	0.50	34.00	33.50	**	15.50	13.50	30.70	2.70	5.50	2.10
	* DH	**	**	10.00	2.00	5.00	**	7.00	7.00	2.00	9.00	24.00	25.00
	ETP(cm)	5.78	**	6.39	7.00	7.06	**	6.55	6.55	6.55	6.28	5.36	4.62

* DH = Número de días con heladas
ETP calculada por el método de Thornthwaite.

** = Datos no reportados

APENDICES

Apéndice 1.- Evaluación de la sequía intraestival.

Evaluación de la sequía de acuerdo a Teresa Reynat (1970).

Para la estimación de la sequía intraestival o periodo relativamente seco que se presenta en la temporada lluviosa se calcularon para cada año de 1971 a 1985 los siguientes parámetros:

- a) Precipitación total anual = sumatoria de las precipitaciones de enero a diciembre.
- b) precipitación de mayo a octubre = sumatoria de las precipitaciones de mayo a octubre.
- c) % total de la precipitación de mayo a octubre =

$$\frac{\text{Precipitación de mayo a octubre}}{\text{Precipitación total anual}}$$

Con estos datos se detectaron los años en que se presentó el fenómeno de la sequía intraestival. Posteriormente se hicieron los siguientes cálculos para cuantificar la sequía, se empleo la formula que Mosiño y García (1966) proponen para tal fin:

1.- Area del polígono 1, 2, 3, 4 en que la sequía abarca 3 meses.

$$A = Y_1 - Y_2 - Y_3 + Y_4$$

En donde las Ys son las precipitaciones medias mensuales de la temporada afectada por la sequía.

Además se calculó la sequía relativa empleando la siguiente formula:

$$\text{Sequía relativa} = \frac{\text{Area del polígono calculada.}}{\text{Cantidad total de lluvia de mayo a octubre}}$$

Apéndice 2.- Cálculo de la evapotranspiración total.

Para evaluar la evapotranspiración total (EPT) se empleo la ecuación propuesta por Thornthwaite:

$$EPT = 1.6 (10 T/i)^a$$

Donde EPT = EPT en un mes de 30 días en cm.

T=Temperatura media del aire en °C.

$$i = \text{índice de calor} = \sum_{j=1}^{12} i_j$$

$$i = (T/5)^{1.514}$$

$$a = (0.0000006751)^3 - (2.00007711)^2 + 0.17921 + 0.49239$$

BIBLIOGRAFIA.

- 1.- Aguilar, S. A. *et al*, (1987). " Análisis Químico para Evaluar la Fertilidad del suelo". Sociedad Mexicana de la Ciencia del Suelo.
- 2.- Arredondo Figueroa, J. C. *et. al*, (1983). " Batimetria y Morfometría de los Lagos Maars de la Cuenca Oriental". Puebla, México. 8 (1).
- 3.- Bohn, Henrich L., Mc. Near Brian L., O'Connor George A. (1993). " Química del Suelo". 1ª edición. Ed. Limusa, México D. F.
- 4.- Caballero Caballero María del Carmén (1992). " Evaluación de los Sistemas de Producción Agrícola en el Poblado de Quechulac, Edo. de Puebla". F. E. S. Zaragoza, UNAM. Inedito, Reporte de Servicio Social.
- 5.- Calderón López Luz María, Gabriel Cruz José Manuel (1994). "Evaluación de la Influencia del Fósforo Sobre la Actividad de la Encima Fosfatasa Acida en Distintos Genotipos de Trigo (*Triticum aestivum*) y Triticale (*x Triticosecale Wittmack*)". F. E. S. Zaragoza, UNAM. Inedito, México D. F.
- 6.- Comisión Nacional de las Zonas Aridas, Instituto Nacional de Investigaciones Forestales (1981). " El Nopal". Publicación Especial N° 34, México.
- 7.- Cottenie A. (1980). " Los Análisis de Suelos y Plantas como Base para Formular Recomendaciones Sobre Fertilizantes". Boletín de Suelos de la FAO. 38/2. Roma, Italia.
- 8.- CSTPA (1980). " Handbook on Reference Methods for Soil Testing". (revised edition), Council Soil Testing and Plant Analysis. Athens Georgia, USA.

- 9.- Duch, G. J. *et al.* (1981). " Sistema de Evaluación de Tierras para la Determinación de Uso Potencial Agropecuario y Forestal de México". Revista de Geología Agrícola (1), Julio. UACH, México.
- 10.- García, Enriqueta (1973). " Modificación al Sistema de Clasificación Climática de Koppen para Adaptarlo a las Condiciones de la República Mexicana". 2ª edición, México.
- 11.- Gaucher, G. (1971). " El Suelo y sus Características Agronómicas". Ed. Omega, S. A. Barcelona, España.
- 12.- Grande López Raúl (1974). " Métodos para Análisis Físicos y Químicos en Suelos Agrícolas". Departamento de Suelos. Sn. Luis Potosi, S. L. P., México.
- 13.- INEGI (1987). " Carta Topográfica y Edafológica 1: 50000 Guadalupe Victoria". E 141335, 2ª Impresión. México D. F.
- 14.- INEGI (1989). " Guías para la Interpretación de la Cartografía, Uso Potencial del Suelo". Editado por INEGI. Aguascalientes, Ags. México.
- 15.- Jackson M. L. (1964). " Análisis Químico de Suelos". Ed. Omega S. A. Barcelona, España.
- 16.- Jimenes Merino Alberto (1988). " Especies forrajeras y Razas de Ganado por Tipos de Clima". UACH, México.
- 17.- Jones B. J., B. Wolf (1984). " Manual Soil Testing Procedure Using Modified" Wolf, Morgan, Extracting Reagent. Benton Laboratories I. N. C Athens Georgia, USA.
- 18.- Landon J. R. (1984). " Booker Tropical Soil Manual". Booker Agriculture International Limited". Londres Inglaterra.

- 19.- Molina Galán José D. (1983). " Recursos Agrícolas de las Zonas Áridas y semiáridas de México". Ed. Colegio de Postgraduados Chapingo, Edo. de México.
- 20.- Moreno D. R. (1978). " Clasificación de pH del Suelo, Contenido de Sales y Nutrientes Asimilables". INIA, SARH, México D. F.
- 21.- Ortega T. E. (1981). " Química de Suelos". UACH. México.
- 22.- Ortiz S. C. (1987). " Elementos de Agrometeorología Cuantitativa, con Aplicaciones en la República Mexicana ". Departamento de Suelos, UACH, Chapingo, México.
- 23.- Palma López David Jesús (1996). " Propuesta de una Metodología para Determinar la Potencialidad Agrícola de los Suelos". Congreso Nacional de la Ciencia del Suelo. Cd. Obregón Sonora.
- 24.- Porta Casanellas Jaime, *et. al* (1994). " Edafología para la Agricultura y el Medio Ambiente ". Ed. Mundi. Madrid, España.
- 25.- Reynat Teresa (1970). " Relaciones Entre Sequía Intraestival y Algunos Cultivos de México ". Series Cuadernos. Instituto de Geografía UNAM, México.
- 26.- Reyes Cortés Manuel (1979). " Geología de la Cuenca Oriental Estados de Puebla, Veracruz y Tlaxcala ". Colección Científica. México.
- 27.- Richard J. D., Henry L. Ahlgren (1982). " Producción Agrícola ". 6ª edición. Ed. CECSA., México.
- 28.- Richards L. A. (1980). " Suelos Salinos Sódicos ". Ed. Limusa. México D. F.
- 29.- Robert G. Palmer, Frederick R. Troeh (1980). " Introducción a la Ciencia del Suelo ". Manual de Laboratorio, Libros y Editoriales S. A. México.

- 30.- Robles Sánchez Raúl (1978). " Producción de Granos y Forrajes". 2ª edición. Ed. Limusa. México.
- 31.- Rodríguez Suppo (1980). " Fertilizantes, Nutrición Vegetal ". A. G. T. Editor S. A. México D. F.
- 32.- Russell E., W. Russell (1968). " Las Condiciones del Suelo y el Crecimiento de las Plantas ". Ed. Selecciones Gráficas. España.
- 33.- Sánchez Monroy M. G., López Mestiza H. (1992). " Evaluación de los Agrosistemas en el Poblado de Quechulac, Puebla ". FES. Zaragoza UNAM. Inédito, Reporte de Servicio Social.
- 34.- Sánchez Munguía A., Esquivel Mota M. F. (1995). " Tipos de Agricultura con Base en Estudios del Uso del Suelo ". Folleto 5033, Universidad Juárez Autónoma de Tabasco.
- 35.- SARH (1984). " El Cultivo del Nopal una Alternativa Económica en Suelos Áridos y Semiáridos ". Folleto Nº 8. 909 Marzo, México D. F.
- 36.- SARH, Colegio de Postgraduados (1982). " Manual de Conservación del Suelo y del Agua ". 2ª edición. México.
- 37.- SARH, Subsecretaría de Planeación, Subdirección de Agrología (1978). " Métodos para el Análisis Físico y Químico de Suelos, Aguas y Plantas ". Publicación Nº 10, 2ª edición. México.
- 38.- Soto Mora Consuelo, Fuentes Aguilar L. (1969). " El Uso del Suelo en la Región Huejotzingo San Martín Texmelucan, Puebla ". Instituto de Geografía UNAM. 1ª edición.
- 39.- Teuscher y Adler (1984). " El Suelo y su Fertilidad ". Ed. SECSA México D. F.

- 40.- Thompson Louis M. (1978). " El Suelo y su Fertilidad ". Ed. Reverté. Barcelona España.
- 41.- Thompson Louis M. (1982). " El Suelo y su Fertilidad ". Ed. Reverté. Barcelona, España.
- 42.- Tijerina Ch. L. (1990). " Manual de la Metodología para Evaluar la Aptitud de las Tierras para la Producción de Cultivos Básicos en Condiciones de Temporal ". Colegio de Postgraduados, Montecillo, México.
- 43.- Vázquez Alarcon A., Bautista Aroche N. (1983). " Guía para Interpretar el Análisis Químico de Suelo y Agua ". UACH, Dpto. de Suelos, México.
- 44.- Velasco Molina Hugo A. (1988). " Uso y Manejo del Suelo ". Ed. Limusa, México.

**Nada te turbe, nada te espante,
todo se pasa, Dios no se muda,
quien a Dios tiene, nada le falta,
Dios solo basta.**