

UNIVERSIDAD DE GUADALAJARA

COORDINACION GENERAL DE INVESTIGACION Y POSTGRADO
AREA DE CIENCIAS BIOLÓGICAS, AGROPECUARIAS Y ECOLÓGICAS



ZONIFICACION AGROECOLOGICA Y APTITUD DE LAS TIERRAS
PARA LA PRODUCCION DE MAIZ (*Zea mays* L.) EN EL
MUNICIPIO DE TLAJOMULCO DE ZUÑIGA, JALISCO.

T E S I S

QUE PRESENTA EL INGENIERO
JUAN LARIOS ROMERO
PARA OBTENER EL GRADO DE:
MAESTRO EN CIENCIAS EN:
MANEJO DE AREAS DE TEMPORAL
GUADALAJARA, JALISCO. MAYO 1994.

UNIVERSIDAD DE GUADALAJARA
COORDINACION GENERAL DE INVESTIGACION Y POSGRADO
AREA DE CIENCIAS BIOLÓGICAS, AGROPECUARIAS Y ECOLÓGICAS

ZONIFICACION AGROECOLÓGICA Y APTITUD DE LAS TIERRAS PARA LA
PRODUCCION DE MAIZ (Zea mays L.) EN EL MUNICIPIO DE TLAJOMULCO DE
ZUNIGA, JALISCO

T E S I S
QUE PRESENTA EL INGENIERO
JUAN LARIOS ROMERO
PARA OBTENER EL GRADO DE:
MAESTRO EN CIENCIAS EN:
MANEJO DE AREAS DE TEMPORAL

GUADALAJARA, JAL. MAYO DE 1994.


ESTA TESIS FUE REALIZADA BAJO LA DIRECCION DEL CONSEJO PARTICULAR INDICADO, HA SIDO APROBADA POR EL MISMO Y ACEPTADA COMO REQUISITO PARCIAL PARA OBTENER EL GRADO DE:

MAESTRO EN CIENCIAS
EN MANEJO DE AREAS DE TEMPORAL


CONSEJO PARTICULAR:

DIRECTOR : 

M.C. RICARDO NUÑO ROMERO

ASESOR: 

M.C. SALVADOR HURTADO DE LA PEÑA

ASESOR: 

DR. FIDEL MARQUEZ SANCHEZ

COORDINADOR DE LA MAESTRIA:

M.C. SALVADOR HURTADO DE LA PEÑA

AGRADECIMIENTOS

A la Universidad Autónoma Chapingo (UACH), en la instancia del Centro Regional Universitario de Occidente (CRUOC), por el apoyo brindado durante mis estudios de Maestría en Ciencias.

A la Universidad de Guadalajara, en la instancia de la Facultad de Agricultura, por aceptarme como alumno y obtener el grado de Maestro en Ciencias.

Al Honorable Consejo Particular integrado por el M.C. Ricardo Nuño Romero, M.C. Salvador Hurtado de la Peña y al Dr. Fidel Márquez Sánchez. A cada uno de ellos mis más sinceros agradecimientos por el apoyo y enseñanzas recibidas durante la realización de esta Tesis.

Al M.C. Heriberto Estrella Quintero, Jefe del Centro Regional Universitario de Occidente de la UACH, por hacer efectivo el apoyo institucional.

A todas las personas que en forma directa ó indirectamente, participaron en la elaboración de la presente Tesis.

DEDICATORIA

A Dios, por darme todo.

A mis padres: Everardo y Catalina, a quienes debo mi existencia.

A mi esposa : Doris, por el amor que nos une.

A mis suegros: Pablo y María, por aceptarme como parte de su familia.

C O N T E N I D O

	PAG.
INDICE DE CUADROS - - - - -	i
INDICE DE FIGURAS - - - - -	ii
RESUMEN - - - - -	iii
1. INTRODUCCION - - - - -	1
2. OBJETIVOS E HIPOTESIS - - - - -	3
2.1. Objetivos - - - - -	3
2.2. Hipótesis - - - - -	3
3. REVISION DE LITERATURA - - - - -	4
3.1. Conceptualización Metodológica - - - - -	4
3.2. Evaluación de Tierras y Recursos Naturales - - - - -	8
3.3. Requerimientos Agroecológicos del Maíz - - - - -	13
3.4. Zonificación Agroecológica de Cultivos - - - - -	19
4. MATERIALES Y METODOS - - - - -	27
4.1. Materiales - - - - -	27
4.1.1. Area de Estudio - - - - -	27
4.1.2. Cartografía - - - - -	29
4.1.3. Estaciones Termopluviométricas - - - - -	29
4.1.4. Cultivo - - - - -	31
4.2. Metodología - - - - -	31
4.2.1. Fotointerpretación - - - - -	32
4.2.2. Trabajo de Campo - - - - -	32
4.2.3. Análisis del Ambito Agrícola - - - - -	34
4.2.4. Evaluación y Zonificación Agroecológica - - - - -	35

5. RESULTADOS Y DISCUSION - - - - -	41
5.1. Mapa-Base de Unidades de Fotointerpretación - -	41
5.2. Ambito de la Producción Agrícola - - - - -	41
5.2.1. Conformación Territorial - - - - -	44
5.2.2. Condicionamiento Ambiental - - - - -	60
5.2.3. Uso Agrícola de la Tierra - - - - -	75
5.3. Evaluación y Zonificación Agroecológica - - -	90
5.3.1. Aptitud Agroclimática - - - - -	90
5.3.2. Aptitud Edáfica - - - - -	100
5.3.3. Zonificación Agroecológica para Maíz -	104
6. CONCLUSIONES - - - - -	109
7. BIBLIOGRAFIA - - - - -	111
8. ANEXOS - - - - -	116

INDICE DE CUADROS

CUADRO		PAG.
1	CARACTERIZACION DE LAS UNIDADES DE FOTOINTERPRETACION DEL MUNICIPIO DE TLAJOMULCO DE ZURIGA, JALISCO. - - - - -	42
2	COMPORTAMIENTO DECENAL DE LA PRECIPITACION (P75) Y LA EVAPOTRANSPIRACION POTENCIAL (ETP) DE JUNIO A OCTUBRE EN EL AREA DE ESTUDIO - - - -	48
3	COMPORTAMIENTO DECENAL DE LA TEMPERATURA (°C) DE JUNIO A OCTUBRE EN EL AREA DE ESTUDIO - -	49
4	CARACTERIZACION FISIOGRAFICA DEL MUNICIPIO DE TLAJOMULCO DE ZURIGA, JAL. - - - - -	61
5	INDICES AGROCLIMATICOS RESULTANTES DE JUNIO A OCTUBRE PARA EL AREA DE TLAJOMULCO DE ZURIGA, JAL.	65
6	CARACTERIZACION AGROECOLOGICA DEL MUNICIPIO DE TLAJOMULCO DE ZURIGA, JAL. - - - - -	76
7	INVENTARIO DE USO AGRICOLA DE LA TIERRA EN EL MUNICIPIO DE TLAJOMULCO DE ZURIGA, JAL. - - - -	79
8	CRITERIOS TECNICOS SELECCIONADOS PARA DEFINIR LOS TIPOS DE UTILIZACION DE LA TIERRA EN EL MUNICIPIO DE TLAJOMULCO DE ZURIGA, JAL. - -	81
9	TIPOS DE UTILIZACION AGRICOLA DE LA TIERRA EN EL MUNICIPIO DE TLAJOMULCO DE ZURIGA, JAL. - -	82
10	TIPOS DE UTILIZACION PECUARIO EN EL MUNICIPIO DE TLAJOMULCO DE ZURIGA, JAL. - - - - -	83
11	TIPOS DE UTILIZACION FORESTAL EN EL MUNICIPIO DE TLAJOMULCO DE ZURIGA, JAL. - - - - -	83
12	PATRONES DE USO DE LA TIERRA EN EL MUNICIPIO DE TLAJOMULCO DE ZURIGA, JAL. - - -	85
13	CARACTERIZACION DE LAS ZONAS AGRICOLAS EN EL MUNICIPIO DE TLAJOMULCO DE ZURIGA, JAL. - - - -	88
14	EXIGENCIAS (E) Y DISPONIBILIDAD (D) DE RECURSOS AGROCLIMATICOS (JUNIO-OCTUBRE) PARA MAIZ EN EL MUNICIPIO DE TLAJOMULCO DE ZURIGA, JAL.	94
15	ESTIMACION DEL RENDIMIENTO POTENCIAL PARA DOS GENOTIPOS DE MAIZ EN EL MUNICIPIO DE TLAJOMULCO DE ZURIGA, JAL. - - - - -	96
16	APTITUD AGROCLIMATICA PARA MAIZ EN EL MUNICIPIO DE TLAJOMULCO DE ZURIGA, JAL. - - - - -	99

INDICE DE FIGURAS

FIGURA		PAG.
1	LOCALIZACION GEOGRAFICA DEL AREA DE ESTUDIO - - -	28
2	LOCALIZACION GEOGRAFICA DE LAS ESTACIONES TERMOPLUVIOMETRICAS - - - - -	30
3	ESQUEMA METODOLOGICO Y RUTA CRITICA DEL PROYECTO	33
4	MAPA-BASE DE UNIDADES DE FOTOINTERPRETACION DEL MUNICIPIO DE TLAJOMULCO DE ZUÑIGA, JAL. - - -	43
5	PERFIL GEOMORFOLOGICO NORTE-SUR SOBRE EL MERIDIANO 103°20'00" - - - - -	46
6	PERFIL GEOMORFOLOGICO ESTE-OESTE SOBRE EL PARALELO 20°28'30" - - - - -	47
7	UNIDADES DE SUELO (FAO) DOMINANTES EN EL MUNICIPIO DE TLAJOMULCO DE ZUÑIGA, JAL. - - - - -	53
8	VEGETACION Y USO DEL SUELO EN EL MUNICIPIO DE TLAJOMULCO DE ZUÑIGA, JAL. - - - - -	57
9	ZONAS FISIOGRAFICAS DEL MUNICIPIO DE TLAJOMULCO DE ZUÑIGA, JAL. - - - - -	62
10	CLASES TEXTURALES DE LOS SUELOS EN EL MUNICIPIO DE TLAJOMULCO DE ZUÑIGA, JAL. - - - - -	68
11	FASES FISICAS DE LOS SUELOS EN EL MUNICIPIO DE TLAJOMULCO DE ZUÑIGA, JAL. - - - - -	71
12	ZONIFICACION AGROECOLOGICA DEL MUNICIPIO DE TLAJOMULCO DE ZUÑIGA, JAL. - - - - -	77
13	ZONAS AGRICOLAS EN EL MUNICIPIO DE TLAJOMULCO DE ZUÑIGA, JAL. - - - - -	89
14	DURACION DE LA ESTACION DE CRECIMIENTO (75%) PARA MAIZ EN EL MUNICIPIO DE TLAJOMULCO DE ZUÑIGA, JAL. - - - - -	92
15	ADAPTABILIDAD EDAFICA PARA MAIZ CON NIVEL TECNOLOGICO ALTO EN EL MUNICIPIO DE TLAJOMULCO DE ZUÑIGA, JAL. - - - - -	103
16	CLASES DE APTITUD AGROECOLOGICA PARA MAIZ CON NIVEL TECNOLÓGICO ALTO EN EL MUNICIPIO DE TLAJOMULCO DE ZUÑIGA, JAL. - - - - -	107

RESUMEN

La evaluación de tierras y zonificación agroecológica de cultivos, es una herramienta metodológica útil para seleccionar las mejores alternativas de uso dentro del proceso de planificación agrícola. En este sentido, la presente investigación tiene como objetivos centrales los siguientes: 1. Evaluar el comportamiento ambiental y su relación con la agricultura del municipio de Tlajomulco de Zúñiga, Jal. y 2. Zonificar la aptitud agroecológica de las tierras para la producción de maíz de temporal con alta tecnología. Para esto se utilizaron fotografías aéreas B/N Esc. 1:37,000, cartografía temática Esc. 1:50,000, e información climática decenal y de campo.

El procedimiento metodológico se basa en enfoques de investigación relacionados con la evaluación de tierras, recursos naturales y zonificación agroecológica de cultivos, mediante el uso de técnicas de fotointerpretación, análisis cartográfico y trabajo de campo. Se maneja el concepto ámbito agrícola y su expresión a través del análisis de la conformación territorial, el condicionamiento ambiental y el uso agrícola de la tierra. También se aplica el concepto aptitud de la tierra para referirse al grado de adecuabilidad que ésta presenta respecto a las exigencias técnicas y biológicas del maíz, considerando al clima, suelo y manejo como los principales factores condicionantes para el establecimiento y desarrollo de éste cultivo básico.

Entre los resultados, la variación y ordenación del medio natural se expresa a través de cuatro patrones recurrentes del paisaje, a los que se les denominó zonas fisiográficas, las cuales resultan de la interacción que se da entre los elementos que conforman la composición físico-biótica del área. También se encontró que el condicionamiento ambiental está regido por la interacción entre las condiciones climáticas, edáficas y de relieve, llegándose a conformar seis zonas agroecológicas. Además, el aprovechamiento de los recursos ambientales está dado a través de 26 tipos de utilización de la tierra, en donde el maíz ocupa el primer lugar en superficie y diversidad de sistemas de producción. Por otra parte, toda el área es apta desde el punto de vista agroclimático para la producción de maíz; en cambio, agroecológicamente, solamente lo es en un 36%, demostrándose con esto la importancia que tiene manejar integradamente clima-suelo en la zonificación de cultivos.

Finalmente, entre las conclusiones a las que se llegaron destacan las siguientes: 1) La estación de crecimiento del área de estudio es de tipo normal; 2) existen condiciones de radiación solar y temperatura adecuadas para maíz en condiciones de temporal; 3) se dispone de recursos agroclimáticos para genotipos de maíz precoces e intermedios; 4) bajo una misma condición agroclimática, la duración de la estación de crecimiento varía en función del tipo de suelo; 5) no se ha explotado todo el potencial agroecológico disponible para maíz; y 6) el método de zonificación agroecológica es una herramienta útil para la planificación agrícola municipal.

1. INTRODUCCION

La selección de las mejores alternativas de uso de la tierra dentro del proceso de planificación agrícola ha constituido una de las preocupaciones del hombre a lo largo de la historia, ya que se pretende disponer de herramientas al alcance de los planificadores que permitan seleccionar entre varias alternativas de uso la mejor, desde el punto de vista agroecológico y económico del área bajo estudio (García, 1979). Sin embargo, fué hasta inicios de la década de los 70's, que gobiernos y organismos internacionales se han dado a la tarea de generar metodologías relacionadas con la evaluación de tierras y recursos naturales, dando prioridad para su implementación a los países en vías de desarrollo, entre ellos México. Se plantea como objetivo principal enfrentar el reto de producir más alimentos y tratar de satisfacer las demandas de una población que cada día aumenta a ritmos acelerados (FAO, 1976, 1978 y 1981).

Este avance científico-tecnológico ha permitido que en la actualidad la evaluación de tierras y recursos naturales constituya un instrumento para la toma de decisiones en la planificación agrícola. Se parte de la armonización existente entre la propia tierra y su uso, mediante la determinación de los requerimientos y limitaciones para cada clase de uso considerado, y su comparación con las propiedades que muestran los distintos tipos de tierras.

Desde esta perspectiva analítica se plantea la presente investigación en el área que comprende el municipio de Tlajomulco de Zúñiga, Jal., la cual se seleccionó en base a los siguientes argumentos: 1) Necesidad de un estudio sobre evaluación de tierras y recursos naturales como base para impulsar programas de asesoría técnica en maíz a nivel municipal que contribuyera a la propuesta de estrategias para la planeación agrícola en beneficio de los productores; 2) es un área agrícola importante del estado por la superficie (18,889 ha) y la productividad que representa el maíz, por lo que es necesario evaluar la adecuabilidad de sus tierras para el establecimiento y desarrollo óptimo de este cultivo y otros aprovechamientos posibles de adaptar; 3) dicha área quedó integrada al Programa de Alta Producción de Maíz en Jalisco desde 1990 a la fecha, requiriéndose de bases técnicas para orientar y eficientizar correctamente las estrategias del mismo; y 4) que los resultados que se obtengan y las recomendaciones que se deriven de los mismos, se puedan extrapolar a áreas aledañas con características similares.

Finalmente, en esta investigación se trata de encontrar las relaciones que se dan entre el medio ambiente y el uso agrícola de la tierra a fin de definir los elementos naturales y técnicos que en un momento dado pueden favorecer, restringir y/o limitar el establecimiento y desarrollo de la agricultura en general, y del maíz en particular, en el municipio.

2. OBJETIVOS E HIPOTESIS

2.1. OBJETIVOS

a) Identificar la manifestación y dinámica de los elementos naturales y evaluar el comportamiento e impacto que ejercen sobre el establecimiento y desarrollo de la agricultura.

b) Zonificar la aptitud agroecológica de las tierras para la producción de maíz con alta tecnología.

2.2. HIPOTESIS

a) La expresión del medio geográfico-natural condiciona la producción agrícola en Tlajomulco de Zúñiga, Jalisco.

b) Las áreas productoras actuales de maíz coinciden con las tierras de mayor aptitud agroecológica.

c) El método de zonificación agroecológica de cultivos constituye una herramienta útil para planificar la producción de maíz a nivel municipal.

3. REVISION DE LITERATURA

3.1. Conceptualización Metodológica

Christian y Stewart (1968), citados por Ortiz y Cuanalo (1978), definen el concepto Tierra como el área sobre la superficie terrestre cuyas características incluyen a todos los atributos razonablemente estables o cíclicamente predecibles de la biósfera, verticalmente arriba y abajo de ésta. Se incluyen los de la atmósfera, el suelo, la geología subyacente, la hidrología, la vegetación, la fauna y los resultados de la actividad humana pasada y presente, en la medida en que estos atributos ejercen una influencia significativa sobre los usos actuales y futuros de la tierra por el hombre.

Por otra parte la FAO (1976), al referirse al concepto Tierra, cita que ésta comprende el ambiente físico, incluido el clima, relieve, suelos, hidrología y vegetación, en la medida en que éstos elementos influyan sobre el potencial de empleo de tierras. Sin embargo, las características socioeconómicas no se incluyen en el concepto, ya que éstas formarán parte del contexto económico y social.

En este sentido Duch, et.al. (1981) definen la Aptitud de la Tierra como la medida del grado en que las condiciones ambientales satisfacen los requerimientos de las alternativas de uso que muestran la posibilidad de establecerse en determinada área territorial. Este concepto también lo maneja la FAO (1976, 1978, 1981 y 1985) aunque en algunos casos lo cita como Idoneidad

de la Tierra, referida a la adaptabilidad que muestra un determinado tipo de tierra para una clase especificada de uso de la misma. Por lo tanto, si sólo se incluye el factor clima la clasificación será de aptitudes agroclimáticas; en cambio, si además del clima se considera el suelo, se llegará a una clasificación de aptitudes agroecológicas de las tierras para el uso específico considerado.

En este orden de ideas surge la necesidad de encontrar una herramienta conceptual y metodológica que permita orientar estrategias de planificación, a fin de aprovechar y conservar racionalmente los recursos de tierras disponibles para lo cual se plantea el concepto Evaluación de Tierras.

Al respecto, Ortiz (1974) define a la Evaluación de Tierras como las interpretaciones hechas por el hombre para determinar el mejor uso de la tierra, con fines agrícolas, pecuarios, forestales, de ingeniería y otros, determinando y cuantificando las relaciones que existen entre los suelos, el clima y en general el ambiente con la producción de cultivos.

De igual forma, Duch, et.al. (1981) conciben a la Evaluación de Tierras como el conjunto de conceptos y procedimientos que permiten recabar, analizar y ordenar la información de las condiciones ambientales que conforman determinada área territorial. Se interpreta en términos de las alternativas de uso agrícola, pecuario y forestal que soporten, para que, finalmente, los resultados se sistematicen cartográficamente de manera clara y explícita.

Desde esta perspectiva conceptual la FAO (1976, 1985 y 1989) define a la Evaluación de Tierras como el proceso de evaluación de la explotación de la tierra cuando se utiliza para finalidades específicas, incluyendo la ejecución e interpretación de la fisiografía, suelos, vegetación, clima y otros aspectos de la tierra, a fin de identificar y hacer una comparación entre las clases más prometedoras de uso de la tierra en términos aplicables a los objetivos de la evaluación; para tal efecto, se fundamenta en los siguientes principios básicos:

1) La aptitud de las tierras es significativa solamente en relación a un uso específico, es decir, cada uso deberá evaluarse independientemente como si no existiera ningún otro uso.

2) La aptitud se refiere a un uso en base sostenida, lo cual implica que el uso específico proyectado a las tierras no provocará degradación ambiental.

3) Se requiere de un enfoque multidisciplinario, de tal forma que se incluyan consideraciones de un grupo de especialistas en ecología, agronomía, economía, climatología, además de los edafólogos para la evaluación de la aptitud de las tierras para usos específicos.

Finalmente, Duch (1986 y 1988) plantea que será a través de la aplicación del concepto Ambito Agrícola el procedimiento metodológico que permitirá precisar la relación que guarda el medio natural y la agricultura a nivel regional. Dicho concepto

se define como el espacio territorial con una combinación particular respecto a componentes y fenómenos de carácter natural, y la manifestación de rasgos tecnológicos generales inherentes al uso agrícola de la tierra. Por lo tanto, la expresión del ámbito agrícola se da a través de los distintos patrones de uso de la tierra, así como de su distribución dentro de la diversidad de componentes naturales y condiciones ambientales que caracterizan determinado territorio. Sin embargo, dicho procedimiento está integrado por tres partes fundamentales: Conformación Territorial, Condicionamiento Ambiental y Uso Agrícola de la tierra.

Conformación Territorial. Referida al análisis de la composición físico-biótica y a sus diversos patrones de asociación a través de su configuración espacial, tomando como categoría de análisis al Medio Natural.

Condicionamiento Ambiental. Se define por el conjunto de condiciones ambientales del medio natural que pueden favorecer, restringir y/o impedir el aprovechamiento agrícola de un territorio, y adopta como categoría de análisis a la Tierra.

Uso Agrícola de la Tierra. Entendido como la forma en que se están aprovechando las condiciones ambientales a través de las distintas modalidades en que se manifiesta la agricultura y el conocimiento de sus rasgos técnicos principales, utilizando la categoría Técnica Agrícola.

Por último, este investigador menciona que bajo esta perspectiva metodológica es posible conocer las manifestaciones concretas de los componentes y fuerzas de la naturaleza sobre la agricultura, así como el control de éstas por parte del hombre y el grado de adaptación y/o transformación de las mismas.

3.2. Evaluación de Tierras y Recursos Naturales

La FAO (1976) plantea un Esquema para la Evaluación de Tierras, el cual fue producto de aproximaciones sucesivas hechas previamente por parte de expertos en diferentes países. Dicho esquema constituye la base a partir de la cual se han fundamentado propuestas metodológicas más acabadas (FAO, 1981, 1985 y 1989), y con aplicaciones a mayor detalle en diversas condiciones ecológicas y socio-económicas del mundo. Su idea original se inspiró en la concepción de que sirviera para finalidades prácticas y permitiera contribuir al uso juicioso de los recursos de tierras por parte del hombre. Esto expone detalladamente toda la conceptualización metodológica y las herramientas que deberán de utilizarse para su aplicación, así como resultados obtenidos de experiencias en Brasil, Surinam y Kenya.

Por lo tanto, el esquema propuesto consiste de una serie de principios y conceptos sobre la base de los cuales pueden erigirse sistemas locales, nacionales o regionales de evaluación. Es decir, se establecen diversos principios que entran en juego en la evaluación de tierras, algunos conceptos básicos, la

estructura de una clasificación de aptitud y los procedimientos necesarios para efectuar una evaluación de adaptabilidad de tierras. Todo este enfoque se resume en las siguientes etapas o actividades principales:

1) Consultas iniciales relativas a los objetivos de la evaluación y datos e hipótesis sobre las que ha de sustentarse.

2) Descripción de las clases de uso de la tierra que deben considerarse y estipulación de sus exigencias y limitaciones técnicas y biológicas.

3) Descripción de las unidades cartográficas de tierras y definición de las cualidades de éstas.

4) Comparación de las clases de uso de la tierra con los tipos de tierras presentes.

5) Análisis económico y social.

6) Clasificación de la aptitud de tierras.

7) Presentación de los resultados de la evaluación.

Por otra parte, Ortiz y Cuanalo (1978) seleccionaron la Metodología del Levantamiento Fisiográfico como la mejor para responder a las necesidades de evaluación de tierras de las grandes superficies de agricultura de temporal existentes en México. Su enfoque metodológico está basado en las características evidentes que expresa el paisaje y toma como herramientas de trabajo las técnicas de análisis cartográfico e

información directa de campo. Desde el punto de vista práctico el Levantamiento Fisiográfico puede considerarse como una subdivisión del paisaje y cuenta con un sistema de clasificación cartográfico muy simple: la Faceta y el Sistema Terrestre.

La Faceta se define como la porción de la superficie terrestre, usualmente con una forma simple, sobre una misma roca o depósito superficial y con suelo y régimen de humedad que son uniformes en toda su extensión o, alternativamente, varían en una forma simple y en un mismo sentido. En tanto, los Sistemas Terrestres constituyen patrones recurrentes de facetas dando un carácter particular de diversos paisajes. Sin embargo, si el propósito es obtener un mayor detalle en la subdivisión, la metodología propone dos unidades cartográficas auxiliares: el Elemento y la Variante.

Duch et.al. (1981), al analizar propuestas metodológicas para la evaluación de tierras, citan que dichas propuestas mostraban ciertas limitaciones para dar respuesta a la problemática agrícola nacional, debido fundamentalmente a: 1) La amplia gama de aspectos a considerar; 2) enfoques particulares por parte de los investigadores expertos; y 3) extrapolación de metodologías extranjeras donde prevalecen condiciones diferentes a las de nuestro país. Por lo tanto, proponen una metodología en donde se contempla lo siguiente: 1) Delimitación de áreas territoriales homogéneas; 2) caracterización de las áreas a partir de las condiciones ambientales que las conforman; 3)

clasificación de las áreas por capacidad de uso y determinar la aptitud respecto a los tipos de utilización que sea posible de establecer; y 4) determinar la susceptibilidad que presentan las áreas de terreno al deterioro o la posibilidad de mejoramiento. De esta forma, la propuesta queda integrada por un proceso cartográfico y otro de evaluación, adaptados a las condiciones geográfico-naturales, socioeconómicas y técnicas de México, lo que supone perspectivas favorables de aplicación a lo largo y ancho de su territorio.

Por su parte, Ortiz (1987) adapta la Metodología del Proyecto de Zonas Agroecológicas de la FAO (1978) a las condiciones de la República Mexicana al realizar una evaluación de tierras para determinar la aptitud a la producción de maíz, frijol y sorgo bajo condiciones de temporal. Para lo cual se manejan dos niveles tecnológicos, alto y bajo, y se utiliza la información edafoclimática disponible. Los resultados permitieron zonificar al territorio mexicano desde el punto de vista agroclimático y agroecológico en base a la aptitud que presentan las tierras para producir cada uno de los tres cultivos evaluados bajo las especificaciones técnicas previamente establecidas.

También Salcedo y Larios (1988), al llevar a cabo una zonificación agrícola en la costa de Tabasco, Méx., aplicaron el enfoque de evaluación de tierras propuesta por FAO (1976) y Duch et.al. (1981) para zonificar tres cultivos tropicales perennes (cocotero, cacao y pastos cultivados). Para esto se manejó como

concepto central a la aptitud de la tierra con adaptaciones a las condiciones particulares de la zona y aplicable a los tres tipos de utilización de la tierra previamente seleccionados para tal fin. Entre las consideraciones a las que se llegaron, destacan las siguientes: 1) La metodología utilizada se pudo adaptar satisfactoriamente a las condiciones de esa zona costera del trópico húmedo mexicano, ya que el método mostró a través de los resultados un alto grado de flexibilidad y precisión; 2) los tres tipos de utilización evaluados presentan posibilidades potenciales de incrementar la superficie actual; y 3) para que una evaluación de tierras sea más completa y apegada a la realidad, deben de considerarse algunas características técnicas y socioeconómicas de los productores y poder así determinar la aptitud real para tal o cual uso específico de la tierra.

Finalmente, Larios y Hernández (1992) en su investigación para estudiar las bases técnicas y ambientales en las que descansa la agricultura del trópico húmedo tabasqueño, aplicaron la propuesta de Duch (1986). Además de evaluar la diversidad agrícola, se estudiaron los elementos naturales y la influencia que ejercen sobre el uso actual de la tierra de esa zona cálida. Los resultados muestran un diagnóstico actualizado y sistemático que sirve de marco de referencia geográfico y agrícola para proyectos más específicos a nivel regional. Además, se concluyó que la metodología utilizada representa una herramienta útil para investigaciones tendientes a apoyar estrategias de planificación

agrícola regional y sienta las bases para una evaluación de tierras.

3.3. Requerimientos Agroecológicos del Maíz

La diversidad genotípica que muestra esta gramínea hace que sus requerimientos agroecológicos sean muy variados, ya que hay cultivares de portes altos y bajos, ciclos productivos desde los muy precoces (60-70 días) hasta los demasiado tardíos (10-11 meses) y toda una gama dentro de este amplio rango.

Al respecto, existen varias investigaciones a nivel mundial y nacional citadas por Nuño (1988) y Villalpando (1989), particularmente en lo referente a exigencias agroclimáticas las que a continuación se sintetizan.

Radiación Solar

Varios autores (Burger, 1984; Shibles, 1981; Kassam y Beek, 1982) coinciden en señalar al maíz como una planta C4 de acuerdo a su eficiencia para utilizar la radiación solar y el CO₂. Es decir, posee un tipo de fotosíntesis en la que los compuestos primarios tienen en su estructura 4 carbonos (malato y aspartato), significando con esto que puede alcanzar tasas fotosintéticas muy altas y mantenerlas, aún cuando la apertura de los estomas sea baja. Esto se refleja al presentar una tasa muy baja de fotorespiración, lo que le permite obtener tasas altas de acumulación de materia seca (400-600 kg/ha/día), lo cual es posible, ya que el maíz exige regímenes altos de radiación solar,

de alrededor de 1.0 cal/cm²/min. Por lo tanto, las zonas con alto índice de nublados muestran un bajo grado de adaptabilidad para esta gramínea.

Fotoperíodo

Se considera al maíz como una planta de día corto, es decir, la yema vegetativa permanece en desarrollo hasta que la duración de los días es mayor a 14 horas; para que a partir de aquí se inicie la fase reproductiva con la floración. Sin embargo, en la actualidad los avances en el campo de la genotecnia del maíz han permitido que esta gramínea pueda adaptarse a diferentes fotoperíodos (Burger, 1984).

Temperatura

El rango óptimo de temperatura media durante el periodo de desarrollo del maíz se reporta entre los 20 y 24°C en las principales zonas productoras del mundo (Champan y Carter, 1976 y Ustimenko y Benacchio, 1981). Sin embargo, se cita también que desde el punto de vista ecológico la temperatura media tiene poca significancia, por lo que deberán considerarse independientemente las temperaturas diurnas y nocturnas, aunado a las máximas y mínimas. En este sentido, se señala que la temperatura durante el día deberá fluctuar entre los 30 y 33°C para una fotosíntesis máxima, mientras que la temperatura nocturna óptima debe estar entre los 15 y 20°C (Duncan, 1975 y Papadakis, 1980).

Por otra parte, Chang (1968), Ortiz (1984), y Villalpando (1985), proponen el manejo de un índice agroclimático derivado de la temperatura al que denominan unidades calor, mediante el cual se postula que el crecimiento y desarrollo de un cultivo depende de la cantidad de calor que acumula entre sus temperaturas base mínima y máxima óptima. En este sentido, se determinó que el maíz prácticamente detiene su desarrollo a temperaturas inferiores a 10°C, por lo que se adopta este valor como la temperatura base sobre la cual se estiman las unidades calor en relación con la fenología del maíz.

Para el caso de México, Villalpando (1989) menciona que debido a la gran diversidad genética existente en las variedades de maíz, es posible cultivarlo en regiones climáticas muy diferentes. Por ejemplo, se puede encontrar en lugares muy fríos de la Meseta Tarasca en Michoacán, donde la temperatura media durante el ciclo de cultivo es entre 14 y 15°C, hasta regiones tropicales secas en donde la temperatura media alcanza los 29 ó 30°C durante el ciclo de cultivo. Sin embargo, los rangos óptimos de temperatura media para el maíz que se presentan en altitudes mayores a 1,800 m. es por lo general un poco menor a los 20°C, lo que hace que dicho valor se ubique fuera del rango óptimo propuesto. Esto se debe, según el autor, a que las variedades que se cultivan en los Valles Altos de México, provienen de un germoplasma de origen templado y están adaptadas a dichas condiciones agroclimáticas.

Humedad

En agricultura de temporal el desarrollo y producción de cultivos, una vez que han mostrado adaptabilidad térmica, dependerá de la disponibilidad de humedad que aporta la precipitación pluvial y del manejo técnico que se de al proceso productivo. Por lo tanto, la precipitación pluvial registrada deberá ser adecuada para cubrir las necesidades hídricas del maíz en más del 75% de la demanda global durante todo su ciclo de desarrollo fenológico (Papadakis, 1980). Sin embargo, hay etapas fenológicas críticas de las cuales depende la mayor parte del potencial productivo en base al nivel en que las exigencias hídricas de las mismas sean satisfechas.

Fuentes (1983) menciona que el período más crítico respecto a exigencias de humedad en maíz es a partir de la diferenciación floral hasta el inicio del llenado del grano. Por lo que Shaw (1977) propone que entre 300 y 850 mm de lámina neta de agua, sería el rango que cubriría las necesidades hídricas del maíz durante su ciclo. Al respecto, Villalpando (1989) cita que este rango tan amplio que se propone, se debe a la combinación de varios factores que determinan las necesidades de agua de este cultivo, entre los cuales destacan el tipo climático, las características físicas y morfológicas del suelo, la variedad y la tecnología de producción.

Estación de Crecimiento

La FAO (1978), Ortiz (1984) y Villalpando (1985 y 1989)

consideran a la estación de crecimiento como uno de los parámetros más importantes para la evaluación de recursos agroclimáticos en una región. Para ello se ha utilizado la siguiente definición práctica: período continuo de días durante el año en el cual las precipitaciones son superiores a la mitad de la evapotranspiración potencial, más el período necesario para evapotranspirar el agua almacenada en el perfil del suelo procedente de las precipitaciones sobrantes. Además, se excluye del período todo intervalo de tiempo durante el cual, aunque haya agua disponible, las temperaturas sean demasiado bajas para el crecimiento de los cultivos ($<5^{\circ}\text{C}$). Por lo tanto, la estación de crecimiento para maíz está definida por la duración del período del año en el cual la humedad y temperatura favorecen al desarrollo y producción de éste cultivo.

Al respecto, Villalpando (1989) considera que para la obtención de una buena cosecha de maíz, la duración de la estación de crecimiento en regiones de temporal debería de ser al menos de 100 días en zonas tropicales, en donde el maíz acelera su desarrollo y de 120 días o más en regiones templadas. Finalmente, este investigador concluye que el maíz produce mejor en climas templados con verano caliente y buena disponibilidad de radiación solar durante el ciclo de cultivo.

Por su parte, la FAO (1978 Y 1981), en su informe del Proyecto de Zonas Agroecológicas, divide a los cultivos en cinco grupos basado en las diferencias respecto a sus cadenas fotosintéticas (C3, C4 y CAM) y a la respuesta de la fotosíntesis

a la temperatura y radiación. El maíz se ubica junto con el sorgo en los grupos III y IV dependiendo de si se trata de un cultivar tropical o templado, respectivamente. En el grupo III están los cultivos con cadena fotosintética C₄, temperatura para fotosíntesis de 30 a 35°C, intensidad de radiación para fotosíntesis máxima entre 1.0 y 1.4 cal/cm²/día, velocidad máxima de intercambio de CO₂ de 70 a 100 mg/dm²/hora, velocidad máxima de crecimiento de 30 a 60 g/m²/día y eficiencia en el uso del agua de 150 a 300 g/g. En cambio, los del grupo IV sólo se diferencian en lo siguiente: temperatura para fotosíntesis (20-30°C), velocidad máxima de crecimiento (40-60 g/m²/día) y eficiencia en el uso del agua (150-350 g/g). Esto indica que el fitomejoramiento y la selección natural ocurrida en algunas plantas C₄, entre las que se encuentra al maíz, han modificado la respuesta de la fotosíntesis a la temperatura.

Respecto a las exigencias edáficas óptimas para maíz de secano, también Doorenbos y Kassam (1979) y la FAO (1981) reportan lo siguiente: pendiente de 0-8%, profundidad mayor a 50 cm, drenaje de bueno a moderadamente bueno, texturas francas (limosa y arcillosa), salinidad de 0-4 mmhos/cm, pH de 5.5-8.2, CaCO₃ de 0-15%, CaSO₄ de 0-0.2% y N-P-K de 100-200, 50-80 y 60-100 kg/ha respectivamente. Por lo tanto, este cultivo requiere de suelos profundos con alta capacidad de almacenamiento de humedad y nutrientes, bien drenados, ubicados en zonas planas, sin fases físicas que impidan la labranza y sin problemas de acidez fuerte y salinidad. Sin embargo, en la práctica dependerá del nivel en

que cada variable antes citada se acerque al rango óptimo, lo que permitirá junto con la adaptabilidad climática, determinar el grado diferencial de aptitud o adecuabilidad de las tierras para la producción de maíz en un área determinada.

3.4 Zonificación Agroecológica de Cultivos

Existen varias experiencias de resultados de investigación sobre esta temática, las cuales se pueden dividir en dos tipos de zonificación (Villalpando, 1985): la agroclimática y la propiamente dicha agroecológica. La primera, solamente involucra el análisis de información del clima en combinación con las exigencias agroclimáticas de los cultivos; mientras que la segunda, incluye además del clima y cultivo, información de factores limitativos del suelo (profundidad, drenaje, salinidad, pendiente, fases físicas, etc.) y nivel tecnológico de producción.

Al respecto, García (1972), citado por Romo (1985), menciona que el marco biofísico constituye el sostén fundamental para la zonificación agrícola integral, a la cual se le plantean dos situaciones:

1) En base a una lista de cultivos que se deben fomentar desde el punto de vista socioeconómico, se necesita determinar las mejores áreas para su establecimiento.

2) Dada un área geográfica, se debe determinar cuáles son los cultivos más aptos para establecer en la misma.

Lo anterior podrá lograrse mediante la aplicación de metodologías de zonificación de tipo deductivo o inductivo, dependiendo de las características de la información disponible.

La zonificación de tipo deductivo parte de la hipótesis de que los cultivos expresarán la misma respuesta en cualquier área con climas y suelos similares. Consiste en caracterizar los cultivos respecto a sus exigencias agroclimáticas y edáficas, para su posterior establecimiento en las áreas que mejor cubran sus requerimientos edafoclimáticos. En cambio, la zonificación inductiva, o cuantitativa, consiste en obtener una función de producción en áreas restringidas con información de tipo experimental, para que, posteriormente, dicha función sea extrapolada hacia áreas aledañas más extensas.

Por otra parte, García (1979) propone una metodología para la caracterización agroecológica por procedimientos cuantitativos de análisis y su posterior zonificación para las condiciones del centro de México. Esta metodología integra una gran cantidad de procedimientos fundamentados principalmente en la estimación o generación de variables a través de otras de fácil consecución. Dichas estimaciones se llevan a cabo mediante ecuaciones simples y generalizadas de extracción empírica, pero con sentido lógico entre variables predichas y predictivas, de tal forma que los procedimientos tratan de orientarse a la búsqueda del potencial productivo de las áreas y a la distribución probabilística de esos potenciales interrelacionados con distintos manejos.

Otra metodología para zonificaciones agroecológicas es la propuesta por FAO (1978 y 1981), la cual está diseñada para aplicarse en cultivos bajo condiciones de temporal y dos niveles tecnológicos (alto y bajo). Ortiz (1984) la aplicó a nivel nacional para maíz, frijol y sorgo; Morales y Ortiz (1983) obtuvieron buenos resultados al aplicarla a nivel regional en el Sur de Zacatecas trabajando con maíz, frijol y trigo; y Castaños y De la Mora (1991) la instrumentaron en el estado de Jalisco para determinar las áreas factibles de establecer maíz con alta tecnología. Dicha metodología se sustenta en los principios que plantea la FAO (1976) y considera solamente aspectos físicos de la tierra y algunos económicos, pudiéndose adaptar para cualquier cultivo y a diversos niveles de intensidad de detalle. La parte medular de la propuesta consiste en la definición de las exigencias climáticas y edáficas de los cultivos, para luego llevar a cabo un inventario de tierras y unidades cartográficas, atendiendo a las características que tengan relación con las exigencias edafoclimáticas previamente establecidas.

En este sentido primeramente se lleva a cabo una evaluación del clima mediante la determinación de las estaciones de crecimiento y sus características de radiación y temperatura. Luego, en base a los cinco grupos de cultivos definidos por FAO (1978 y 1981), determinar cuáles de éstos pueden prosperar bajo tales condiciones y seleccionar los tipos de utilización y niveles tecnológicos que se pretende evaluar. Posterior a esto, se calculan los rendimientos potenciales máximos para cada nivel

tecnológico (alto y bajo) aplicando ecuaciones biofísicas, para, luego, al considerar las restricciones agroclimáticas que sufre el cultivo durante su ciclo, se estime el rendimiento real. A partir de los valores de rendimiento se lleva a cabo una clasificación de la idoneidad o aptitud agroclimática de las tierras para el cultivo bajo estudio, la cual se mantiene o modifica al sobreponerse a una carta de suelos en base a la adaptabilidad que muestra el cultivo, llegándose así a una caracterización agroecológica. Por lo tanto, cada unidad de suelo (FAO) queda definida como una zona agroecológica con cierta aptitud para producir determinado cultivo.

En lo referente a trabajos sobre zonificaciones agroclimáticas, Romo (1984), citado por Romo (1985), propone en una primera aproximación una metodología de naturaleza deductiva-inductiva, a fin de detectar áreas potenciales para el establecimiento de piña en el estado de Puebla utilizando información climática accesible y de rápida aplicación. En dicha investigación se recomienda modificar y mejorar la metodología propuesta para su aplicación en cultivos anuales (FAO, 1978 Y 1981) por tratarse de un cultivo perenne. La modificación principal debería hacerse para determinar las fechas óptimas de siembra y las mejoras se refieren a introducir funciones de producción más representativas, determinar analogías climáticas entre zonas productoras y potenciales y a la elaboración de programas de cómputo estadístico que permitan agilizar los cálculos.

Por otra parte, Romo (1985) aplica la modificación y el mejoramiento de la metodología propuesta por Romo (1984) para llevar a cabo una zonificación agroclimática puntual de cinco cultivos anuales (cacahuate, ajonjolí, girasol, soya y cártamo) en la República Mexicana. Para esto se valoran índices agroclimáticos de 707 estaciones meteorológicas y se relacionan con las exigencias bioclimáticas de cada cultivo en particular, determinando así las mejores áreas geográficas para el establecimiento del cultivo y las fechas probables de siembra y cosecha, a partir de la estimación de puntajes agroclimáticos. Los rendimientos esperados en las mejores áreas se obtienen mediante el "barrido" de dichas áreas con una función de producción, la que a su vez se ha obtenido con datos de rendimientos reales contra valoraciones agroclimáticas de zonas productoras previamente identificadas. Además, este trabajo incluye un análisis de homologías climáticas entre zonas productoras y potenciales, con el fin de determinar el flujo racional de material genético de las primeras zonas a las segundas. Finalmente, entre las conclusiones a las que se llegan, destaca que la metodología propuesta se adapta a la información climática y de rendimientos disponibles en México, además de ser simple, económica y rápida en su aplicación.

También Villalpando (1985), al referirse a las caracterizaciones agroclimáticas, menciona que entre los aspectos que deben considerarse en su realización están los siguientes:

1) Establecer límites entre regiones geográficas con macroclimas diferentes.

2) Estratificar áreas con potencial diferente para la agricultura de acuerdo al cálculo y la estimación de los factores que incluiría una caracterización agroclimática, entre los que destacan:

a. Inicio, terminación y duración de la estación de crecimiento para diferentes niveles de probabilidad previamente establecidos.

b. Promedio de temperaturas, temperaturas máximas y mínimas diarias durante la estación de crecimiento.

c. Unidades calor, unidades fototérmicas y unidades frío estimadas para diferentes especies potenciales para el período de la estación de crecimiento y los períodos de dormancia en el caso de frutales caducifolios.

d. Régimen y distribución de la radiación solar durante la estación de crecimiento.

e. Cálculo de probabilidades de lluvia para cada intervalo dentro de la estación de crecimiento, como alternativa para evaluar el régimen de humedad.

f. Estimación de la evapotranspiración potencial, anual y durante la estación de crecimiento.

g. Estimación de índices de sequía y/o excesos de humedad a partir de un balance de humedad para varias profundidades de

suelo y niveles probables de lluvia.

h. Estimación del rendimiento potencial, para varias especies nativas o cultivadas que sean potenciales para la región.

i. Preparación de tablas, gráficas y mapas de la información obtenida, incluyendo ejemplos para su mejor aplicación en agricultura.

Otra investigación relacionada con la zonificación agroclimática es la de Nuño (1988) en el estado de Jalisco para el cultivo del maíz. Se parte de la necesidad que existe en la agricultura de temporal de seleccionar las variables climáticas con mayor relevancia, a fin de estratificar el potencial productivo y diseñar un índice de eficiencia agroclimática para maíz. Para esto se analizó información climática mensual de Junio a Octubre de 136 estaciones climatológicas con más de 15 años de observación, generando índices agroclimáticos derivados de la temperatura, precipitación, evaporación, humedad y estación de crecimiento al 70% de probabilidad. Para la determinación de las zonas de eficiencia agroclimática, se confrontaron los resultados obtenidos en los índices agroclimáticos con los requerimientos climáticos que tiene el maíz, proponiendo la siguiente función:

$$IEAM = f(DEC70, IH70, TM)$$

Donde:

IEAM = Índice de eficiencia agroclimática para maíz
 DEC70 = Duración de la estación de crecimiento al 70% de probabilidad

IH70 = Índice de humedad al 70% de probabilidad
(Junio-October)

TM = Temperatura media durante el ciclo de cultivo
(Junio-October)

A partir de la selección de los índices agroclimáticos simples que integran la función anterior, se desarrolló un índice compuesto de tipo aditivo en donde se calculó una ponderación para cada índice simple; resultando el siguiente modelo:

$$IEAM = \frac{0.75(TM) + 1.0(IH70) + 1.5(DEC)}{3.25} \times 100$$

En base a los resultados obtenidos fue posible estratificar el estado de Jalisco en cuatro zonas de eficiencia agroclimática de acuerdo a sus valores del IEAM: alta (86-100), media (71-85), baja (56-70) y muy baja (menor a 55). Por lo tanto, entre las conclusiones a las que se llegaron destacan las siguientes: 1) La eficiencia agroclimática para la producción de maíz en Jalisco depende de tres parámetros: temperatura media, índice de humedad y duración de la estación de crecimiento; 2) las zonas resultantes con alta eficiencia agroclimática coinciden con las que actualmente se reconocen por sus buenos rendimientos; 3) en las zonas de eficiencia baja es posible cultivar maíz pero orientado a la producción de forraje; y 4) en áreas con eficiencia muy baja no es recomendable establecer maíz de temporal; pero si la temperatura es favorable, podría cultivarse bajo condiciones de riego.

4. MATERIALES Y METODOS

4.1. Materiales

4.1.1. Area de Estudio

Se seleccionó el espacio territorial del municipio de Tlajomulco de Zúñiga, Jal. como el área de influencia de la presente investigación, la que cubre una superficie de alrededor de 64,000 ha y forma parte del Distrito de Desarrollo Rural Integral No. 1 de Zapopan. Su localización geográfica se muestra a través de la Figura 1, quedando ubicada en la región central de Jalisco entre los 20°30'30" y 20°35'43" de Latitud Norte y 103°11'20" y 103°34'49" de Longitud Oeste.

Por otra parte, dicha área está conformada geológicamente por rocas ígneas extrusivas del Terciario y aluviones del Cuaternario reciente dentro de la provincia fisiográfica Eje Neovolcánico. Se caracteriza por la dominancia de climas semicálidos y templados subhúmedos con lluvias en verano y vegetación de mezquitales, matorrales y bosques de pino-encino. El sustrato edáfico está constituido por Feozem, Luvisoles, Vertisoles y Regosoles, el cual se relaciona con las características de la geomorfología regional. Finalmente, el uso de la tierra es predominantemente agrícola a través de cultivos de maíz, sorgo y garbanzo bajo condiciones de secano y en menor proporción hay aprovechamientos con "punta de riego" y humedad residual (Camacho y Gallardo, 1991).

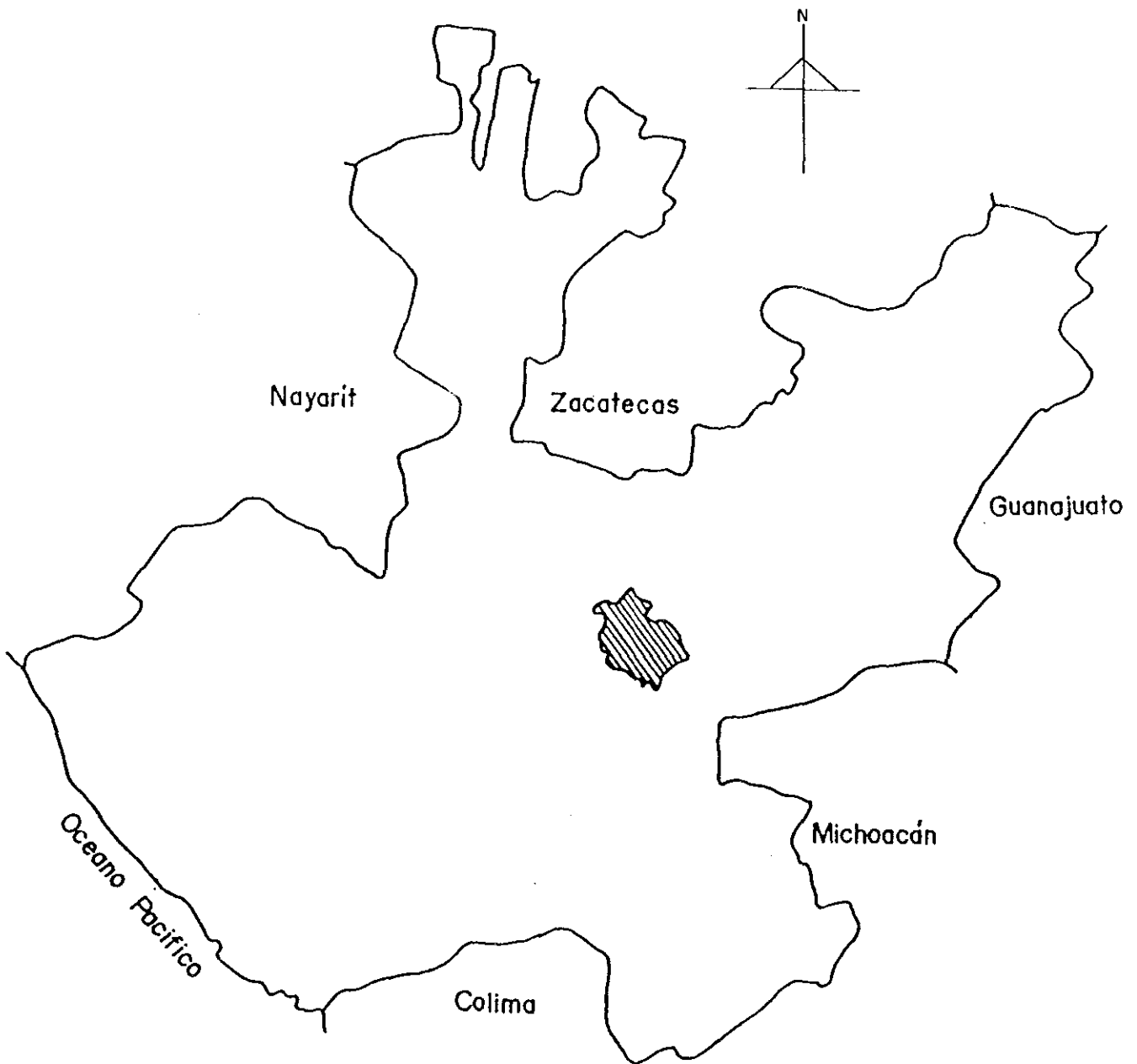


FIGURA 1. LOCALIZACION GEOGRAFICA DEL AREA DE ESTUDIO.

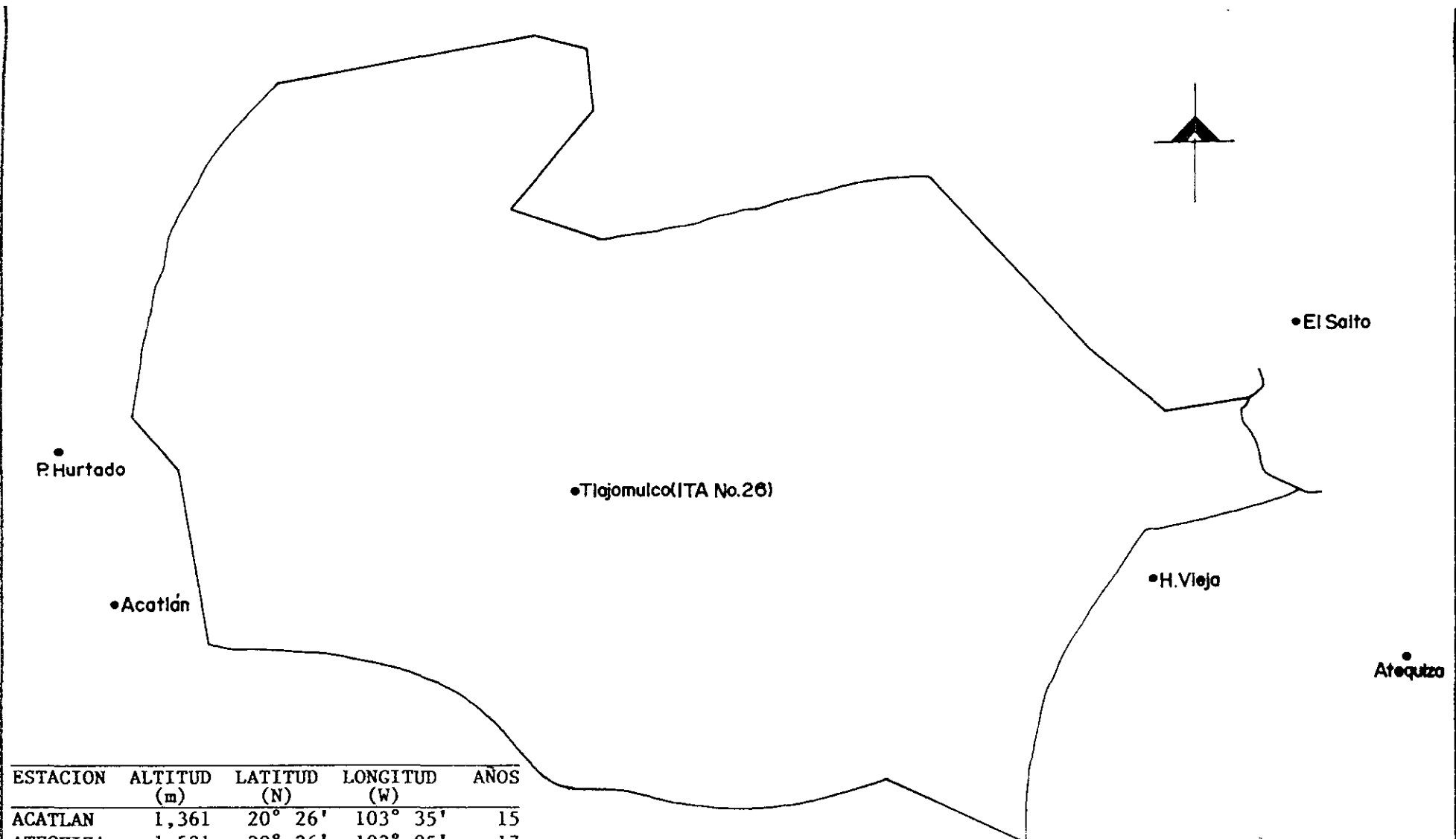
4.1.2. Cartografía

Para el análisis geográfico-ambiental se manejaron como herramientas cartográficas las fotografías aéreas B/N Esc. 1:37,000 de 1985-1987 y cartas temáticas Esc. 1:50,000 editadas por el INEGI, en especial la edafológica y la topográfica.

4.1.3. Estaciones Termopluviométricas

De un total de nueve estaciones localizadas en el área de influencia, algunas no eran representativas por estar muy alejadas e interferidas por barreras orográficas, disponer de información incompleta ó localizarse en áreas urbanas. Lo que ocasionó que no se consideraran tres y sólo se trabajara con las seis restantes; en las que se tenía la posibilidad de salvar los problemas antes citados y disponer en su mayor parte de información decenal de al menos los últimos 15 años, tal y como se muestra en la Figura 2. La información se obtuvo de los registros que se disponen en las series históricas que maneja la Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos, a través de la Dirección de Hidrología de la Comisión Nacional del Agua en el estado de Jalisco. Fue posible consultar datos diarios de las siguientes variables climáticas:

- a) Temperatura máxima (°C)
- b) Temperatura mínima (°C)
- c) Temperatura media (°C)
- d) Precipitación (mm)
- e) Evaporación (mm)



ESTACION	ALTITUD (m)	LATITUD (N)	LONGITUD (W)	AÑOS
ACATLAN	1,361	20° 26'	103° 35'	15
ATEQUIZA	1,521	20° 26'	103° 05'	17
EL SALTO	1,508	20° 31'	103° 09'	10
H. VIEJA	1,550	20° 17'	103° 14'	16
P. HURTADO	1,470	20° 28'	103° 39'	16
TLAJOMULCO	1,650	20° 28'	103° 27'	09

Esc. 1:200,000

FIGURA 2. LOCALIZACION GEOGRAFICA DE LAS ESTACIONES TERMOPLUVIOMETRICAS.

f) Presencia de heladas

g) Nubosidad

4.1.4. Cultivo

En base a información de estadísticas agrícolas de SARH, el municipio de Tlajomulco sustenta gran parte de su economía en cultivos básicos, entre los que destaca el maíz con 18,887 ha (81.0%) de un total de superficie cultivada de alrededor de 23,323 ha para los dos ciclos agrícolas (SARH, 1990-1991). Se selecciona a éste cultivo para estudiarlo bajo condiciones de temporal, dada su importancia en superficie cultivada, sistemas de producción y eficiencia productiva.

4.2. Metodología

El procedimiento metodológico que se siguió para obtener los objetivos de la presente investigación, se fundamenta en enfoques relacionados con la evaluación de tierras, recursos naturales y zonificación agroecológica de cultivos. Destacan, por su aplicación en este trabajo, la propuesta de Duch (1986) para el análisis del ámbito agrícola, expresado a través de la conformación territorial, el condicionamiento ambiental y el uso agrícola de la tierra. Se complementa con la metodología propuesta por Ortiz y Cuanalo (1978) en lo referente a las técnicas de fotointerpretación y análisis fisiográfico del paisaje. Por otra parte, para determinar la aptitud de la tierra, se adoptó la propuesta de FAO (1978 y 1981) del Proyecto de Zonas Agroecológicas, incorporando las adaptaciones hechas por

Villalpando (1985) y Ortiz (1987) para las condiciones de México. Todo ello basado en la interpretación del clima, suelo y manejo técnico de cultivos, como factores condicionantes para el establecimiento y desarrollo de la agricultura temporalera con énfasis al cultivo de maíz. Desde esta perspectiva, en la Figura 3 se muestra el esquema metodológico y los conceptos que se manejaron durante el desarrollo de la investigación.

4.2.1. Fotointerpretación

Se usó un estereoscopio de espejos para llevar a cabo el análisis interpretativo de los rasgos evidentes del paisaje (geomorfología, patrón de drenaje, relieve, etc.), así como las diferencias en tono y textura expresadas sobre las fotografías aéreas. Esto permitió la delimitación de unidades de fotointerpretación con cierto grado de homogeneidad paisajista, las que transferidas a una carta topográfica Esc. 1:50,000 produjeron un mapa-base; el cual sirvió de marco de referencia geográfica para todas las fases posteriores de la investigación.

4.2.2. Trabajo de Campo

Consistió en recorridos y muestreos en 75 sitios previamente establecidos y ubicados en el mapa-base, de acuerdo a la variabilidad que mostró el universo de estudio en la fase de fotointerpretación. La información recabada se relacionó con aspectos de ubicación, composición físico-biótica, restricciones ambientales, uso de la tierra y problemática técnica-agrícola. Además, el trabajo de campo se complementó con entrevistas a 30

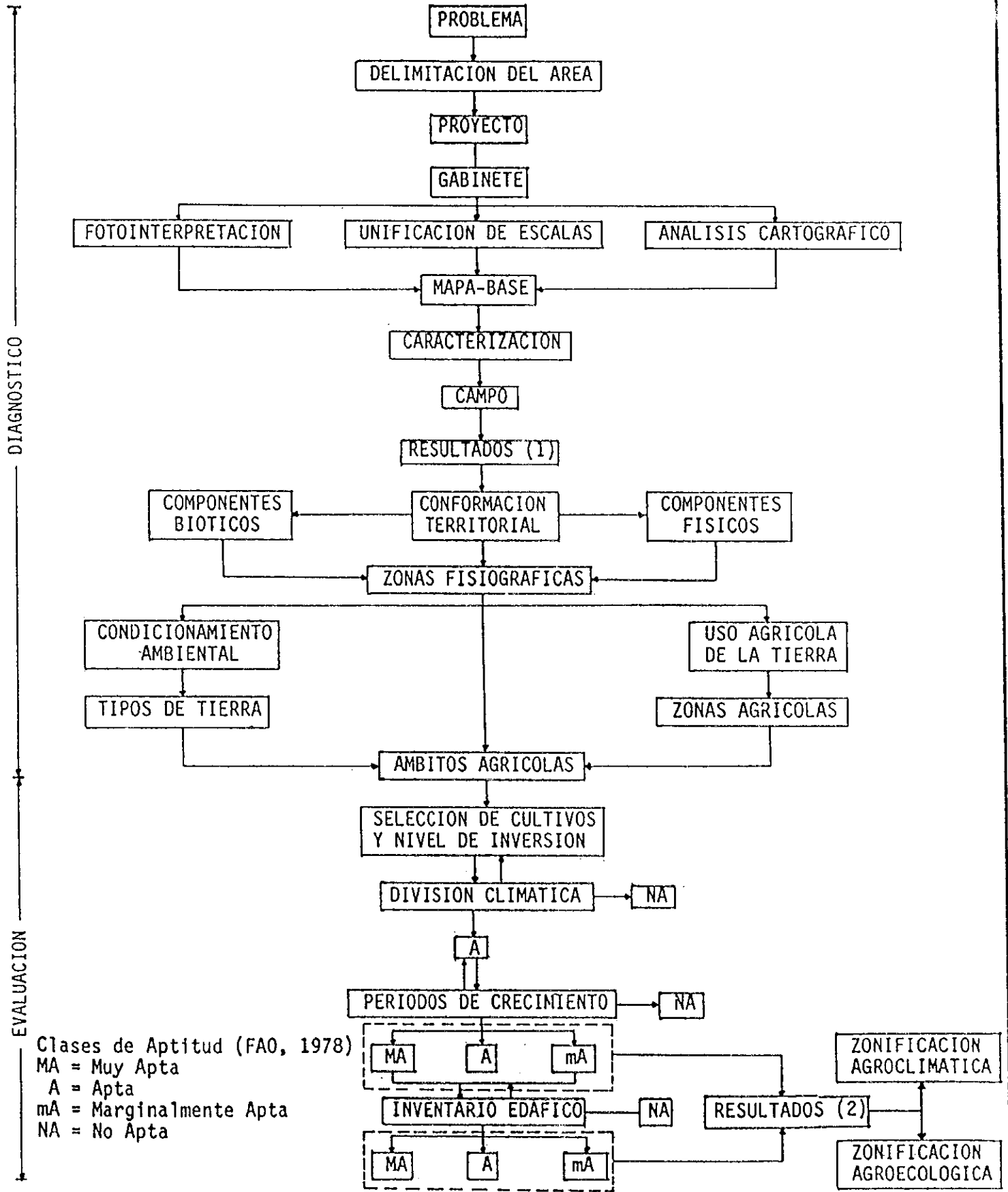


FIGURA 3. ESQUEMA METODOLOGICO Y RUTA CRITICA DEL PROYECTO.

productores, 5 técnicos y 2 funcionarios del sector agrícola del área, particularmente las instancias del grupo operativo municipal del Programa de Alta Producción de Maíz.

4.2.3. Análisis del Ambito Agrícola

Constituyó la primera parte de la investigación y estuvo estructurado por tres fases subsecuentes, de acuerdo a la propuesta de Duch (1986). Es además la base medular a partir de la cual se llevó a cabo la evaluación agroecológica prevista en la segunda y última parte de este trabajo.

a) Análisis particular de la composición físico-biótica en las unidades de fotointerpretación y su ordenación a través de patrones recurrentes del paisaje denominados zonas fisiográficas.

b) Interpretación del medio natural respecto al efecto que ejerce sobre la agricultura y su configuración espacial en zonas agroecológicas (FAO, 1981) ó ambientes para la producción agrícola (Larios y Hernández, 1992).

c) Estudio de la forma en que actualmente se están aprovechando las condiciones ambientales a través de los diferentes tipos de utilización de la tierra (FAO, 1976 y Duch, et.al. 1981). Para llegar finalmente, a una zonificación agrícola municipal en base al grado diferencial de desarrollo tecnológico en la agricultura.

4.2.4. Evaluación y Zonificación Agroecológica

Para llevar a cabo esta segunda etapa de la investigación fue necesario aplicar en su mayor parte la propuesta de FAO (1978 y 1981), ya que permitió su adaptación a las condiciones particulares del área de estudio y permitió evaluar las posibilidades de aprovechamiento agrícola de los recursos de tierras teniendo como prioridad al cultivo del maíz. Su estrategia metodológica se dividió para su operación en dos fases: la evaluación agroclimática y la agroecológica, limitándose a las posibilidades de producción de maíz en régimen de secano y concentrando su aplicación exclusivamente en los aspectos físicos de la tierra.

Selección del Tipo de Utilización y Nivel de Inversión

Se seleccionó al maíz como el cultivo objeto de la presente evaluación eligiendo el nivel tecnológico alto (Ortiz, 1987), permitiendo con esto definir las condiciones tecnológicas bajo las cuales se desarrolla. Es decir, se refiere a la producción de maíz de tipo comercial, con alta intensidad de capital e ingreso, mano de obra asalariada, mecanización completa, alto uso de insumos, asistencia técnica, etc.

Exigencias Climáticas y Edáficas del Maíz

Definir los requerimientos edafoclimáticas para el maíz constituye una parte fundamental del proceso de evaluación, ya que su comparación con la disponibilidad de recursos climáticos y

edáficos de la zona, permitirá identificar el nivel en que dichas exigencias son satisfechas en cada una de las zonas agroecológicas. Al respecto, en base a los requerimientos para maíz que reportan Doorenbos y Kassam (1979) y FAO (1981); se puede citar lo siguiente: Se requiere una estación de crecimiento entre 100 y 140 días, rango de temperatura óptima entre 24 y 30°C, suelos francos con profundidad mayor a 50 cm, sin fases físicas y bien drenados, y con una pendiente entre 0 y 8%.

Inventario Climático

El primer paso consistió en evaluar la adaptabilidad térmica del maíz en base a la temperatura media registrada durante su ciclo y considerando las Divisiones Climáticas Mayores propuestas por la FAO (1978) y las adaptaciones de Ortiz (1987). Posteriormente, se determinaron las estaciones de crecimiento gráficamente de acuerdo a la FAO (1978 y 1981), incluyendo las adecuaciones siguientes:

- 1) Se utilizó la precipitación decenal a una probabilidad del 75% (P75) para el período de Junio a Octubre, calculada en base al programa SICA Versión 1.0 desarrollado por Medina (1989).

- 2) La evapotranspiración potencial (ETP) se estimó a partir de la evaporación multiplicada por el factor 0.8 propuesto por García (1979), considerando que es el adecuado para estas condiciones de acuerdo con Villalpando (1985) y Nuño (1988).

3) Para el cálculo de la estación de crecimiento fue necesario llevar a cabo un balance simple de humedad, en el que se involucraron la evapotranspiración potencial (ETP) y la lluvia promedio al 75% de probabilidad. Esto permitió determinar el inicio de la estación de crecimiento en el punto en que se interceptan la precipitación y el 0.5 ETP. Se evidencia con esto, que es la fecha probable para la germinación óptima del maíz. En cambio, la fecha de terminación de la estación de crecimiento se determinó una vez que el cultivo había agotado la posible reserva de humedad acumulada en el perfil del suelo durante el periodo de lluvias.

4) La cuantificación de disponibilidad de humedad para el maíz se estimó a partir de un balance de la humedad del suelo, de acuerdo al método de FAO desarrollado por Frere y Popov (1980). Se contabilizaron a nivel decenal, de Junio a Octubre, los aportes proporcionados por la lluvia (P75), la evapotranspiración del cultivo (ETc) y la capacidad de almacenamiento del suelo (CA). Este balance hídrico permitió detectar posibles periodos críticos en los que hay deficiencias de humedad, las etapas en las cuales el maíz satisface sus demandas hídricas, las fases del ciclo en las que pueden ocurrir excedencias y la variación de las reservas de humedad del suelo. Se estima así para cada etapa fenológica el índice de humedad (I) que representa el porcentaje de satisfacción de requerimientos de agua.

Estimación de Rendimientos.

Se llevó a cabo mediante el método propuesto por FAD en su Proyecto de Zonas Agroecológicas (1978 y 1981), utilizado por Villalpando (1985) y Ortiz (1987) para maíz. Dicho método está basado en considerar únicamente la radiación solar y temperatura, suponiendo que los demás factores de la producción se encuentra en niveles óptimos. Se parte de la siguiente fórmula:

$$Y = B_n \cdot H_i$$

Donde:

Y= Rendimiento máximo sin restricciones agroclimáticas

B_n= Producción de biomasa neta

H_i= Índice de cosecha

El resultado obtenido de Y deberá ajustarse mediante la incorporación de los impedimentos agroclimáticos presentes en la zona, que permita una estimación de los rendimientos reales. Estos constituyen la base cuantitativa para zonificar el área en clases de aptitud agroclimática, a partir del porcentaje en el rendimiento real respecto al máximo sin impedimentos y manejando el siguiente criterio:

Muy Apta (MA)	80-100%
Apta (A)	40-80%
Marginalmente Apta (mA)	20-40%
No Apta (NA)	Menor al 20%



Inventario Edáfico

Las fuentes de información para llevarlo a cabo fueron la carta edafológica Esc. 1:50,000 del INEGI y la información directa de campo. Su incorporación en la evaluación adquiere gran importancia, ya que se podría disponer del mejor clima para el maíz sin la certeza de que también los suelos fueron adecuados. Además, constituye el segundo componente para llegar a una evaluación agroecológica (Villalpando, 1985). Su valoración para mantener o modificar la aptitud agroclimática es de tipo cualitativo, atendiendo a las exigencias edáficas del maíz propuestas por FAO (1981) y tomando en cuenta las siguientes características: Unidad de Suelo (FAO), Fases Físicas, Textura y Pendiente. Para esto se utiliza el símbolo S1 cuando la característica en cuestión responde en gran parte a las exigencias del maíz y por consiguiente se mantiene la aptitud agroclimática; S2 cuando la característica sólo responde parcialmente a los requisitos del maíz y la aptitud agroclimática se degrada en una clase; y N cuando la característica no responde a los requisitos mínimos del maíz y la aptitud agroclimática pasa hasta la clase No Apta (NA).

Las valoraciones para unidades de suelo y fases físicas aparecen en los Cuadros 14 y 15 del Anexo, respectivamente. Por otra parte, para valorar las texturas y pendiente se adoptaron los criterios propuestos por Ortiz (1990). Con ellos, todas las clasificaciones de suelos con texturas medias (2) y finas (3)

permanecen invariadas (S1) y solamente las texturas gruesas (1) se reducen a una clase (S2), la aptitud agroclimática. Respecto a la pendiente se asignó S1 para las topoformas de planicies (0-8%), S2 para los lomeríos (8-30%) y N para las sierras (mayor a 30%).

Zonificación Agroecológica

La evaluación agroecológica final de aptitud potencial de la tierra para maíz, se llevó a cabo de manera práctica a través de la sobreposición del plano de evaluación del suelo al de evaluación agroclimática, obteniéndose de esta forma, un plano final de aptitud agroecológica para la producción de maíz con el nivel tecnológico alto previamente definido.

5. RESULTADOS Y DISCUSION

5.1. Mapa-base de Unidades de Fotointerpretación

Constituye el resultado del proceso de fotointerpretación llevado a cabo sobre las fotografías aéreas Esc. 1:37,000. En dicho proceso se consideraron aspectos relacionados con el tono y textura fotográfica, así como el patrón geomorfológico y de drenaje que era evidente al momento de la interpretación. Los resultados indican que el área de estudio muestra una gran diversidad paisajística, producto de la evolución geomorfológica que se ha dado dentro de la misma. Esto se demuestra por la división del área en 36 unidades cartográficas relativamente homogéneas, cuya caracterización y ubicación geográfica se presenta en el Cuadro 1 y la Figura 4, respectivamente.

Las unidades cartográficas de fotointerpretación representan la base geográfica sobre la cual se referirán todas las fases de la investigación. La cual sirve de marco de referencia geográfico-ambiental para el estudio de la fisiografía, las zonas agroecológicas, el uso agrícola de la tierra y la determinación de la aptitud para la producción de maíz.

5.2. Ambito de la Producción Agrícola

Resulta ser el concepto metodológico central para la primera fase de la investigación, mediante el cual fue posible establecer relaciones que se dan entre la sociedad y la naturaleza a través del proceso agrícola. Su manifestación se dió a través de los

CUADRO 1. CARACTERIZACION DE LAS UNIDADES DE FOTOINTERPRETACION DEL MUNICIPIO DE TLAJOMULCO DE ZUÑIGA, JALISCO.

No.	P A I S A J E	USO DE LA TIERRA	OBSERVACIONES
1	Area baja semi-inundable	Mezquital y pastizal	Potreros ganaderos
2	Planicie suavemente ondulada	Agricultura de Temporal	Parcelización homogénea
3	Lomas amplias y Pend. suaves	Agr.de Temp. y Riego	"Bajfos" tipo "vados"
4	Lomas amplias y Pend.moderadas	Agr.de Temp. y Pastizal	Areas planas localizadas
5	Domos y mesetas onduladas	Matorrales	Potreros ganaderos
6	Planicie y áreas bajas	Pastizales	Aeropuerto
7	Mesetas onduladas y lad. suaves	Matorral y pastizal	Areas localizadas de Agr.
8	Lomas amplias y convexas	Agr.Temp. y matorral	Areas localizadas c/veg.
9	Planicie ligeramente ondulada	Agr. de temporal	Parcelizacion homogénea
10	Lomas amplias y planos-ondulados	Agr. de temporal	Parcelización homogénea
11	Mesetas y domos c/Pend. moderada	Matorral y Agr. de Temp.	Drenaje dendrítico
12	Lomas amplias y Pend. suaves	Matorral y Agr. de Temp.	Parcelización homogénea
13	Planicie y áreas bajas	Agr. de Temp. y pastizal	Area sujeta a inundarse
14	Planicie y áreas bajas	Agr. de Temp. y pastizal	Area sujeta a inundarse
15	Mesetas convexas y laderas suaves	Agr. de Temp. y matorral	Drenaje dendrítico
16	Domos y laderas moderadas	Matorrales y pastizal	Drenaje dendrítico
17	Cañada y laderas moderadas	Agr. de Temp. y matorral	Agr. en áreas planas
18	Sierras y mesetas pronunciadas	Matorral y encinar	Geomorfología compleja
19	Lomas amplias y "bajfos"	Agricultura de temporal	Toda el área cultivada
20	Planicie	Agricultura de temporal	Parcelización homogénea
21	Cerro escarpado	Matorrales	Areas localizadas de Agr.
22	Lomas amplias y áreas planas	Agricultura de temporal	Drenaje dendrítico
23	Cerros escarpados	Matorral y Pastizal	Drenaje paralelo
24	Lomas amplias	Pastizal y Agr. de Temp.	Potreros ganaderos
25	Planicie ligeramente ondulada	Agr.de Temp. y pastizal	Parcelización homogénea
26	Lomerío suave y pie de monte	Agr. de Temp. y pastizal	Drenaje dendrítico
27	Pie de monte y laderas suaves	Matorral	Obras de conserv.de suelos
28	Planicie y lomas amplias	Agr. de Temp. y matorral	Hay área lacustre
29	Lomas suaves y pie de monte	AGR. de Temp. y matorral	Hay agr. en la porción alta
30	Laderas suaves y mesetas convexas	Matorral-pastizal y Agr.	Drenaje radial volcánico
31	Formaciones volcánicas y mesetas	Eucino-pino	Drenaje dendrítico
32	Meseta con ondulaciones	Agr. de temporal	Terrenos de humedad
33	Aparato volcánico	Matorral y encinar	Drenaje radial
34	Domos volcánicos y mesetas	Matorral y Agr. de Temp.	Mesetas escalonadas
35	Mesetas onduladas	Agr. de Temp. y matorral	Agr. en áreas planas
36	Lomas amplias	Agr. de Temp. y matorral	Parcelización homogénea

FUENTE: ELABORADO A PARTIR DE LA INTERPRETACION DE FOTOGRAFIAS AEREAS B/N ESC. 1:37,000 Y COMPLEMENTO CON LA CARTA DE USO DEL SUELO Y VEGETACION. ESC. 1:50,000 (INEGI, 1991)

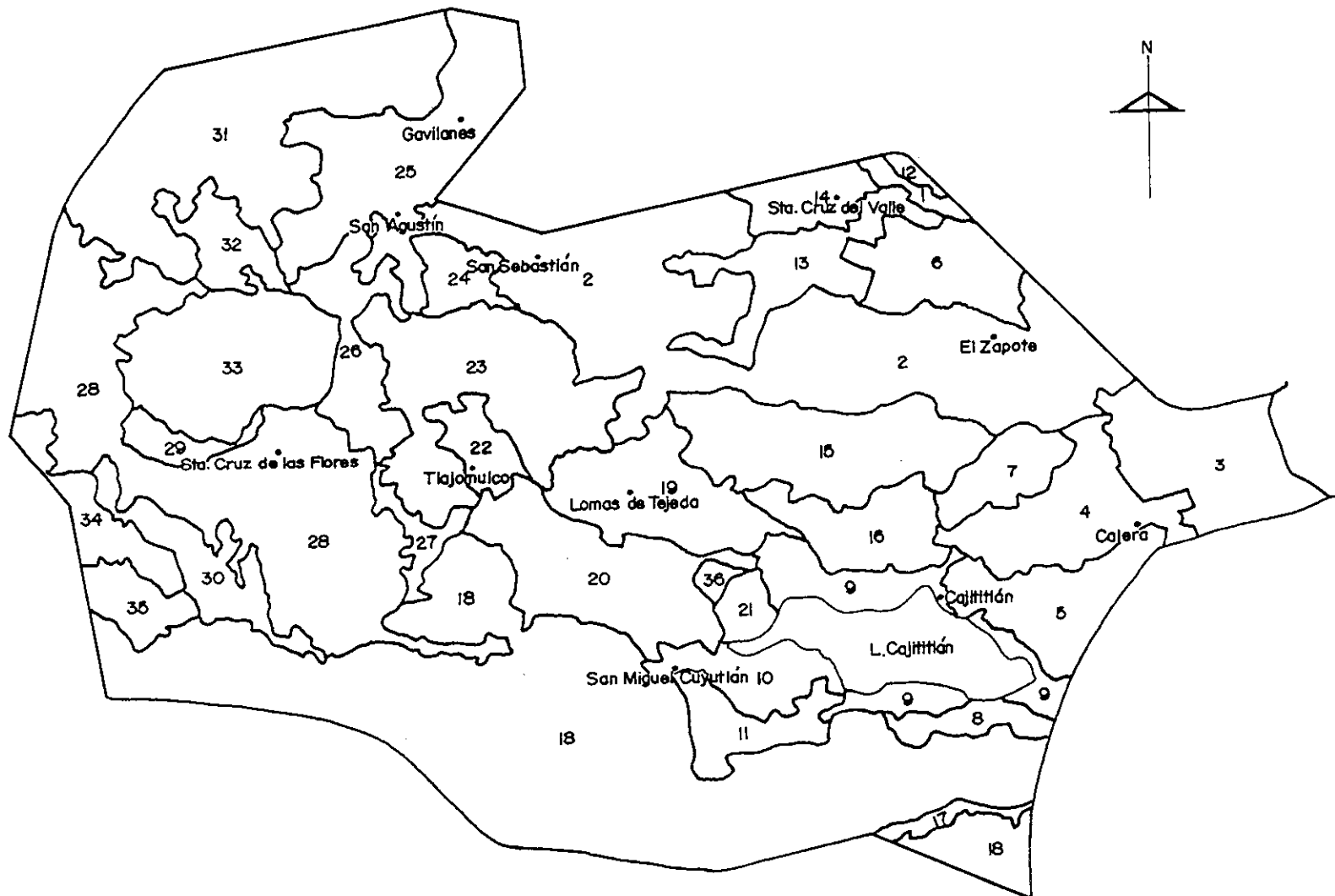


FIGURA 4. MAPA-BASE DE UNIDADES DE FOTOINTERPRETACION DEL MUNICIPIO DE TLAJOMULCO DE ZUÑIGA, JALISCO.

distintos patrones de uso de la tierra, espaciados dentro de una diversidad de componentes naturales y condiciones ambientales que caracterizan al área de estudio, tal y como lo menciona Duch (1986 y 1988). Esto permitió estudiar los fenómenos primeramente de manera particular y después en forma conjunta, dada la complejidad de abordarlos integralmente desde un principio.

5.2.1. Conformación Territorial

Es el resultado del análisis particular de la composición físico-biótica que se expresa de manera conjunta a través de la configuración fisiográfica y los patrones recurrentes del paisaje.

Geomorfología

Las principales formas terrestres o topoformas que caracterizan el área están representadas por planicies, lomeríos y sierras, las cuales, en su mayoría son de origen volcánico y de edad terciaria, a excepción de la planicie que presenta sedimentos de la era cuaternaria. Se pudo encontrar un paisaje en el que sobresalen estructuras volcánicas inactivas y extensas áreas cubiertas de materiales arenosos (SiO_2) de origen volcánico. Por lo tanto, hay una dominancia de rocas ígneas extrusivas (basaltos, brechas, tobas y andesitas) en los lomeríos y sierras, y la presencia de suelos aluviales en la planicie (CETENAL, 1975). Respecto a la variación que presentan las formas terrestres en cuanto a su inclinación, resulta que las

planicies muestran pendientes de 0 a 8%, los lomeríos de 8-30% y las sierras se caracterizan por inclinaciones entre 30 a 70% o más. Además, la variación altitudinal se expresa en 1550 m en la planicie y 2700 m en la parte más alta de la sierra El Madroño al Sur del área de estudio.

La caracterización geomorfológica se muestra en las Figuras 5 y 6, en donde se observa que la variación en geoformas puede condicionar de manera diferencial la dinámica degradativa de los suelos y la génesis y morfología de éstos; además, constituye un atributo del medio natural que junto con otros, permite definir la configuración fisiográfica de la zona.

Clima

El Cuadro 2 muestra el comportamiento decenal de la precipitación al 75% (P75) de probabilidad y el de la evapotranspiración potencial (ETP). Se puede observar que la precipitación varía de 381.2 a 427.0 mm. en el período de Junio a Octubre, y que en la mayoría de los casos en el mes de Julio la precipitación es mayor que la evapotranspiración potencial; a excepción de Tlajomulco en donde se presenta en Agosto-Septiembre. Esto nos indica la presencia de un período húmedo en el que habría la posibilidad de almacenamiento de humedad en el suelo, dependiendo de las características físicas y ubicación geográfica de éste.

Respecto al comportamiento de la temperatura, el Cuadro 3 muestra que en el área de estudio se expresa de Junio a Octubre

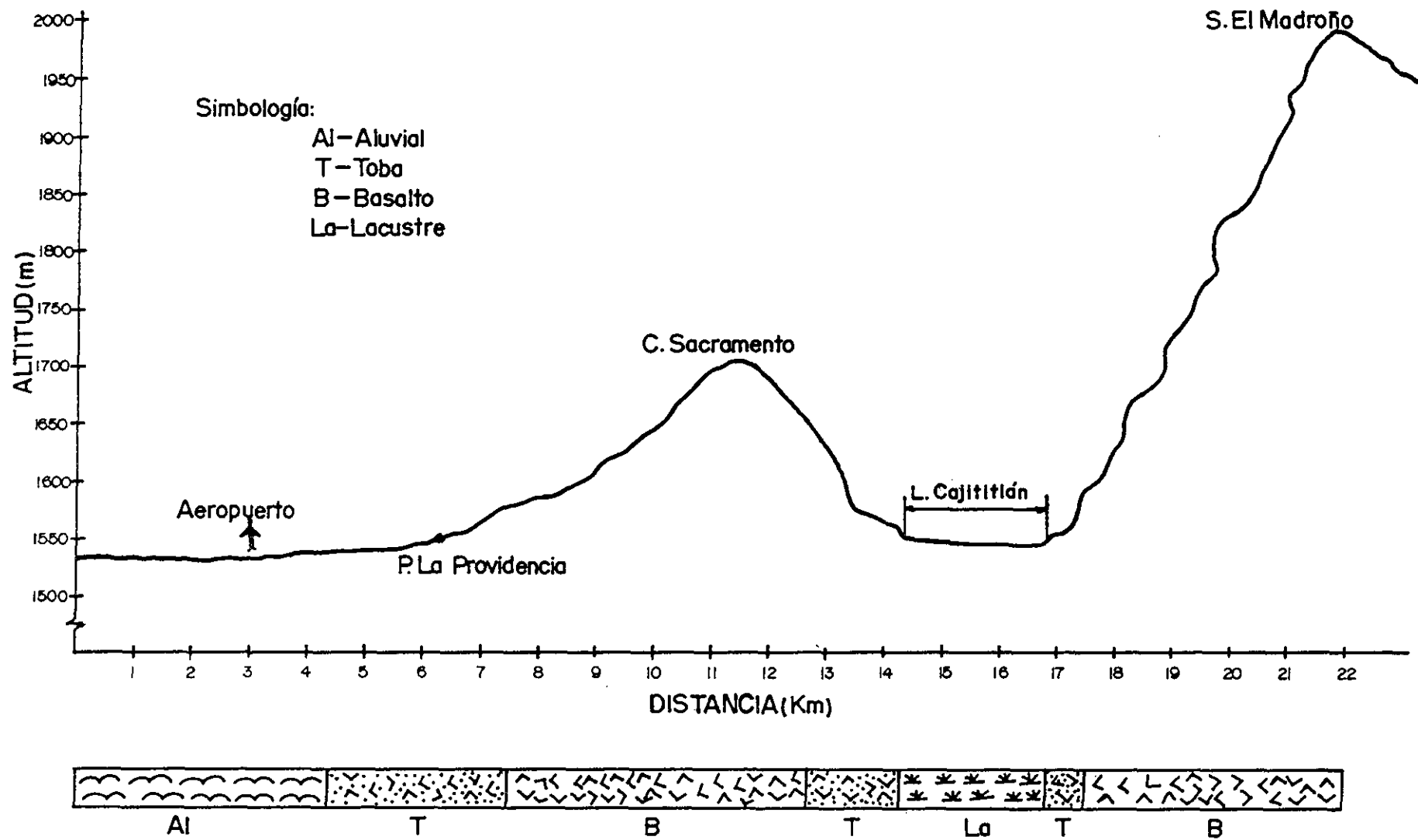


FIGURA 5. PERFIL GEOMORFOLOGICO NORTE-SUR SOBRE EL MERIDIANO 103°20'

Simbología:

- Al-Aluvial
- T-Toba
- B-Basalto
- A-Andesita

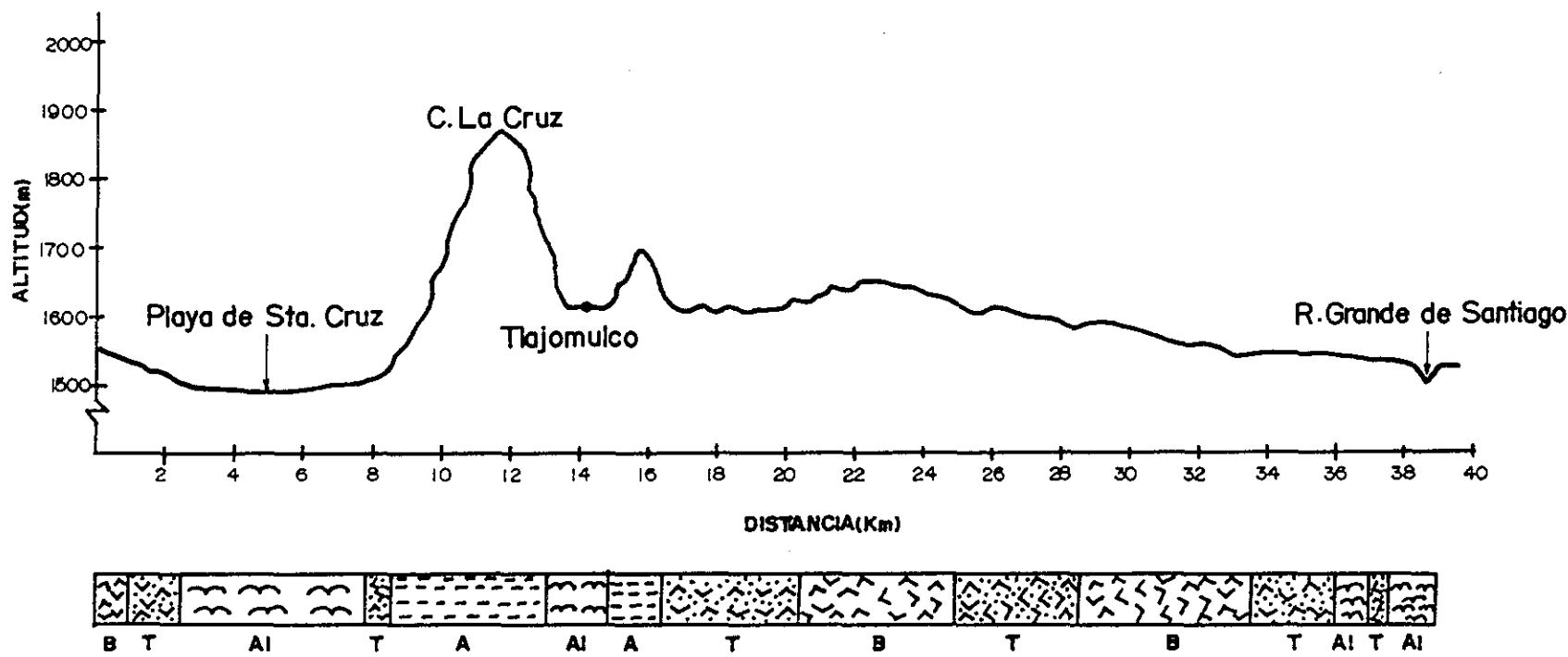


FIGURA 6. PERFIL GEOMORFOLOGICO ESTE-OESTE SOBRE EL PARALELO 20°28'30"

CUADRO 2. COMPORTAMIENTO DECENAL DE LA PRECIPITACION (P75) Y LA EVAPOTRANSPIRACION POTENCIAL (ETP) DE JUNIO A OCTUBRE EN EL AREA DE ESTUDIO.

DECENA ESTACION		JUNIO			JULIO			AGOSTO			SEPTIEMBRE			OCTUBRE			TOTAL
		1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	
TLAJOMULCO	P75	11.6	31.9	24.9	43.4	48.9	43.1	46.9	34.0	43.5	38.9	17.2	11.2	6.6	32.2	1.7	407.0
	ETP	84.3	74.5	67.5	53.8	49.7	59.6	43.1	37.2	38.3	33.5	31.1	32.5	31.3	29.6	34.6	
	0.5ETP	42.1	37.3	33.8	26.5	24.8	29.8	21.5	18.6	19.1	16.7	15.5	16.2	15.6	14.8	17.3	
ACATLAN	P75	1.8	20.8	31.5	42.7	53.9	46.7	34.4	31.7	32.1	37.6	14.2	5.5	9.8	2.6	1.4	366.7
	ETP	57.5	47.5	41.3	36.8	37.6	40.7	36.5	34.3	41.6	32.3	33.7	34.8	33.4	35.4	36.6	
	0.5ETP	28.7	23.7	20.6	18.4	18.8	20.4	18.2	17.2	20.8	17.6	16.9	17.4	16.7	17.7	18.3	
ATEQUIZA	P75	3.3	10.3	37.7	40.8	48.7	44.9	42.7	36.2	42.6	37.0	22.8	6.1	4.5	2.4	1.2	381.2
	ETP	74.5	60.9	54.8	43.5	42.8	46.1	44.3	38.9	43.6	36.9	35.2	39.0	34.6	35.2	38.0	
	0.5ETP	37.2	30.5	27.4	21.8	21.4	23.0	22.1	19.4	21.8	18.5	17.6	19.5	17.3	17.6	19.0	
HUERTA VIEJA	P75	5.0	24.3	17.0	39.0	68.0	48.2	24.2	44.6	35.2	45.2	32.7	6.4	10.7	4.4	1.7	406.6
	ETP	53.2	45.2	44.5	40.5	42.8	44.5	37.6	36.4	41.8	38.1	29.3	32.3	29.3	22.9	24.5	
	0.5ETP	26.6	22.6	22.3	20.2	21.4	22.2	18.8	18.2	20.9	19.0	14.6	16.1	14.6	11.4	12.2	
PRESA HURTADO	P75	2.8	13.9	27.2	64.4	49.1	54.6	34.0	40.5	30.5	47.7	9.2	11.3	8.2	3.4	1.2	398.0
	ETP	68.3	55.3	51.9	42.8	42.6	45.6	42.6	41.0	42.2	39.5	34.9	35.4	33.6	34.8	37.3	
	0.5ETP	34.1	27.6	25.9	21.4	21.3	22.8	21.3	20.5	21.1	19.7	17.5	17.7	16.8	17.4	18.6	
EL SALTO	P75	4.9	16.3	52.0	66.2	42.6	55.8	46.4	36.7	43.4	33.8	17.5	4.9	3.5	1.8	1.2	427.0
	ETP	48.6	38.0	42.2	34.9	35.1	37.7	33.5	35.7	43.9	30.1	32.8	31.3	29.3	25.8	29.1	
	0.5ETP	24.3	19.0	21.1	17.4	17.5	18.8	16.7	28.6	21.9	15.2	16.4	15.6	14.6	12.9	14.6	

P75 = Precipitación al 75% (mm)

ETP = Evapotranspiración potencial (mm)

CUADRO 3. COMPORTAMIENTO DECENAL DE LA TEMPERATURA (°C) DE JUNIO A OCTUBRE EN EL AREA DE ESTUDIO.

ESTACION	DECENA	JUNIO			JULIO			AGOSTO			SEPTIEMBRE			OCTUBRE			$T_{x_{J-0}}$
		1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	
TLAJOMULCO	TM	31.4	29.5	28.7	26.8	26.8	27.1	26.7	26.4	27.1	26.9	26.7	26.4	27.0	27.5	27.7	27.5
	Tm	15.0	15.7	15.9	15.5	14.6	14.4	14.7	14.7	14.5	14.5	14.0	13.4	12.1	11.2	10.0	14.0
	$T_{\bar{x}}$	23.2	22.6	22.3	21.1	20.7	20.7	20.7	20.5	20.8	20.7	20.3	19.9	19.5	19.3	18.8	20.7
ACATLAN	TM	33.5	31.6	30.4	29.1	29.1	29.1	29.1	28.1	28.8	28.5	28.3	28.6	29.1	28.8	28.5	29.4
	Tm	14.3	16.5	16.7	16.0	15.9	15.8	15.6	15.5	15.8	15.7	15.7	15.4	14.3	13.5	12.4	15.3
	$T_{\bar{x}}$	23.9	24.0	23.5	22.5	22.5	22.4	22.3	21.8	22.3	22.1	22.0	22.0	21.7	21.1	20.4	22.3
ATEQUIZA	TM	33.0	30.8	29.5	27.8	27.5	27.4	27.5	27.4	27.5	27.4	27.1	27.3	27.4	27.4	27.5	28.1
	Tm	17.6	17.7	17.5	17.0	16.8	16.6	16.3	16.5	16.5	16.4	15.9	15.2	14.3	13.1	12.3	16.0
	$T_{\bar{x}}$	25.3	24.2	23.5	22.4	22.1	22.0	21.9	21.9	22.0	21.9	21.5	21.2	20.8	20.2	19.9	22.0
HUERTA VIEJA	TM	32.7	30.5	29.1	27.2	26.6	26.5	26.6	27.0	26.9	26.7	26.5	26.7	26.7	26.6	26.7	27.5
	Tm	16.2	16.2	16.1	15.3	15.1	15.2	14.7	14.7	14.6	14.4	14.2	14.0	13.0	12.2	11.1	14.5
	$T_{\bar{x}}$	24.4	23.3	22.6	21.2	20.8	20.8	20.6	20.8	20.7	20.5	20.3	20.3	19.8	19.4	18.9	21.0
PRESA HURTADO	TM	32.4	30.9	29.8	27.7	27.3	27.4	27.6	27.6	27.9	27.3	27.4	27.3	27.5	27.1	27.0	28.1
	Tm	13.2	14.8	14.8	14.4	14.3	14.1	14.0	14.0	14.1	14.2	14.0	13.4	12.3	11.0	9.7	13.5
	$T_{\bar{x}}$	22.8	22.8	22.3	21.0	20.8	20.7	20.8	20.8	21.0	20.7	20.7	20.3	19.9	19.0	18.3	20.8
EL SALTO	TM	31.4	30.1	29.7	28.6	27.9	27.7	27.6	27.2	27.4	26.6	27.0	27.1	26.8	27.0	27.4	27.9
	Tm	15.1	15.2	15.2	15.2	15.1	15.0	14.9	14.8	15.1	14.9	14.8	13.8	12.6	11.3	10.9	14.2
	$T_{\bar{x}}$	23.2	22.6	22.4	21.9	21.5	21.3	21.2	21.0	21.2	20.7	20.9	20.4	19.7	19.1	19.1	21.1

TM = Temperatura máxima (°C)

Tm = Temperatura mínima (°C)

$T_{\bar{x}}$ = Temperatura media (°C)

$T_{x_{J-0}}$ = Temperatura media de Junio a Octubre (°C)

de la siguiente forma: las temperaturas máximas promedio varían de 27.5°C a 29.4°C, las mínimas promedio de 14.0°C a 16.0°, y por consiguiente, las medias oscilan entre 20.7°C y 22.3°C. Registrándose una media general para el área de 21.3°C. Estas temperaturas se encuentran dentro del rango de lo admisible para el maíz, de acuerdo a lo citado por Villalpando (1989).

Otro aspecto relacionado con el clima es la disponibilidad de radiación solar, ya que el contar con datos del régimen y distribución a nivel regional, es posible la zonificación de cultivos en base a sus requerimientos de radiación solar estacional (Villalpando, 1989). De ésta forma, al estimar la radiación solar a partir de nubosidad (Junio-October), resultó que en el área de estudio se dispone de una radiación promedio de 484.4 cal/cm²/día y una intensidad de alrededor de 1.0 cal/cm²/min. Por lo que se infiere que es adecuada para el desarrollo de cultivos C4 de los grupos III y IV propuestos por la FAO (1978 y 1981), y entre los que se encuentra el maíz.

Este análisis constituye la base para la evaluación agroclimática que posteriormente se abordará, y que permite determinar el efecto que ejerce sobre la adaptabilidad del cultivo de maíz en el área, ya que la temperatura y la radiación solar son factores climáticos que condicionan a dicho fenómeno y a la tasa de desarrollo de las especies cultivadas; en cambio, la precipitación se relaciona principalmente con el rendimiento (Ortiz, 1990). Sin embargo, en ocasiones la temperatura y

radiación solar pueden permitir el desarrollo de alguna especie, pero simultáneamente imponer fuertes barreras al rendimiento.

Suelos

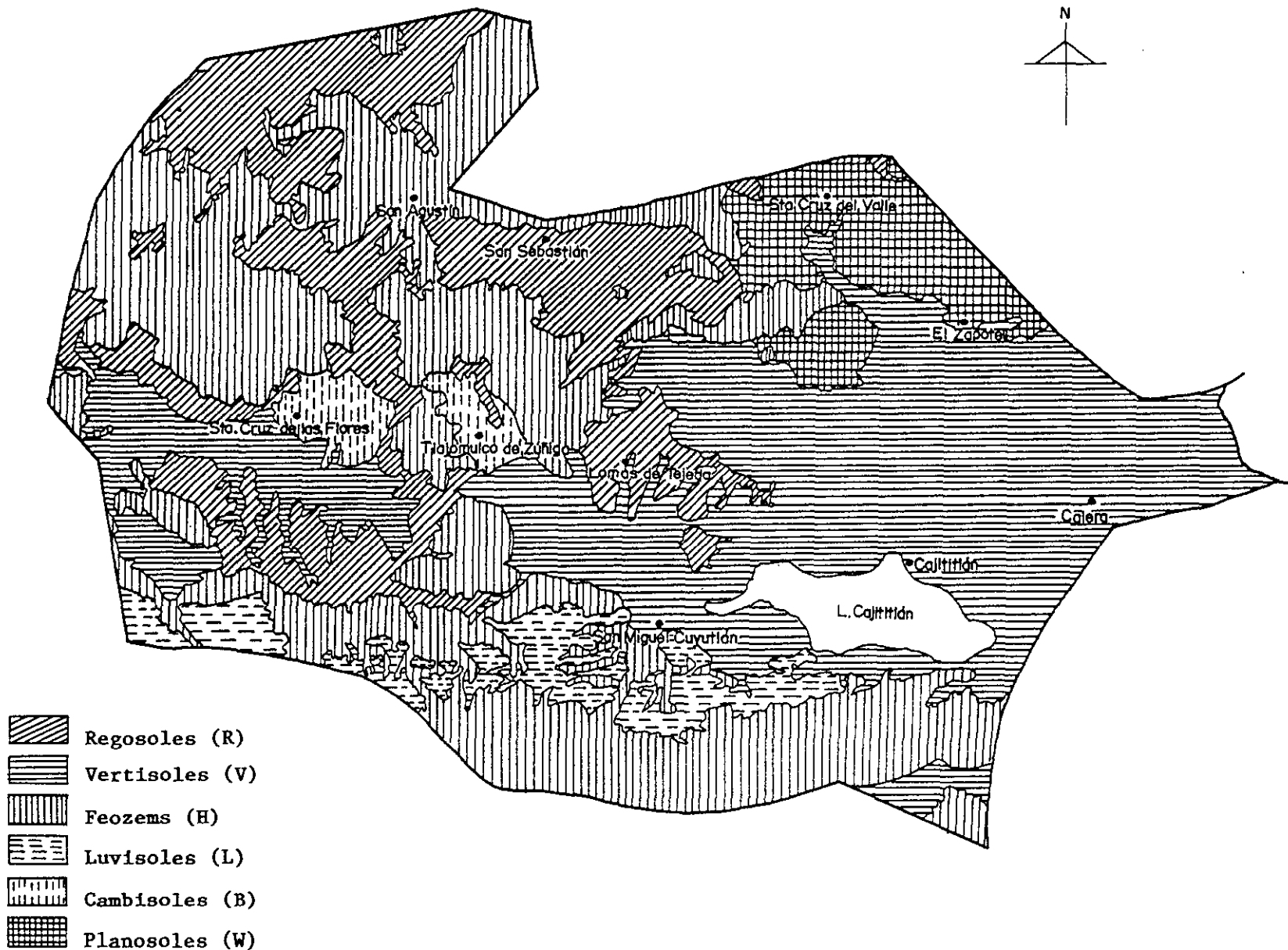
Es un componente importante del medio natural, el soporte físico de las plantas cultivadas y la fuente de suministro de agua y nutrientes para éstas. Sus propiedades y características dependen de la acción conjunta en que varios factores ambientales han impactado sobre el material parental a través del tiempo. Ello hace que en la naturaleza aparezca una gama de tipos de suelo asociados con una determinada condición ambiental y posición geográfica particular. En éste sentido, el estudio de las condiciones edáficas en la presente investigación tiene como fin analizar sólo aquéllos factores que se relacionen con el uso y manejo de la agricultura temporalera de Tlajomulco. Es decir, características y propiedades asociadas con el almacenamiento de humedad, técnicas de labranza, disponibilidad de nutrimentos y adaptabilidad de cultivos.

De esta forma, en el área territorial bajo estudio el sustrato edáfico esta fuertemente asociado con la geomorfología regional. O sea, se pueden encontrar suelos cuyo material parental ha sufrido un proceso de intemperización "in-situ" y los que han sido producto de una depositación paulatina a través del tiempo. En este sentido, las principales unidades de suelo (FAO) más representativas aunadas con algunas características que las

distinguen, se citan a continuación y se muestran geográficamente en la Figura 7.

Regosoles (R). Suelos que se caracterizan por no presentar horizontes de diagnóstico y por lo general son de colores claros y muy parecidos al material parental que los subyace. Muestran texturas gruesas (arenas), profundidad no mayor a los 60 cm y se originan a partir de tobas volcánicas. Desde el punto de vista agrícola, estos suelos ricos en materiales higroscópicos ("Jal") es posible convertirlos, mediante un manejo adecuado de labranza, en terrenos de humedad residual, muy adecuados para establecer maíz mecanizado de ciclo intermedio - tardío a partir de la tercera decena de Abril. Sin embargo, actualmente enfrentan un proceso acelerado de degradación, reflejado principalmente en la disminución de los contenidos de materia orgánica, acidez, baja estabilidad de sus agregados, encostramiento y erosión. Estos terrenos los podemos encontrar en los ejidos de Lomas de Tejeda, San Sebastián, San Agustín y algunas porciones de Santa Cruz de las Flores, entre otros.

Vertisoles (V). Poseen más del 30% de arcilla expandible en todos sus horizontes y tienen como característica distintiva que se agrietan debido a que se contraen las partículas cuando están secos y se expanden en húmedo; por lo general son de colores negros o grises. Su profundidad varía dependiendo de la posición geográfica en la que se encuentren; por ejemplo, en los lomeríos muestran profundidades entre 20 y 50 cm; en cambio, rebasan los 100 cm en los valles y planicies. Por lo general poseen una



FUENTE: Carta Edafológica Esc. 1:50,000 (CETENAL, 1974)

Esc. 1:200,000

FIGURA 7. UNIDADES DE SUELO (FAO) DOMINANTES EN EL MUNICIPIO DE TLAJOMULCO DE ZUÑIGA, JALISCO.

fertilidad potencial alta; sin embargo, presentan algunos problemas para su manejo, ya que su dureza, cuando están secos, dificulta las labores de labranza, y con excesos de humedad no es posible trabajarlos con maquinaria. Además, en el área de estudio tienen problemas de compactación a los 30 cm, debido a la formación de "piso de arado" como consecuencia del paso continuo de maquinaria pesada para el laboreo, imponiendo restricciones para el desarrollo radical y el adecuado drenaje interno. La mayor parte de estos suelos son aprovechados para el cultivo de maíz mecanizado de temporal; además, en áreas planas con suelos profundos, es posible establecer garbanzo bajo condiciones de humedad residual inmediatamente después de haberse cosechado el maíz. Su localización geográfica conforma una franja Este-Oeste en la parte central del área de estudio, ocupando espacios de los ejidos Calera, Cajititlán, San Miguel Cuyutlán, Tlajomulco y La Teja.

Feozems (H). Se distinguen por tener una capa superficial oscura, suave, rica en materia orgánica y nutrientes; además, los ubicados en laderas pronunciadas son someros (20-30 cm) a diferencia a los que se localizan en planicies (50-70 cm) y se asocian geográficamente con Regosoles (R). Su aprovechamiento agrícola depende de las condiciones topográficas en las que se encuentren. Es decir, en relieves accidentados de la parte Sur y Noreste del área el uso del suelo es limitado; en cambio, los suelos de las planicies de San Agustín, al Norte, los podemos encontrar con maíz mecanizado de temporal.

Luvisoles (L). Son suelos que poseen un enriquecimiento significativo de arcilla en el subsuelo, debido fundamentalmente a los procesos de lixiviación ocasionados por la acción del agua. Por lo general, son ácidos y de colores rojos claros, aunque también presentan tonos pardos ó grises. Su aprovechamiento agrícola está representado por maíz en las modalidades de mecanizado en áreas de poca pendiente y "coamil" en el resto de éstas. Se ubican principalmente en el pie de monte conformando una franja Este-Oeste al Sur del área de estudio.

Cambisoles (B). Se consideran desde el punto de vista de su evolución, como jóvenes y poco desarrollados; presentando en el subsuelo una capa con fragmentos de roca a la cual pertenecen. Su aprovechamiento agrícola queda restringido a pequeñas áreas de Tlajomulco y Santa Cruz de las Flores para el cultivo de maíz mecanizado de temporal y el resto se dedica al pastoreo de cabras.

Planosoles (W). Están muy localizados en la porción Noreste del área de estudio en el ejido de Santa Cruz del Valle, y son suelos que se caracterizan por presentar un relieve muy plano. Además, debajo del horizonte superficial poseen otra capa más o menos delgada de color claro y arcillosa, la cual es ácida e infértil. Debajo de la capa antes citada, se presenta un subsuelo muy arcilloso e impermeable, ocasionando que estos terrenos sean muy susceptibles a inundación y saturación frecuente con el agua de lluvia. Por lo tanto, el aprovechamiento de estos terrenos se restringe a pastizales naturales para

ganadería bovina y al cultivo de maíz en áreas en donde la inundación no es muy frecuente o en las que es posible drenar los excesos de humedad.

En resumen, se puede afirmar que del total de recursos edáficos que se dispone en el área de estudio, solamente las unidades Vertisol (H), Regosol (R) y Feozem (H) son las de mayor importancia agrícola, tanto por su potencial productivo como por las condiciones geográficas de su ubicación. El resto de los tipos de suelos adquieren importancia para la vida silvestre, pastoreo y reservas ecológicas, ya que su principal limitante la constituye las fuertes pendientes, profundidad efectiva reducida y pedregosidad superficial e interna alta.

Vegetación

Este componente del medio natural, a pesar de su deterioro en la mayor parte del área de estudio, constituye una característica sobresaliente del paisaje rural (Figura 8), por lo que en base a recorridos de campo, fue posible verificar las asociaciones florísticas que a continuación se describen:

Mezquital. Vegetación de la que solamente podemos encontrar relictos, debido a que se asocia con suelos de las áreas de planicie que han sido sometidas a la agricultura. Está dominada por mezquites (Prosopis sp.), especie que desarrolla un fuste bien definido y que en la mayoría de los casos sobrepasa los 4 metros de altura.

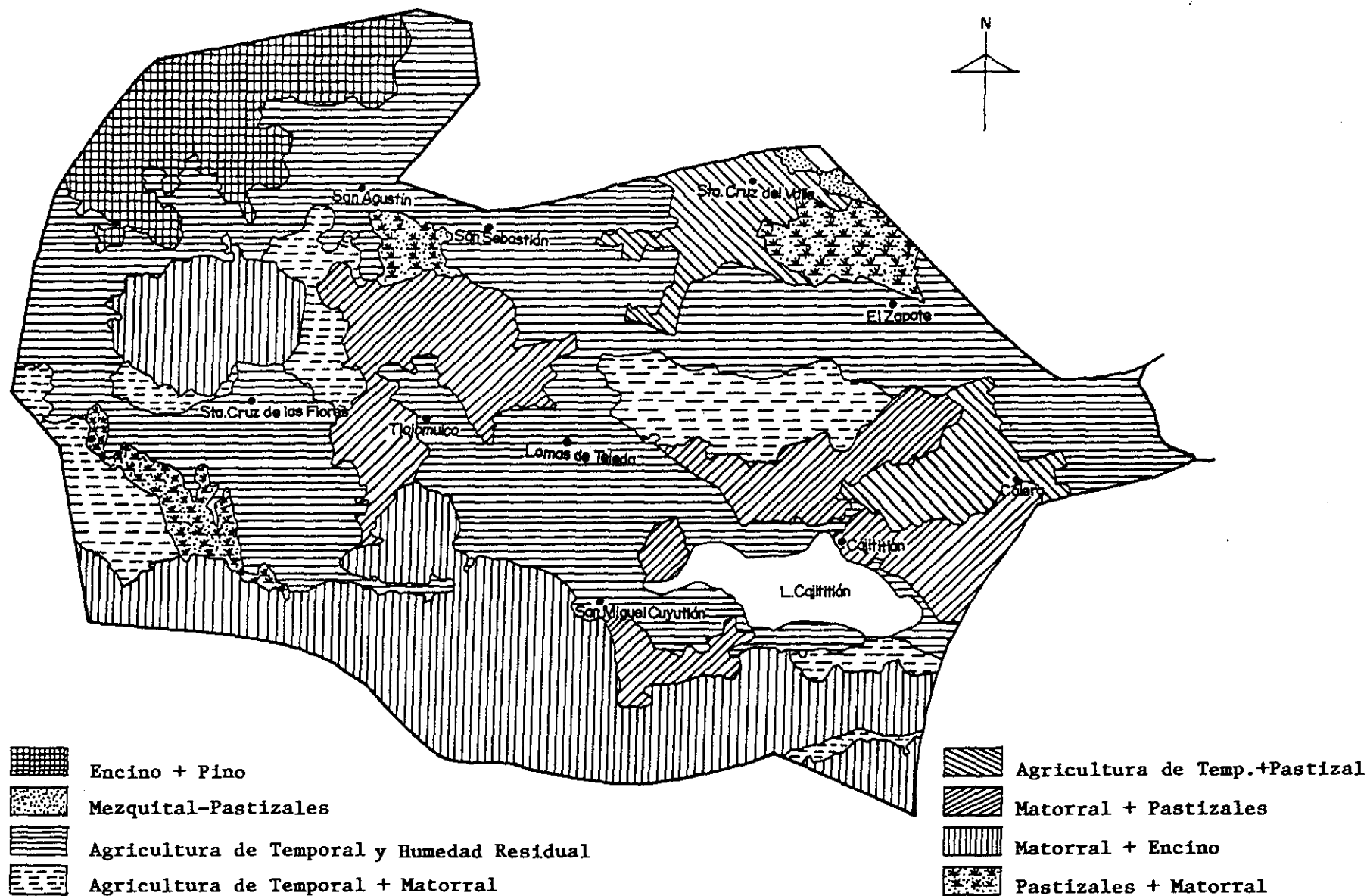


FIGURA 8. VEGETACION Y USO DEL SUELO EN EL MUNICIPIO DE TLAJOMULCO DE ZUÑIGA, JALISCO.

FUENTE: Carta de Uso del Suelo Esc. 1:50,000 (INEGI, 1990) e información de campo (1993)

Esc.1:200,000 57

Matorrales. Es un tipo de vegetación arbustiva ubicada principalmente en los lomeríos y pie de monte, puede expresarse como una formación cerrada o abierta y tiene alturas no mayores a los 5 metros. Además, puede ser de tipo espinoso o carecer de esta característica. Algunos ejemplos de esta vegetación son el casahuate (Ipomoea sp), tepame (Acacia pennatula), entre otros.

Pastizales. Comparten el espacio con los matorrales y están formados principalmente por gramíneas, que se clasifican de acuerdo a su origen en naturales e inducidos. Los primeros aparecen en la región como producto natural de los efectos del clima, suelo y biota. En cambio, los segundos surgen cuando se elimina la vegetación original.

Bosque de Encino. Esta comunidad se localiza particularmente en la Sierra el Madroño al Sur del área de estudio y en sitios localizados del Noroeste de la misma. Sobresalen como una asociación florística las siguientes especies: encino (Quercus sp.), madroño (Arbutus sp.) y el palo dulce (Eysenhardtia sp.).

Bosque de Encino-Pino. Su hábitat ecológico se localiza en una porción del denominado "Bosque de la Primavera" al Noroeste del área de estudio. En esta comunidad de asociación florística, en algunas ocasiones domina el encino (Quereus sp.) sobre el pino (Pinus oocarpa) o viceversa; dependiendo de la proporción relativa que cada especie representa en el espacio que comparten.

Hidrografía

La red hidrográfica que caracteriza el área de estudio está conformada de una serie de arroyos temporales que drenan desde las partes altas de las sierras hasta el gran llano aluvial. Parte de estas aguas son almacenadas mediante la construcción de pequeñas obras hidráulicas (presas y bordos) y posteriormente se aprovechan para suministrar agua a algunas áreas reducidas de riego y abrevaderos para el ganado. Por otra parte, existe un cuerpo de agua natural en la parte baja de la cuenca al Sureste del área y que toma por nombre Laguna Cajititlán. La cual, aparte de ser un atractivo turístico, representa una fuente de ingresos para la población de la ribera, ya que es posible la explotación de pescado y su comercialización en la Ciudad de Guadalajara y área metropolitana. Finalmente, respecto a la hidrología subterránea, cabe mencionar que a pesar de existir cierta recarga, la zona está vedada para su aprovechamiento agrícola y sólo se orienta para uso doméstico; por ésta razón, la agricultura de temporal adquiere una mayor importancia.

Zonificación Fisiográfica

Su análisis está basado en los resultados obtenidos del estudio de la composición físico-biótica hecha anteriormente; para lo cual se trató de encontrar la(s) forma(s) en que dichos componentes interaccionan entre sí, conformando patrones recurrentes del paisaje. Esto se llevó a cabo mediante la aplicación de algunos niveles de clasificación fisiográfica

propuestos por Quiñones (1987), particularmente la Topoforma y el Sistema de Topoformas.

Manejar la ordenación del medio natural bajo este enfoque, permite ofrecer una visión de conjunto de toda el área de estudio. Por lo tanto, en base a la combinación entre los componentes físicos y bióticos dentro de los sistemas de topoformas, fue posible agrupar a éstos en unidades paisajísticas más amplias a las que se les denominó Zonas Fisiográficas. Estas muestran sus características y ubicación geográfica en el Cuadro 4 y la Figura 9, respectivamente.

Por otra parte, esta zonificación, además de mostrar la variación y ordenación del medio natural, constituye el marco de referencia a partir del cual se llevará a cabo la localización y distribución espacial del condicionamiento ambiental y la evaluación de los usos de la tierra.

5.2.2. Condicionamiento Ambiental

En esta sección se interpretan los resultados de la conformación territorial en relación al impacto que ejercen sobre el establecimiento y desarrollo de la agricultura. O sea, se analizan aquellos elementos del medio natural que condicionan la dinámica de los procesos productivos actuales y futuros del área de estudio, teniendo especial interés en el cultivo del maíz.

CUADRO 4. CARACTERIZACION FISIOGRAFICA DEL MUNICIPIO DE TLAJOMULCO DE ZUÑIGA, JALISCO.

ZONA	TOPOFORMAS	PENDIENTE (%)	C L I M A		GEOLOGIA	S U E L O S				V E G E T A C I O N	
			T	P75		PROFUNDIDAD (cm)	TEXTURA	FASES	UNIDAD (FAO)	NATURAL	CULTIVADA
PLANICIE	PLANADAS	0 - 2	21.0	398.0	Aluvial Tobas	50 - 100	Fina Media	SF LP	Vertisol Regosol Planosol Feozem	Pastizales	Maíz Garbanzo
	PLANO ONDULADO	2 - 8									
LOMERIOS	BAJIOS	0 - 2	21.0	398.0	Tobas Basaltos	30 - 50	Gruesa Fina	SF LP	Regosol Vertisol	Pastizales Matorrales	Maíz
	LOMAS	5 - 12									
MESETAS Y CERRIL	MESETAS	2 - 8	21.0	398.0	Basaltos Tobas	15 - 40	Fina Media	G-P LP	Vertisol Luvisol Feozem	Matorrales Pastizales	Maíz Agave
	DOMOS	8 - 30									
SIERRA	LADERAS DOMOS	Mayor a 30	—	—	Basaltos Andesitas	10 - 30	Media	G-P L	Feozem Regosol	Matorral Encino Pino Pastizales	—

- T = Temperatura Media de Junio-Octubre (°C)
 P75 = Precipitación Total al 75% de Junio-Octubre (mm)
 SF = Sin Fases Físicas
 LP = Lítica Profunda (50-100 cm)
 P = Pedregosa
 G = Gravosa
 L = Lítica

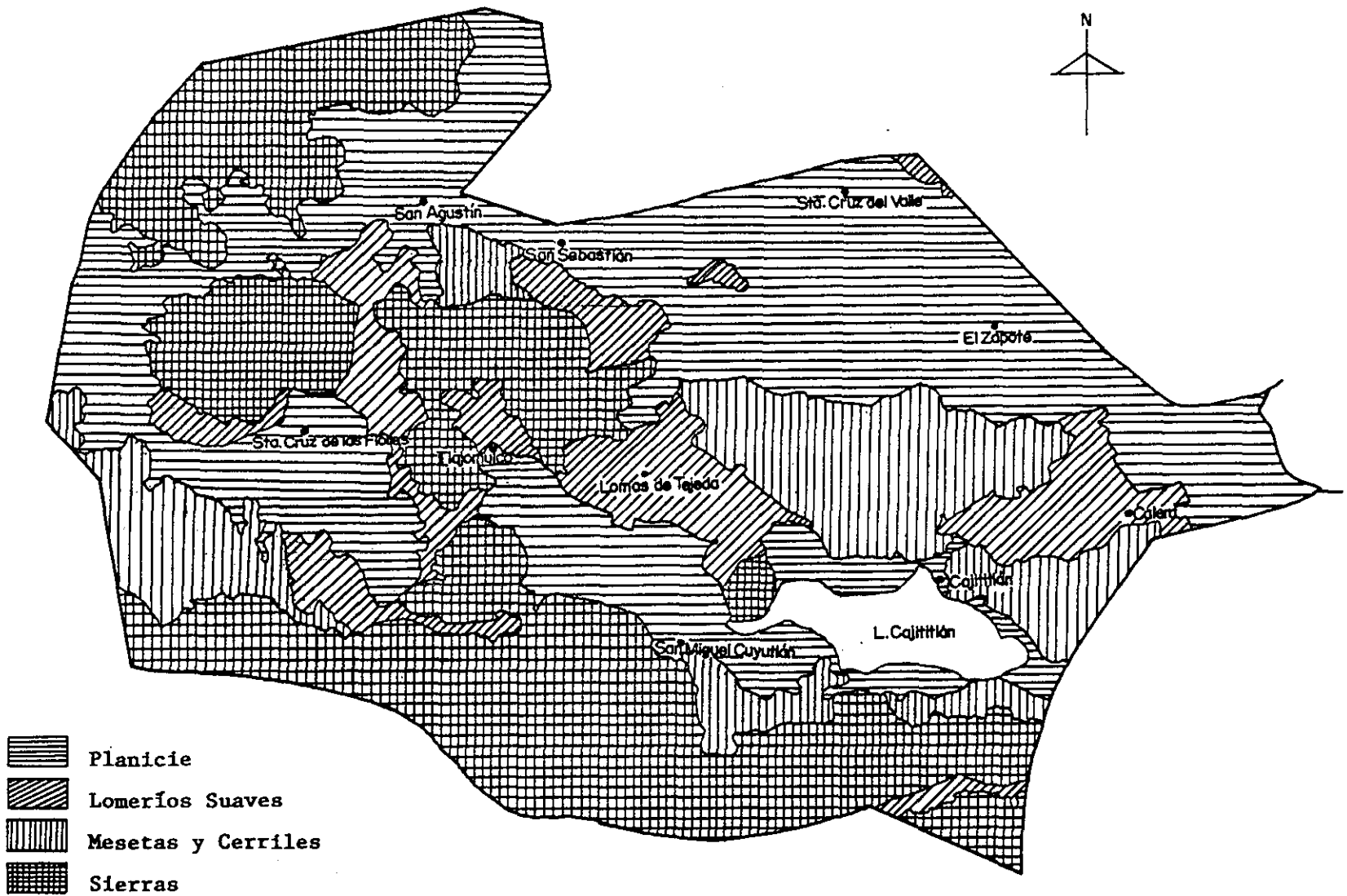


FIGURA 9. ZONAS FISIOGRAFICAS DEL MUNICIPIO DE TLAJOMULCO DE ZUÑIGA, JALISCO

Condiciones Agroclimáticas

La agricultura de Tlajomulco se desarrolla en más de un 90% bajo condiciones de temporal; es decir, depende de la humedad y temperatura prevalecientes en la estacionalidad que se manifiesta de Junio a Octubre. Por lo tanto, está expuesta a enfrentar varios riesgos de origen climático durante este período. Sin embargo, existen áreas localizadas, que por la génesis y morfología de sus suelos, aunada a prácticas de laboreo para el "arroke" de humedad, es posible establecer maíz en condiciones de humedad residual.

Este panorama de la agricultura temporalera hace que sea necesario un análisis detallado del comportamiento agroclimático de la zona a fin de conocer el grado de condicionamiento disponible dentro de la misma.

En este sentido, se generan algunos índices agroclimáticos derivados de la precipitación y temperatura, para lo cual se parte de la determinación de la estación de crecimiento. De acuerdo a la FAO (1981) ésta se define como el período del año en que hay disponibilidad de humedad (lluvia y reserva del suelo) y temperatura favorable para el desarrollo y producción de cultivos. En éste sentido, su determinación en el área de estudio estuvo regida por la disponibilidad de humedad, ya que la temperatura no resultó ser restrictiva para el período considerado (Junio-October).

El inicio de la estación de crecimiento(a) se da con el establecimiento del temporal, y cuando la precipitación(P) al 75%

de probabilidad es mayor o igual a la mitad de la evapotranspiración potencial (0.5ETP). Además, la fecha coincidió con la decena en la cual se registran al menos entre 20 y 25 mm de precipitación real, adecuados para asegurar una buena germinación. Por otra parte, la terminación de la estación de crecimiento(d) se prolonga más allá de la terminación del temporal(c), debido a que existió un período húmedo (b1-b2) y se tuvo la posibilidad de lograr una reserva de humedad en el suelo disponible para los cultivos. Dicha reserva resultó ser diferencial, dependiendo de la capacidad de almacenamiento de los suelos y de la cantidad y distribución de las lluvias. Por lo tanto, la estación de crecimiento concluye una vez que el cultivo agota la reserva de humedad almacenada. Sin embargo, los índices derivados de la precipitación pueden ser menos benignos en 25 de 100 años, y en el resto la estación de crecimiento puede ser mayor o igual a la calculada.

En el Cuadro 5 se muestran los valores de los índices agroclimáticos generados, pudiéndose observar lo siguiente:

La capacidad de almacenamiento del suelo (CA) dependiente de la profundidad, textura y densidad aparente, resultó con una media de 75.4 y 184.5 mm para los suelos someros arenosos (S1) y profundos arcillosos (S2), respectivamente. El inicio de la estación de crecimiento (a) se da a partir del 19 de Junio en Huerta Vieja al Este, y hasta el 3 de Julio en Tlajomulco en el centro del área de estudio. Esto hace que las fechas de siembra para cultivos anuales varíen en función de este rango. Respecto

CUADRO 5. INDICES AGROCLIMATICOS RESULTANTES DE JUNIO A OCTUBRE PARA EL AREA DE TLAJOMULCO DE ZUÑIGA, JAL.

ESTACION	INDICE	CA	ESTACION DE CRECIMIENTO						TMA	TMI	TME	UC	IRS	P75
			a	b ₁	b ₂	c	d	DEC						
ACATLAN	S ₁	49.5	22-06	06-07	08-08	19-09	20-09	90	29.4	15.3	22.3	1824.2	1.07	366.7
	S ₂	189.6					13-10	113						
ATEQUIZA	S ₁	73.5	27-06	13-07	20-07	22-09	01-10	96	28.1	16.0	22.0	1801.1	-	381.2
	S ₂	189.0					02-10	97						
EL SALTO	S ₁	91.1	21-06	27-06	12-09	21-09	22-10	123	27.9	14.2	21.1	1657.5	-	427.0
	S ₂	220.0					31-10	132						
HUERTA VIEJA	S ₁	91.0	19-06	10-07	02-08	26-09	26-09	99	27.5	14.5	21.0	1644.1	1.04	406.6
	S ₂	220.0					26-09	99						
PRESA HURTADO	S ₁	81.0	29-06	06-07	05-08	18-09	26-09	89	28.1	13.5	20.8	1618.6	-	398.0
	S ₂	99.0					06-10	99						
TLAJOMULCO	S ₁	66.5	03-07	23-08	13-09	23-09	07-10	96	27.5	14.0	20.7	1610.1	1.09	407.0
	S ₂	189.6					18-10	107						

CA = Capacidad de Almacenamiento (mm)

S₁ = Suelo Somero (menos de 50 cm)

S₂ = Suelo Profundo (mayor a 70 cm)

a = Fecha de inicio del Período de Crecimiento (día-mes)

b₁ = Fecha de inicio del Período Húmedo (día-mes)

b₂ = Fecha de terminación del Período Húmedo (día-mes)

c = Fecha de terminación del temporal (día-mes)

d = Fecha de terminación de la Estación de Crecimiento (día-mes)

DEC = Duración de la Estación de Crecimiento (días)

TMA = Temperatura Media Máxima (°C)

TMI = Temperatura Media Mínima (°C)

TME = Temperatura Media (°C)

UC = Unidades Calor

IRS = Intensidad de Radiación Solar (cal/cm²/min)

P75 = Precipitación Total al 75% (mm)

al período húmedo (b1-b2), en todas las estaciones existe, y esta característica hace que, de acuerdo a la FAO (1981), el área se identifique con una estación de crecimiento tipo normal. También, la terminación del temporal(c) se da entre el 18 y 26 de Septiembre en toda el área de estudio. Sin embargo, la terminación de la estación de crecimiento(d) varía desde el 20 de Septiembre hasta el 31 de Octubre para las zonas de Acatlán al Suroeste, y el Salto al Noreste, respectivamente. En relación al comportamiento de la temperatura, se registran los siguientes valores promedio para toda el área: 28.1, 14.6 y 21.3°C, para máxima, mínima y media, respectivamente. Otro índice derivado de la temperatura son las unidades térmicas, las cuales adquieren un valor promedio de alrededor de 1693 unidades. Finalmente, en cuanto a la disponibilidad de intensidad de radiación solar, se recibe en promedio 1.0 cal/cm²/min, adecuada para la adaptación de los grupos de cultivos III y IV propuestos por FAO (1981).

En este sentido, el análisis agroclimático permite afirmar que en el área se dispone de una estación de crecimiento(EC) desde 89 y 97 días para suelos con baja capacidad de almacenamiento (S1); en cambio, para terrenos profundos (S2) y de buen almacenamiento de humedad, el rango varía de 99 a 132 días.

Condiciones Edáficas

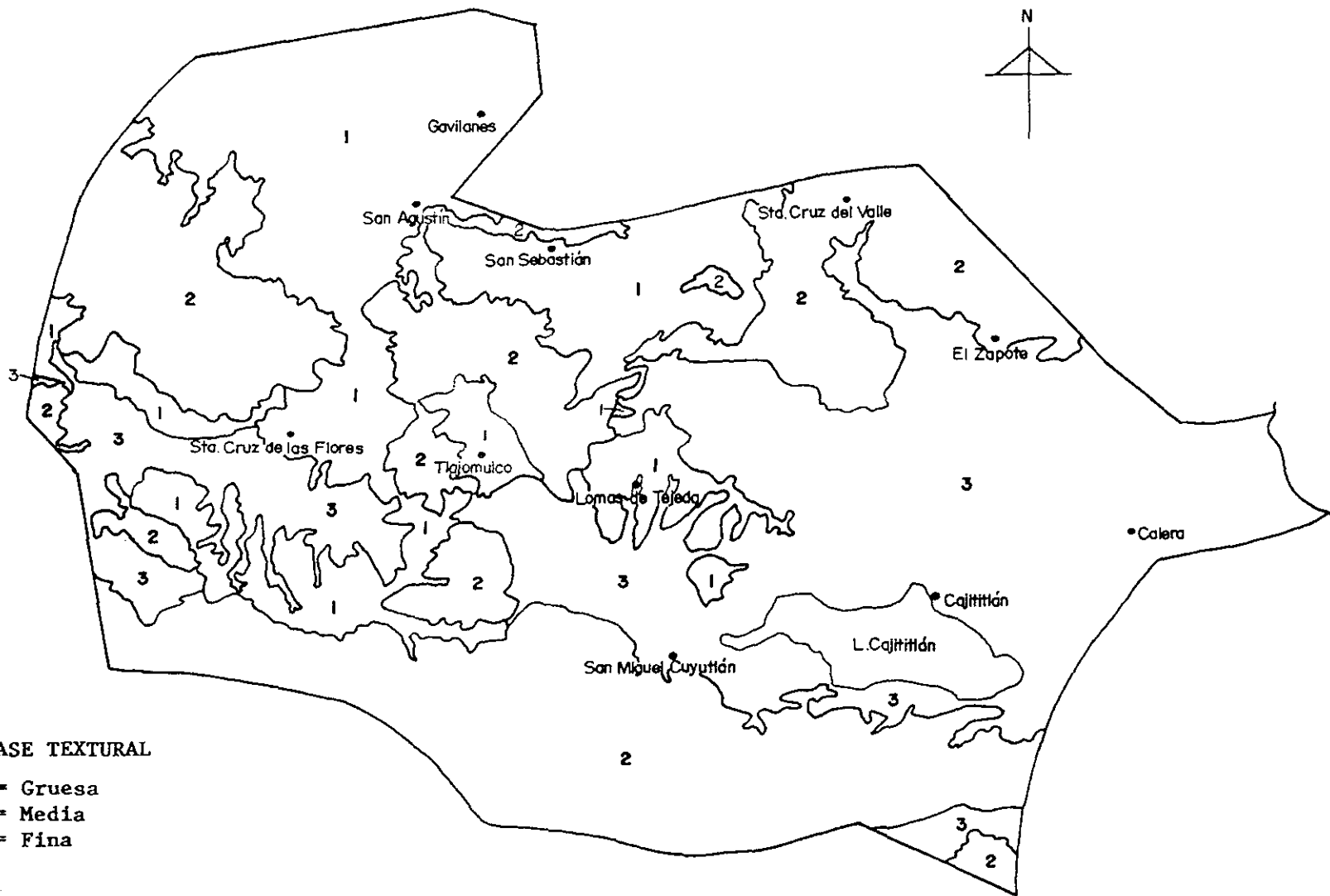
Tomando como referencia la diversidad edáfica que existe en el área de estudio, se hace necesario definir la influencia específica que ejercen algunas características y propiedades

inherentes al sustrato edáfico sobre los componentes biológicos y técnicos en los que se sustenta la actividad agrícola. Por lo tanto, las condiciones ambientales de origen edáfico que tienen que ver con el desarrollo fisiológico de los cultivos y el empleo de maquinaria e implementos agrícolas son: textura, acidez, profundidad efectiva y fases físicas.

Textura. Su principal impacto aunado con la profundidad se refleja en el almacenamiento de agua y nutrientes, así como sobre las labores de labranza. En este sentido, las texturas gruesas (arenas), por presentar una alta permeabilidad y baja capacidad de intercambio catiónico, manifiestan restricciones en cuanto a déficit hídricos y retención de nutrientes. En cambio, las texturas finas (arcillas) son una fuente importante de almacén de agua y nutrientes; sin embargo, presentan restricciones relacionadas con el uso de maquinaria y el manejo de la labranza. Finalmente, existe otra categoría textural denominada media, la cual presenta menos problemas de drenaje y aireación, asociándose generalmente con una fertilidad potencial alta de los suelos.

En la Figura 10 se muestra la ubicación geográfica de las clases texturales, las cuales están estrechamente correlacionadas con las unidades de suelo (FAO). Es decir, los Vertisoles se asocian con texturas finas(3); los Regosoles con las gruesas(1) y el resto con las medias(2).

Acidez. Referida a valores de pH menores a 7.0 debido a un reemplazo paulatino de bases intercambiables de Ca^{2+} , Mg^{2+} y Na^{+} por



CLASE TEXTURAL

- 1 = Gruesa
- 2 = Media
- 3 = Fina

FIGURA 10. CLASES TEXTURALES DE LOS SUELOS EN EL MUNICIPIO DE TLAJOMULCO DE ZUÑIGA, JALISCO.

FUENTE: Carta Edafológica Esc. 1:50,000 (CETENAL, 1974) e información de campo (1993)

Esc. 1:200,000

iones de H^+ y Al^{+3} . Sin embargo, son varios los factores que condicionan este reemplazamiento de bases. Entre los que se pueden mencionar: material parental, lluvia, vegetación, absorción por las plantas cultivadas y manejo de fertilizantes nitrogenados. Al respecto, Sánchez (1981) menciona que solamente valores de pH menores a 5.5 y la presencia de Al^{+3} y Mn^{+2} intercambiables pueden generar impactos desfavorables a las plantas cultivadas. Por lo que el desarrollo de éstas dependerá de su relativa tolerancia a niveles altos de Al^{+3} y Mn^{+2} en los suelos y a las necesidades de Ca^{+2} y Mg^{+2} de las mismas.

En base a los análisis de suelo reportados por Figueroa y Alfaro (1991), la mayoría de los suelos de Tlajomulco muestran tendencias ácidas, resultando que para los Vertisoles el valor de pH tiene un rango entre 6.0 y 6.5, y para los Regosoles valores menores de 5.5. En este sentido, se puede afirmar que el problema de la acidez es una característica restrictiva actual de los Regosoles y que es necesario instrumentar programas de encalado, aplicación de materia orgánica y labranza de conservación para tratar de corregir a mediano o largo plazo dicha restricción.

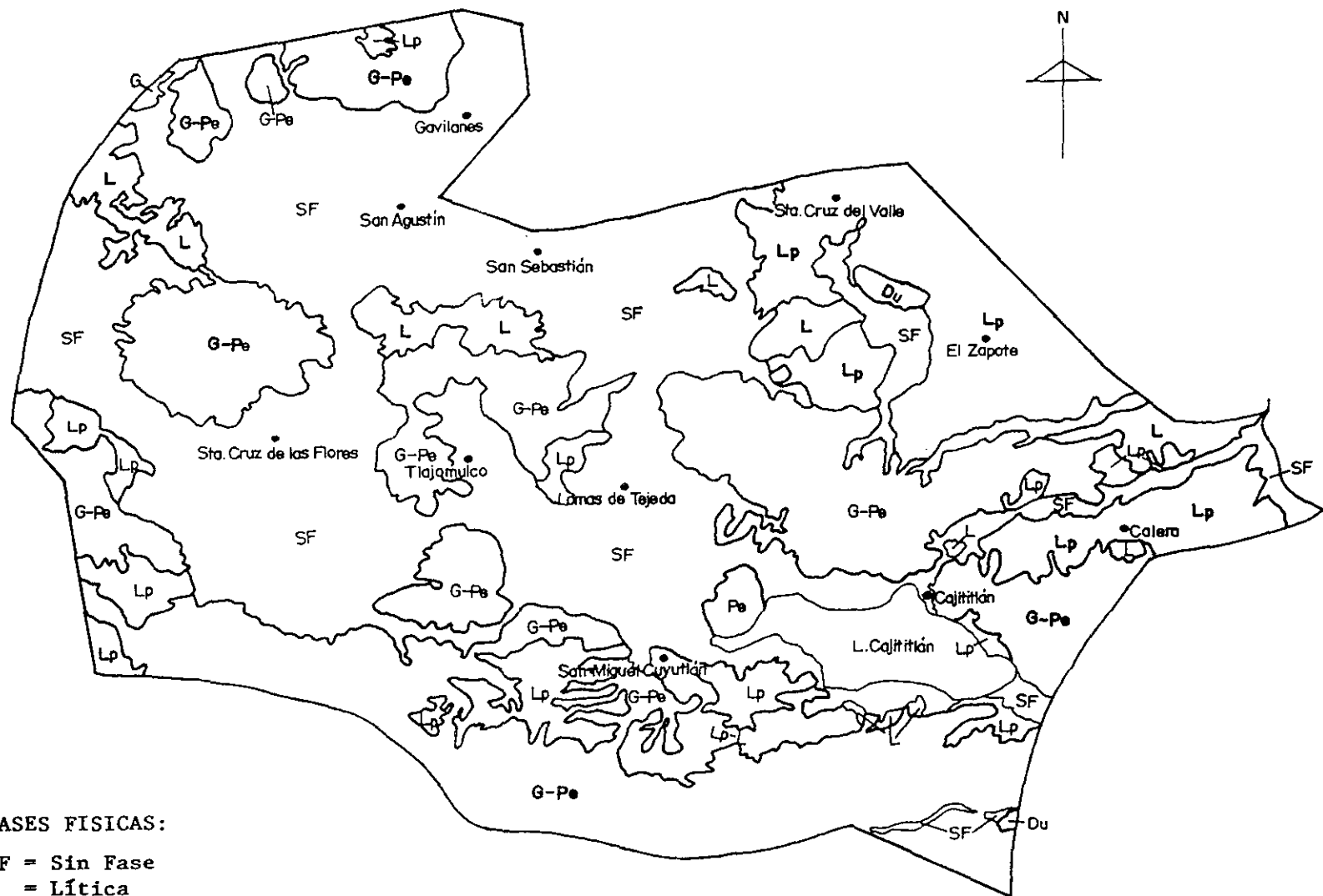
Profundidad Efectiva. Constituye, junto con otras características físicas del suelo (densidad aparente y textura), una condición ambiental de primer orden en la agricultura de temporal. Dependiendo de lo profundo o somero que se muestren los suelos, se condicionará la capacidad de almacenamiento de agua, el desarrollo radicular de los cultivos y las posibilidades de uso de maquinaria e implementos agrícolas. También la fecha de

terminación de la estación de crecimiento, tal y como se demuestra en los resultados de los balances hídricos reportados en los Anexos. Se observa que la capacidad de almacenamiento es diferencial dependiendo del tipo de suelo (S1 ó S2), resultando que en el S2 se acumula mayor cantidad de reserva (Rs) en comparación con S1 a lo largo de todo el ciclo. De manera que hay disponibilidad de humedad hasta la segunda decena de Octubre en S2 y esto hace que la estación de crecimiento se prolongue hasta esta fecha a pesar de estar ubicados en la misma condición agroclimática.

Por otra parte, la profundidad de los suelos está relacionada con la posición fisiográfica en la que se encuentren. Es decir, en la planicie se pueden identificar suelos con profundidad efectiva entre 50-100 cm; en los lomeríos y pie de monte varían entre 30-50 cm; y, finalmente, en la condición de sierra existen los suelos más someros de toda el área con profundidades menores a los 30 cm.

Fases Físicas. Referidas a características morfológico-físico de los suelos que expresan la presencia de fragmentos de roca o materiales cementados a través del perfil, que pueden restringir el uso agrícola de la tierra o el empleo de maquinaria (INEGI,1981). De acuerdo a su ubicación en el perfil, se pueden clasificar en superficiales y profundas, entre las cuales aparecen las siguientes (Figura 11):

a. Pedregosa: Se identifica por la presencia de fragmentos de roca mayores a 7.5 cm en la superficie o cerca de ella y se



FASES FÍSICAS:

- SF = Sin Fase
- L = Lítica
- Lp = Lítica profunda
- G = Gravosa
- Pe = Pedregosa
- Du = Dúrica

FIGURA 11. FASES FÍSICAS DE LOS SUELOS EN EL MUNICIPIO DE TLAJOMULCO DE ZÚÑIGA, JALISCO.

FUENTE: Carta Edafológica Esc. 1:50,000 (CETENAL, 1974) e información de campo (1993)

Esc. 1:200,000 71

localiza principalmente en la sierra y porciones de lomerío.

b. Gravosa: Referida a la presencia de grava o piedras menores de 7.5 cm en la superficie, y está compartiendo espacios con la fase pedregosa.

c. Lítica: Se considera somera cuando están a menos de 50 cm, y profunda de 50 a 100 cm de profundidad a partir de la superficie. Consiste de una capa dura y continua o un conjunto de fragmentos de rocas muy abundantes, capaces de impedir la penetración de raíces e implementos agrícolas.

d. Dúrica: Fase muy localizada al NE y SE del área de estudio y se manifiesta a partir de los 50 cm de profundidad. Se expresa como una capa de suelo cementado (tepetate) y endurecido generalmente con sílice.

Condiciones de Relieve.

Referido a aspectos relacionados con la inclinación, altitud y configuración de las formas terrestres, que pueden ejercer influencia para el establecimiento y desarrollo de los cultivos y sobre la aplicación de técnicas agrícolas. Por lo tanto, la forma del relieve y pendiente a nivel regional condicionan de manera diferencial la distribución de los sistemas agrícolas. Se relacionan además, con la susceptibilidad degradativa de los suelos.

En el área de estudio aparece una gran diversidad de formas terrestres o topofomas, las cuales marcan cierto

condicionamiento a la agricultura: En las planicies y planos-ondulados se desarrolla prácticamente alrededor del 80% de la agricultura, debido a que son terrenos con pendientes que fluctúan de 0 a no mayor de 8%, muy apropiados para mecanizarse y en donde se encuentran los sistemas de producción con mayor desarrollo tecnológico. En la zona con lomeríos suaves, a pesar de tener pendientes que van desde un 5 hasta 12%, es posible desarrollar agricultura mecanizada; sin embargo, se enfrentan problemas de degradación de los suelos por erosión hídrica, debido a que hay suelos con baja estabilidad en sus agregados y por lo general no se han previsto técnicas de manejo de conservación en las mismas. Respecto a la zona de mesetas y domos con pendientes de 8 a 30% existen pequeños sitios con agricultura mecanizada, pero, por lo general, se localizan sistemas de producción tradicionales a base de "coamil" y el pastoreo de cabras y bovinos. Finalmente, la condición de sierra está dedicada al pastoreo, vida silvestre y reservas ecológicas.

Riesgos de Degradación de Suelos.

La FAO (1980) define a la degradación de los suelos como la disminución de la productividad actual o potencial, como resultado del efecto de uno o más procesos degradativos que pueden ocurrir en los suelos por causa de una mala explotación de la tierra.

Desde esta perspectiva se pudieron detectar cualitativamente los siguientes procesos: La degradación química (acidez),

biológica (M.O.) y erosión (hídrica y eólica), los que se asocian con la fisiografía de plano ondulado, lomerío suave y pie de monte, particularmente, en la unidad de suelo Regosol (R). Por otra parte, en la planicie es evidente que en la unidad Vertisol (V) se exprese la degradación física por compactación a los 30 cm ("piso de arado"). Sin embargo, es común en todas las áreas de agricultura mecanizada la presencia de degradación física por encostramiento en la superficie de los terrenos.

La problemática degradativa de los suelos hace que sea necesario la instrumentación de programas de manejo y conservación, tendientes a estabilizar la velocidad de los procesos degradativos a niveles aceptables, que permitan una producción sostenida a través del tiempo y que los impactos al ecosistema sean mínimos. Por lo tanto, entre las propuestas técnicas viables y con perspectivas de aplicarse en la zona, están las siguientes:

- a) Incorporación de materia orgánica a los suelos.
- b) Encalado de suelos ácidos.
- c) Subsoleos en suelos compactados.
- d) Disminución de laboreo y adaptación de técnicas de labranza de conservación.

Zonificación Ambiental

El análisis particular de las condiciones ambientales, favoreció el conocimiento preciso de cada condicionante respecto a su expresión e impacto que tiene sobre la agricultura en general, a nivel de toda el área de estudio. Sin embargo, fue

necesario llevar a cabo un análisis de conjunto a fin de encontrar relaciones e interacciones entre los factores que conforman el condicionamiento ambiental, y poder así definir áreas diferenciables con cierto grado de homogeneidad interna respecto al condicionamiento que ofrecen para la agricultura. A dichos espacios, se les denominó Zonas Agroecológicas (FAO, 1981), las cuales son el resultado de la interacción que se da entre las condiciones climáticas, edáficas y de relieve a lo largo y ancho del área territorial que ocupa el municipio de Tlajomulco.

Geográficamente, las zonas agroecológicas resultantes se expresan como combinaciones particulares de distintas clases de tierras, las que en algunos casos favorecen y en otros restringen y/o impiden su aprovechamiento con fines agrícolas. La caracterización ambiental de las mismas se presenta en el Cuadro 6, y su localización geográfica en la Figura 12.

5.2.3. Uso Agrícola de la Tierra

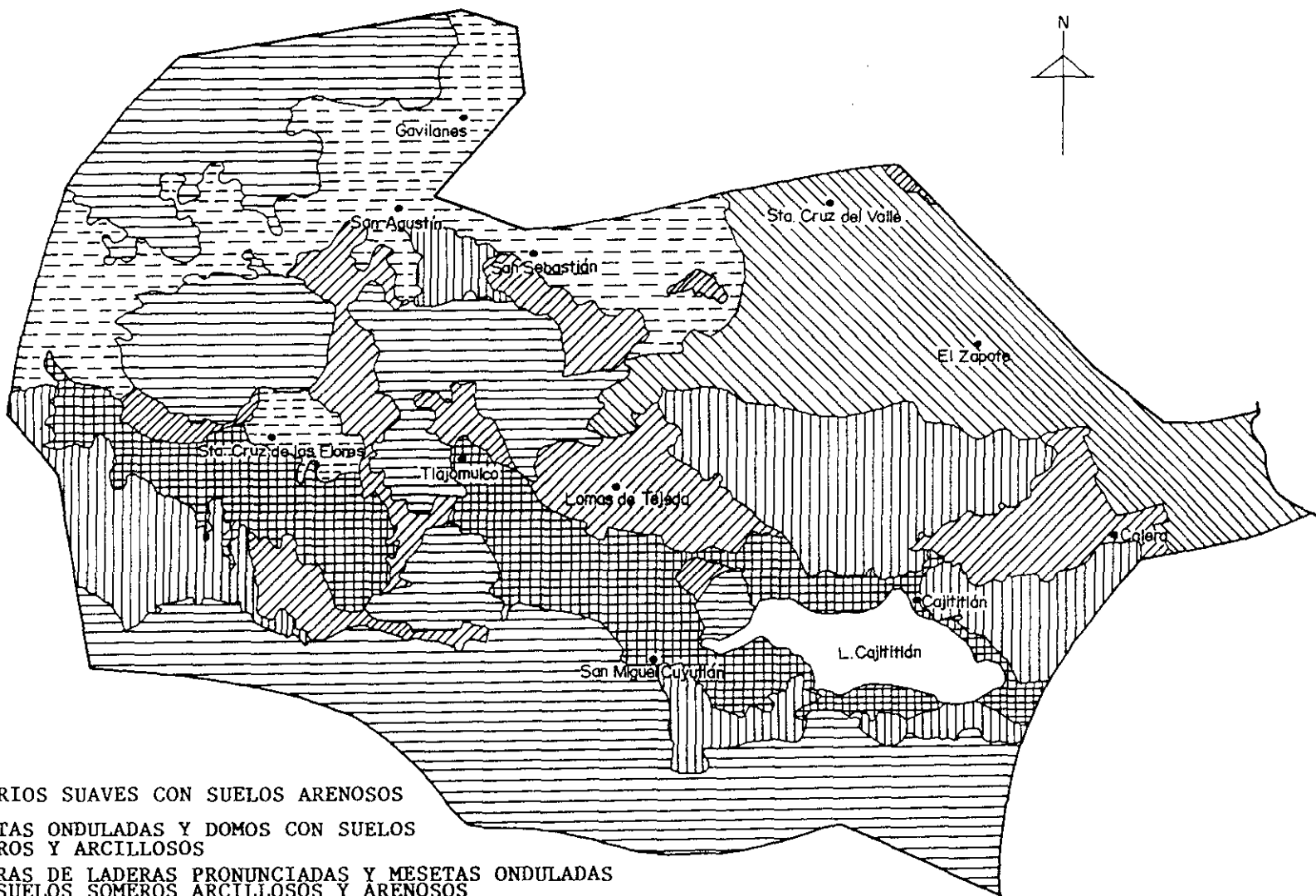
Una vez abordado el análisis del condicionamiento ambiental, es necesario conocer la forma en que el hombre en la actualidad está aprovechando los recursos ambientales disponibles; es decir, identificar y caracterizar las distintas modalidades en que se expresa la explotación de la tierra con fines agrícolas.

CUADRO 6. CARACTERIZACION AGROECOLOGICA DEL MUNICIPIO DE TLAJOMULCO DE ZUÑIGA, JALISCO.

ZONA FISIOGRAFICA	ZONA AGROECOLOGICA	CONDICIONES AMBIENTALES								RESTRICCIONES AMBIENTALES	USO ACTUAL DE LA TIERRA	SUPERFICIE (ha)	PORCENTAJE MUNICIPAL
		CLIMA		SUELO				RELIEVE					
		EC75	P75	P	T	FASE FISICA	UNIDAD (FAO)	FORMA	PEND. (%)				
LOMERIOS SUAVES	LOMERIOS SUAVES CON SUELOS ARENOSOS	90-123	391.6	30- 50	1 + 3	SF + Lp	Regosol Feozem Vertisol	Lomerío Suave	2 - 6	Erosión, Materia Orgánica, PH y Costras	Agr. de Temporal	8,846.0	13.8
MESETAS Y CERRILES	MESETAS ONDULADAS Y DOMOS CON SUELOS SOMEROS ARCILLOSOS.	90-123	391.6	15- 40	3+2+1	(G-Pe) + Lp	Vertisol Luvisol Regosol	Mesetas y Domos	2 - 8 8 -30	Pedregosidad, Erosión, Costras y Pendiente	Matorrales, Pastizales y Agr. de Temporal	12,126.7	19.0
SIERRAS	SIERRAS DE LADERAS - PRONUNCIADAS Y MESETAS ONDULADAS CON SUELOS SOMEROS, ARCILLOSOS Y ARENOSOS.	90-123	391.6	10- 30	2 + 1	(G-Pe) + L	Feozem Regosol Luvisol	Laderas y Domos	30	Pendiente, Pedregosidad y Erosión	Matorral-Pastizal Encino-Pino	14,567.0	22.8
PLANICIE	PLANICIE LIGERAMENTE ONDULADA CON SUELOS PROFUNDOS ARCILLOSOS	99-132	391.6	50-100	3	SF+Lp	Vertisol	Planicie	1 - 4	Compactación y Saturación	Agr. de Temporal	8,212.2	12.8
	PLANICIE LIGERAMENTE ONDULADA CON SUELOS ARENO-ARCILLOSOS	99-113	391.6	50-100	1 + 2	SF	Feozem Regosol	Planicie	2 - 4	Erosión, Materia Orgánica, PH y Costras	Agr. de Temporal y H. Residual	8,595.0	13.5
	PLANICIE SEMI-INUNDABLE CON SUELOS ARCILLOSOS Y FRANCOS	89-123	391.6	30- 60	3 + 2	Lp+L	Planosol Vertisol	Planicie	0 - 4	Saturación, capadura y sales	Agr. de Temporal y Matorral-Pastizal	9,871.6	15.4
LAGUNA DE CAJITITLAN											Pesca	1,744.5	2.7

T O T A L 63,963.0 100.0

- EC75 = Estación de Crecimiento al 75% (días)
P75 = Precipitación Promedio al 75% de Junio a Octubre (mm)
P = Profundidad (cm)
T = Textura: 1=Gruesa 2= Media 3= Fina
SF = Sin Fase
Lp = Lítica Profunda
L = Lítica
G = Gravosa
Pe = Pedregosa









-  LOMERIOS SUAVES CON SUELOS ARENOSOS
-  MESETAS ONDULADAS Y DOMOS CON SUELOS SOMEROS Y ARCILLOSOS
-  SIERRAS DE LADERAS PRONUNCIADAS Y MESETAS ONDULADAS CON SUELOS SOMEROS ARCILLOSOS Y ARENOSOS
-  PLANICIE LIGERAMENTE ONDULADA CON SUELOS PROFUNDOS ARCILLOSOS
-  PLANICIE LIGERAMENTE ONDULADA CON SUELOS PROFUNDOS ARENO-ARCILLOSOS
-  PLANICIE SEMI-INUNDABLE CON SUELOS ARCILLOSOS Y FRANCOS

FIGURA 12. ZONIFICACION AGROECOLOGICA DEL MUNICIPIO DE TLAJOMULCO DE ZUÑIGA, JALISCO.

Inventario de Uso Agrícola

El Cuadro 7 muestra el inventario de uso agrícola de la tierra (23,323 ha) y algunas características sobresalientes del mismo, pudiéndose observar lo siguiente: La dinámica agrícola anual está regida por 12 cultivos en base a dos ciclos, el de Primavera - Verano y el de Otoño - Invierno, ocupado el 94% de la superficie cultivada el primero y el 6% restante el segundo. Por otro lado, la especialización productiva se sustenta en granos básicos, oleaginosas, hortalizas y forrajes, en las modalidades de temporal, humedad residual y riego. Además, en el ciclo Primavera - Verano, el 86.15% de la superficie sembrada la ocupa el maíz para grano, y de ésta el 90% es manejada bajo condiciones de temporal. En el ciclo Otoño-Invierno sobresalen los cultivos forrajeros, entre los que destaca el garbanzo (73.79%) en la modalidad de humedad residual y le sigue en importancia la avena de riego (26.21%). Finalmente, cabe señalar que la mayor parte de las hortalizas se establecen en los dos ciclos bajo condiciones de riego y ocupan superficies muy localizadas, 195 ha para Primavera - Verano y 216 ha para Otoño - Invierno. Por otra parte, los cultivos que en la actualidad prácticamente han desaparecido del paisaje agrícola son el sorgo y el trigo, debido principalmente a problemas de comercialización y precio para el primero, y por falta de agua para riego en el segundo.

Este panorama permite afirmar que el área de estudio se especializa desde el punto de vista agrícola en cultivos básicos, particularmente en maíz, debido a la tradición agrícola, a las

CUADRO 7. INVENTARIO DE USO AGRICOLA DE LA TIERRA EN EL MUNICIPIO DE TLAJOMULCO DE ZUÑIGA, JALISCO.

CICLO	C A R A C T E R I S T I C A S				I N V E N T A R I O										
	ESPECIALIZACION PRODUCTIVA	MODALIDAD	CULTIVO	C I C L O		ESPECIALIZACION		MODALIDAD		CULTIVO					
				(ha)	(%)	(ha)	(%)	(ha)	(%)	(ha)	(%)				
PRIMAVERA-VERANO	BASICOS	TEMPORAL	M A I Z	21,925	94.00	18,889	86.15	17,004	90.02	17,004	90.02				
		H. RESIDUAL						1,530	8.10	1,530	8.10				
		RIEGO						355	1.88	355	1.88				
	OLEAGINOSAS	TEMPORAL	CACAHUATE			67	0.31	67	100	67	100				
	HORTALIZAS	RIEGO	CEBOLLA			21,925	94.00	195	0.89	195	100	94	48.20		
			COL									46	23.59		
			LECHUGA									42	21.54		
			BETABEL									13	6.67		
	FORRAJES	TEMPORAL	SORGO			21,925	94.00	2,774	12.65	2,521	90.88	2,521	90.88		
		H. RESIDUAL										150	5.41	150	5.41
		RIEGO										103	3.71	89	3.21
		SORGO							14	0.50					
OTOÑO-INVIerno	BASICOS	RIEGO	TRIGO	1,398	6.00	68	4.86	68	100	68	100				
	FORRAJES	RIEGO	AVENA							1,114	79.69	292	26.21	87	7.81
		H. RESIDUAL	GARBANZO			822	73.79	822	73.79						
	HORTALIZAS	RIEGO	BETABEL			1,398	6.00	216	15.45	216	100	36	16.67		
			CEBOLLA									74	34.26		
			CILANTRO									8	3.70		
			COL									43	19.91		
			LECHUGA									37	17.13		
			RABANO									18	8.33		
	T O T A L					23,323	100					23,323			

FUENTE: PATRON DE CULTIVOS DEL ESTADO DE JALISCO (P-V/O-I). DISTRITO No. 1. ZAPOPAN (SARH, 1990-1991)

condiciones edafoclimáticas favorables y al impulso que se le ha dado a este cultivo a través de diversos programas gubernamentales.

Tipos de Utilización

Una vez conocido el inventario del patrón de cultivos, resulta importante analizar los aspectos técnicos generales que identifican y diferencian cada forma específica de llevar a cabo la producción agrícola, pecuaria y forestal. Para esto se manejará el concepto tipo de utilización de la tierra como lo propone FAO (1978, 1981 y 1985). Al respecto, Duch (1986) menciona que la base para definir dichos tipos de utilización es a través del análisis de la técnica de producción agrícola, la cual aparece como una respuesta a las particularidades del condicionamiento ambiental y expresa el dominio real del hombre sobre la naturaleza.

Por otra parte, el inventario antes citado sólo contempla estadísticas de cultivos agrícolas; sin embargo, en el área aparece una gran diversidad respecto a modalidades de otros tipos de aprovechamiento (Canchola y Gallardo, 1991 y Medina 1992). Por lo que atendiendo a los criterios señalados en el Cuadro 8, los tipos de utilización de la tierra más importantes y representativos en el municipio de Tlajomulco son 26 (Cuadros 9, 10 y 11), de los cuales 15 son agrícolas, 7 pecuarios y 4 forestales. Permittiéndose con ésto conocer las formas tan variadas de llevar a cabo el aprovechamiento de los recursos

CUADRO 8. CRITERIOS TECNICOS SELECCIONADOS PARA DEFINIR LOS TIPOS DE UTILIZACION DE LA TIERRA EN EL MUNICIPIO DE TLAJOMULCO DE ZUÑIGA, JALISCO.

TIPO	C R I T E R I O S T E C N I C O S	
	P R I N C I P A L	S E C U N D A R I O
AGRICOLA (A)	PROCEDIMIENTO DE LABRANZA	MECANIZADA TRACCION ANIMAL MANUAL
	SUMINISTRO DE AGUA	TEMPORAL HUMEDAD RESIDUAL RIEGO "PUNTA DE RIEGO"
	TEMPORALIDAD DE LA EXPLOTACION	ESTACIONAL INTERMITENTE SEMI-PERMANENTE RECURRENTE
	ESTRUCTURA DEL COMPONENTE VEGETAL	CULTIVO PLANTACION
PECUARIO (P)	TIPO DE GANADO	BOVINOS CAPRINOS AVES
	SUMINISTRO DE ALIMENTO	PASTOREO CONFINAMIENTO
	OBJETO DE LA EXPLOTACION	CARNE LECHE CRIA HUEVO
	INFRAESTRUCTURA	MODERNA RUSTICA
	COMPONENTE VEGETAL	PASTOS NATURALES PASTOS INDUCIDOS PRADERAS CULTIVADAS OTROS AGOSTADEROS
FORESTAL (F)	OBJETO DE LA EXTRACCION	COMERCIAL DOMESTICO
	CARACTER DE LOS PRODUCTOS	MADERABLE NO MADERABLE
	DIVERSIFICACION DE LA EXPLOTACION	DIVERSIFICADA ESPECIALIZADA

FUENTE: ADAPTADO DE DUCH, ET. AL. (1981) Y DUCH (1986)

CUADRO 9. TIPOS DE UTILIZACION AGRICOLA DE LA TIERRA EN EL MUNICIPIO DE TLAJOMULCO DE ZUÑIGA, JALISCO

ESPECIALIZACION PRODUCTIVA	CULTIVO (S)	TIPOS DE UTILIZACION	
		DENOMINACION	CLAVE
BASICOS	MAIZ	Cultivo Estacional de Temporal con Labranza Mecanizada	A ₁
		Cultivo Intermitente de Temporal con Labranza Mecanizada	A ₂
		Cultivo Estacional de Temporal con Labranza de Tracción Animal	A ₃
		Cultivo Intermitente de Temporal con Labranza de Tracción Animal	A ₄
		Cultivo Estacional de Temporal con Labranza Manual	A ₅
		Cultivo Estacional de Humedad Residual con Labranza Mecanizada	A ₆
		Cultivo Estacional de "Punta de Riego" con Labranza Mecanizada	A ₇
FORRAJES	GARBANZO	Cultivo Intermitente de Humedad Residual con Labranza Mecanizada	A ₈
		Cultivo Estacional de Humedad Residual con Labranza Mecanizada	A ₉
	ALFALFA	Cultivo Semi-permanente de Riego con Labranza Mecanizada	A ₁₀
HORTALIZAS	CEBOLLA BETABEL COL RABANO CALABACITA CILANTRO	Cultivos Intermitentes de Riego con Labranza Mecanizada	A ₁₁
AGROINDUSTRIALES	MAGUEY	Plantaciones Permanentes de Temporal con Labranza Mixta (Mecanizada y Manual)	A ₁₂
	CAÑA DE AZUCAR	Plantaciones Semi-permanentes de Riego con Labranza Mecanizada	A ₁₃
		Plantaciones Semi-permanentes de Temporal con Labranza Mecanizada	A ₁₄
FRUTICOLAS	AGUACATE CITRICOS GUAYABO	Plantaciones permanentes de Riego con Labranza Mecanizada	A ₁₅

FUENTE: ADAPTADO DE MEDINA (1992) Y COMPLEMENTADO CON INFORMACION DIRECTA DE CAMPO.

CUADRO 10. TIPOS DE UTILIZACION PECUARIO EN EL MUNICIPIO DE TLAJOMULCO DE ZUÑIGA, JALISCO

ESPECIALIZACION PRODUCTIVA	TIPO DE FORRAJE	T I P O S D E U T I L I Z A C I O N	
		D E N O M I N A C I O N	C L A V E
CARNE	PASTOS NATURALES	Ganadería Bovina de Carne bajo Pastoreo con Pastizales Naturales en Fincas Rústicas	P ₁
	PRADERAS CULTIVADAS	Ganadería Bovina de Carne en Praderas Cultivadas de Riego y Fincas Modernas	P ₂
LECHE	ESQUILMOS Y PASTIZALES	Ganadería Bovina de Leche bajo Semi-confinamiento en Fincas Rústicas	P ₃
DOBLE PROPOSITO	ALIMENTOS BALANCEADOS Y ENSILADOS	Ganadería bovina de Doble Propósito bajo Confinamiento en Fincas Modernas	P ₄
	PASTOS NATURALES, ESQUILMOS Y RAMONEO	Ganadería Caprina de Doble Propósito bajo Pastoreo en Agostaderos y Fincas Rústicas	P ₅
CARNE Y HUEVO	DIETAS BALANCEADAS	Avicultura Confinada en Fincas Modernas	P ₆
CARNE Y HUEVO	VARIABLE	Ganadería de Solar o Traspatio	P ₇

CUADRO 11. TIPOS DE UTILIZACION FORESTAL EN EL MUNICIPIO DEL TLAJOMULCO DE ZUÑIGA, JALISCO

CARACTER DE LOS PRODUCTOS	USO DE LOS PRODUCTOS	T I P O S D E U T I L I Z A C I O N	
		D E N O M I N A C I O N	C L A V E
MADERABLE	USO DOMESTICO Y COMERCIAL	Aprovechamiento Maderable (leña y carbón) para Uso Doméstico y Comercial	F ₁
		Aprovechamiento Maderable (construcción y postería) para Uso Doméstico y Comercial	F ₂
NO MADERABLE	ARTESANAL Y COMERCIAL	Recolección de Productos No Maderables para Uso Artesanal-Comercial	F ₃
	AUTOCONSUMO Y VENTA	Recolección de Productos No Maderables para Autoconsumo y Venta	F ₄

FUENTE: ADAPTADO DE MEDINA (1992) Y COMPLEMENTADO CON INFORMACION DIRECTA DE CAMPO.

ambientales disponibles y las características tecnológicas bajo las cuales se desarrollan.

Patrón de Uso de la Tierra

El uso agrícola de la tierra, por lo general, difícilmente se presenta mostrando un nivel de especialización tal que una sola modalidad ocupe todo el espacio territorial (Duch, 1986). Más bien aparece como asociaciones múltiples; por lo tanto, se propone utilizar el concepto patrón de uso de la tierra propuesto por Larios y Hernández (1992) para definir áreas en las cuales se combinan de manera recurrente en espacio y tiempo diferentes tipos de utilización. Para esto se toma como base la zonificación fisiográfica y el condicionamiento ambiental a fin de referir su ubicación geográfica y la dominancia relativa que muestran respecto a la superficie que ocupan, tal y como se muestra en el Cuadro 12.

Los datos del Cuadro 12 indican que el patrón de uso de la tierra es predominantemente agrícola en base a maíz (A1) y secundariamente pecuario con ganadería bovina (P3). El patrón forestal es el de menor importancia para el área, lo que hace que se ubique como un tipo terciario de explotación de la tierra con dominancia de F2. De esta forma, aparte de conocer la especialización productiva del área, es posible identificar el grado de intensidad en el uso de la tierra y, por consiguiente, la forma diferencial que en la actualidad se están aprovechando las condiciones ambientales.

CUADRO 12. PATRONES DE USO DE LA TIERRA EN EL MUNICIPIO DE TLAJOMULCO DE ZUÑIGA, JALISCO

ZONA FISIOGRAFICA	ZONAS AGROECOLOGICAS	PATRONES DE USO		
		DOMINANTE	SECUNDARIO	TERCIARIO
LOMERIOS SUAVES	LOMERIOS SUAVES CON SUELOS ARENOSOS	$A_1 + A_6 + A_3 + A_2 + A_8 + A_{15}$	$P_3 + P_4 + P_6 + P_7$	F_2
MESETAS Y CERRILES	MESETAS ONDULADAS Y DOMOS CON SUELOS SOMEROS ARCILLOSOS	$A_1 + A_3 + A_2 + A_4 + A_8 + A_{12}$	$P_3 + P_5 + P_7$	$F_2 + F_1$
SIERRAS	SIERRAS DE LADERAS PRONUNCIADAS Y MESETAS ONDULADAS CON SUELOS SOMEROS ARCILLOSOS Y ARENOSOS	$P_1 + P_5$	A_5	$F_2 + F_1 + F_3 + F_4$
PLANICIE	PLANICIE LIGERAMENTE ONDULADA CON SUELOS PROFUNDOS ARCILLOSOS	$A_1 + A_2 + A_8 + A_9 + A_7$	$P_3 + P_4 + P_6 + P_7$	F_2
	PLANICIE LIGERAMENTE ONDULADA CON SUELOS ARENO-ARCILLOSOS	$A_1 + A_6 + A_{14} + A_{13} + A_{11}$	$P_3 + P_4 + P_6 + P_7$	—
	PLANICIE SEMI-INUNDABLE CON SUELOS ARCILLOSOS Y FRANCOS	$A_1 + A_9 + A_2 + A_8$	P_3	—

FUENTE: ADAPTADO DE MEDINA (1992) Y COMPLEMENTADO CON INFORMACION DIRECTA DE CAMPO

Resulta así que los ambientes de planicies y lomeríos suaves, a excepción del área semi-inundable, son los que muestran un mayor desarrollo tecnológico orientado principalmente al cultivo del maíz mecanizado, de temporal y humedad residual. En cambio, el área de mesetas y domos, a pesar de estar especializada en producción de maíz, las restricciones de origen edáfico y relieve que le impone el medio ambiente, hace que su nivel tecnológico sea de intermedio a bajo. Finalmente, el ambiente con mayores restricciones ambientales para la agricultura lo son las sierras; y esto se debe a sus excesivas pendientes, suelos someros y altos índices de pedregosidad entre otras restricciones.

Zonificación Agrícola

A partir de la combinación e interacción específica entre las distintas modalidades del uso de la tierra y su relación con las condiciones ambientales del área de estudio, fue posible conocer el grado diferencial en cuanto a avances técnicos y económicos de su agricultura. Se permitió con esto la delimitación de 4 zonas agrícolas, las cuales expresan manifestaciones productivas con rasgos propios en cuanto a especialización y nivel técnico. Además, son el reflejo de un particular desarrollo alcanzado por las fuerzas productivas en la agricultura. Su caracterización y ubicación geográfica se

muestran en el Cuadro 13 y la Figura 13, respectivamente.

Se observa que de las 4 zonas identificadas, tres se especializan en la producción de maíz como la forma de explotación de la tierra principal. Sin embargo, sus diferencias se dan en cuanto al condicionamiento ambiental disponible, patrón de uso de la tierra y rasgos tecnológicos. Esto se debe al grado diferencial de desarrollo natural y socio-económico alcanzado dentro de las mismas, reflejado en la disponibilidad de recursos ambientales y nivel socio-económico de los productores. Por otra parte, la zona de sierra muestra que a pesar de disponer de algunos recursos naturales factibles de explotar, sus fuertes restricciones ambientales hacen que en la actualidad sea la de menor desarrollo tecnológico y la que tiene menos integración socio-económica en el área.

Todos éstos resultados producto del análisis del ámbito de la agricultura de Tlajomulco, permitieron por un lado, conocer y discutir particularidades de la misma, y por otro, tener una visión de conjunto. Por lo que constituyen un marco de referencia aplicable a programas de planificación y desarrollo agrícola municipal. Además, sienta las bases para la determinación de la aptitud de las tierras respecto a usos específicos de importancia económica y social del área, lo que se expondrá en la siguiente sección de Resultados.

CUADRO 13. CARACTERIZACION DE LAS ZONAS AGRICOLAS EN EL MUNICIPIO DE TLAJOMULCO DE ZUÑIGA, JALISCO

DENOMINACION	AMBIENTE	PATRON DE USO DE LA TIERRA	
		PRINCIPAL	SECUNDARIO
PLANICIES Y LOMERIOS PRODUCTORAS DE MAIZ, BOVINOS Y CAPRINOS	PLANICIES, LOMERIOS Y MESETAS	$A_1 + A_2 + A_8 + A_3 + A_6$	$P_3 + P_4 + P_5$
PLANICIE ONDULADA PRODUCTORA DE MAIZ, CAÑA DE AZUCAR Y HORTALIZAS	PLANICIES Y LOMERIOS SUAVES	$A_1 + A_6 + A_{14} + A_{13} + A_{11}$	$P_3 + P_4 + P_6$
PLANICIE SEMI-INUNDABLE PRODUCTORA DE MAIZ Y BOVINOS	PLANICIES	$A_1 + A_9 + A_2 + A_8$	P_3
SIERRAS PRODUCTORAS DE FORESTERIA Y BOVINOS	SIERRAS	$P_1 + P_5$	$A_5 + F_2 + F_1 + F_3 + F_4$

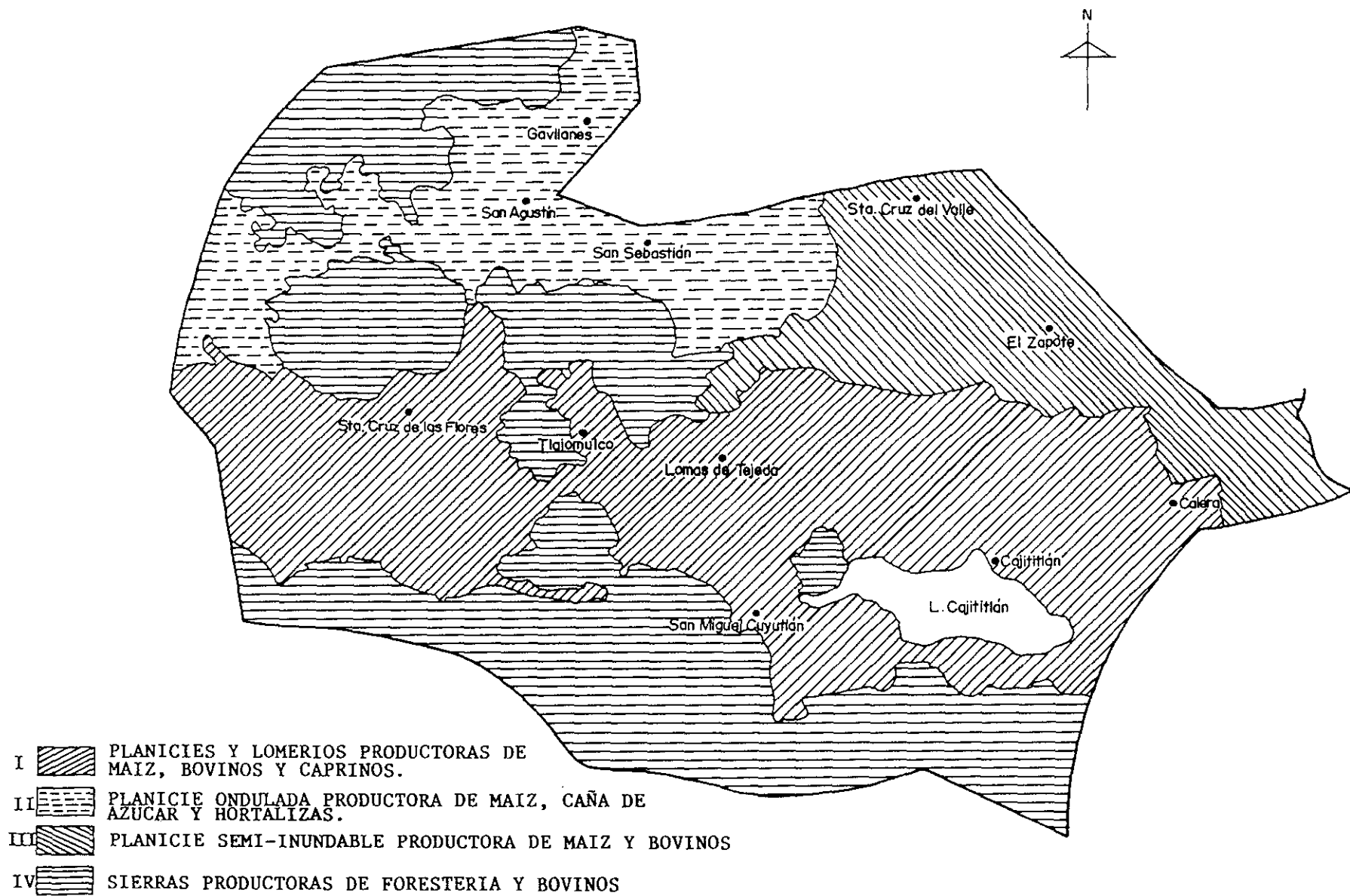


FIGURA 13. ZONAS AGRICOLAS EN EL MUNICIPIO DE TLAJOMULCO DE ZUÑIGA, JALISCO.

5.3. Evaluación y Zonificación Agroecológica

5.3.1. Aptitud Agroclimática

Adaptabilidad Agroclimática del Maíz

Primeramente se reconoce que en el área de estudio el comportamiento de la temperatura y la humedad durante el ciclo del maíz (Junio-Octubre) son los principales factores que gobiernan la adaptabilidad climática y distribución de ésta gramínea bajo condiciones de temporal. Además, estos factores, en combinación con la disponibilidad de radiación solar, condicionan la fotosíntesis neta y permiten que la planta acumule materia seca y desarrolle sus etapas fenológicas sucesivas de acuerdo a las características y patrones específicos para cada grupo de cultivos (FAO, 1981 y Ortiz, 1987).

En este sentido se procedió a evaluar los requerimientos térmicos del maíz en base a las Divisiones Climáticas Mayores propuestas por FAO (1978); que de acuerdo a Ortiz (1987), el área queda clasificada como Tropical Caliente para las zonas con alturas menores a 1500 m y temperaturas medias durante el período de crecimiento mayores de 20°C. Por otro lado, las áreas altas (1500-3000m) y temperaturas medias durante el período de crecimiento menores de 20°C se clasifican como Tropical Templado. De tal forma que de acuerdo a la información disponible de alturas (1550-2700 m.s.n.m) y a la temperatura media resultante de 21.3°C para el período Junio-Octubre, térmicamente el área es apta para desarrollar cultivos C4 de los grupos III y IV en los

cuales queda ubicado el maíz.

Ahora bien, respecto a la disponibilidad de humedad basada en la determinación de la estación de crecimiento, resulta que el inicio de ésta se da entre el 19 de Junio y el 3 de Julio, siendo éste el rango óptimo para llevar a cabo el establecimiento de la siembra y se tenga éxito en la germinación (Villalpando, 1985). Por otra parte, el resultar la terminación de la estación de crecimiento entre el 20 de Septiembre y el 31 de Octubre, dependiendo del tipo de suelo, condiciona la adaptabilidad de genotipos de maíz en forma diferencial. Por lo que deberán seleccionarse aquéllos que su ciclo se ajuste al número de días con disponibilidad de humedad aprovechable. Ya que se dispone de una estación de crecimiento para maíz de 89 a 97 días en áreas con suelos de baja capacidad de almacenaje aptas para establecer genotipos precoces (100 días). En cambio, en las zonas con suelos de alta capacidad de almacenamiento, el maíz dispone de una estación de crecimiento de entre 99 y 132 días adecuada para genotipos de ciclo intermedio (120 días), tal y como se muestra a través de la Figura 14.

Finalmente, el valor resultante de la intensidad de radiación solar (1.0 cal/cm²/min) disponible para maíz durante el período de Junio a Octubre, permite afirmar que es la adecuada, ya que ésta gramínea se ubica en los grupos de cultivos C4 propuestos por FAO (1981), lo que es, precisamente, el rango que requieren para desarrollar una fotosíntesis máxima.

Por otra parte, una vez definido los tipos de genotipo que

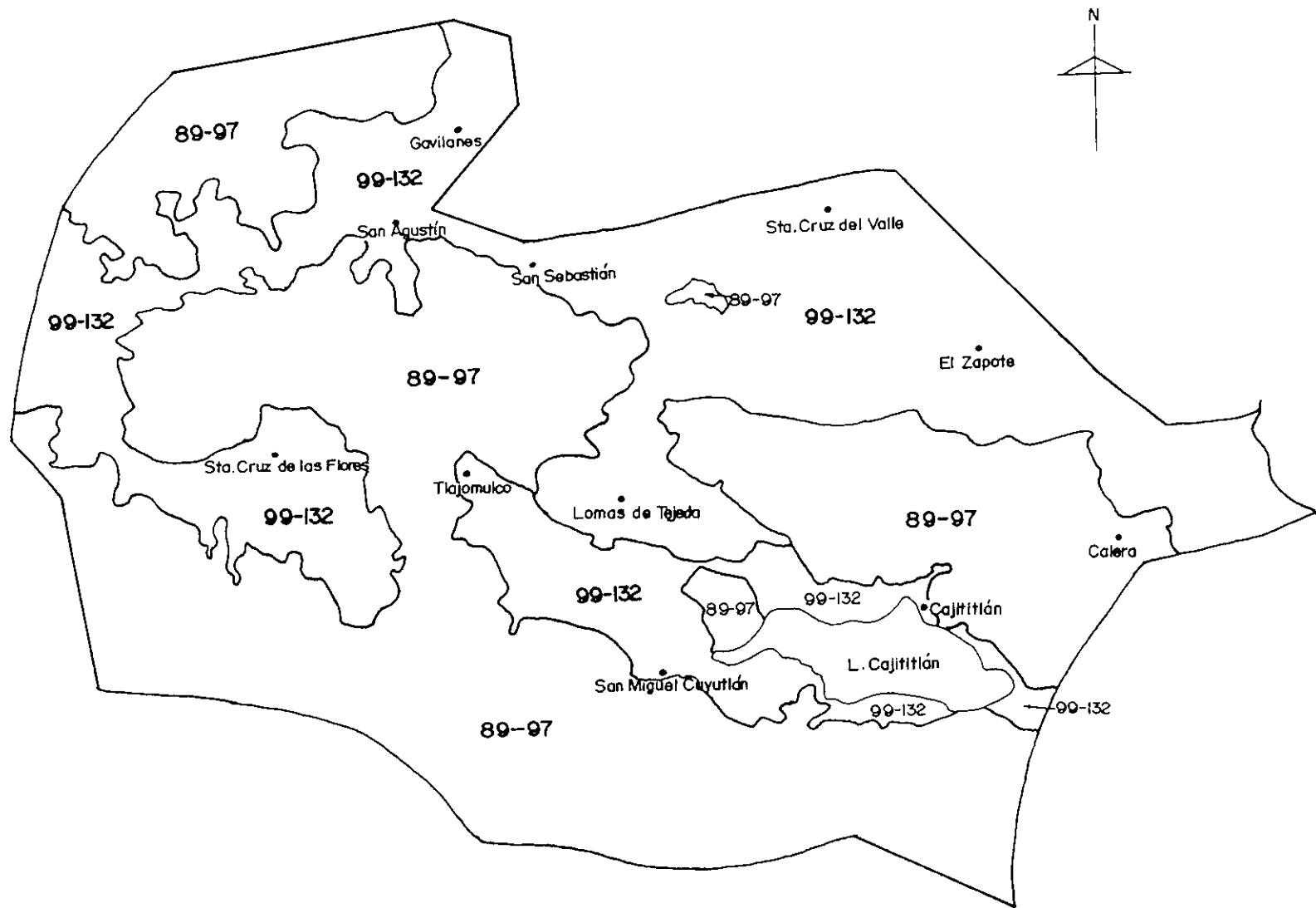


FIGURA 14 . DURACION DE LA ESTACION DE CRECIMIENTO (75%) PARA MAIZ EN EL MUNICIPIO DE TLAJOMULCO, JALISCO.

se adaptan a la zona, también interesó saber si durante su desarrollo fenológico dentro de la estación de crecimiento no enfrentarían algún problema de deficiencia de humedad respecto a sus requerimientos óptimos. Los resultados de los balances hidroagrícolas para maíz llevados a cabo a nivel decenal y que se incluyen en los Anexos, indican que en toda el área y para todas las etapas fenológicas, el índice de porcentaje de satisfacción de humedad (I) es mayor al 75%. Que de acuerdo a lo citado por Papadakis (1980), no habría un decremento significativo en el rendimiento.

Este análisis demuestra que de acuerdo a las exigencias térmicas e hídricas que tiene el maíz frente a la disponibilidad de recursos agroclimáticos del área (Cuadro 14), existe un adecuado nivel de adaptabilidad agroclimática dentro de la misma. Es decir, lo que ofrece el área desde el punto de vista agroclimático se ajusta satisfactoriamente a lo que requiere el maíz, de acuerdo a lo citado por Nuño (1988) y Villalpando (1989).

Estimación de Rendimientos

Constituye una de las variadas aplicaciones que tiene el uso de la radiación solar en la agricultura, ya que se parte del supuesto que la tasa de acumulación de materia seca depende de la especie vegetal en general y el genotipo en particular, aunado ello a las condiciones del ambiente. De tal forma que la tasa de desarrollo de cualquier cultivo bajo condiciones óptimas de

CUADRO 14. EXIGENCIAS (E) Y DISPONIBILIDAD (D) DE RECURSOS AGROCLIMATICOS (JUNIO-OCTUBRE) PARA MAIZ EN EL MUNICIPIO DE TLAJOMULCO DE ZUÑIGA, JALISCO. (Villalpando, 1989).

ESTACION	DEC		TOF		IRS		PE(75%)	
	E	D	E	D	E	D	E	D
ACATLAN	100-120 [†]	90-113	20-30	22.3	1.0-1.4	1.07	300-850	366.7
ATEQUIZA		96-97		22.0		-		381.2
EL SALTO		123-132		21.1		-		427.0
H. VIEJA		99		21.0		1.04		406.6
P. HURTADO		89-99		20.8		-		398.0
TLAJOMULCO		96-107		20.7		1.09		370.5

DEC= Duración de la Estación de Crecimiento (Días)

TOF= Temperatura Optima para Fotosíntesis (°C)

IRS= Intensidad de Radiación Solar(cal/cm²/min)

PE(75%)= Precipitación Efectiva al 75%(mm)

suelo, fertilidad, humedad y prácticas de protección, dependerá de la temperatura y radiación solar disponibles (Ortíz, 1984 y Villalpando, 1985)

Bajo este enfoque, una vez habiéndose determinado cualitativamente la adaptabilidad agroclimática del maíz, interesa evaluar su respuesta cuantitativa expresada en el rendimiento de grano. Primeramente se seleccionó el genotipo más idóneo para la zona en base a la disponibilidad de humedad dictada por la estación de crecimiento. Actualmente existen tres variantes de genotipos (precoces, intermedios y tardíos) de acuerdo al número de días que necesitan para completar su ciclo desde la siembra hasta la madurez. Al respecto, Doorenbos y Kassam (1979) y Ortíz (1990) citan que en promedio los genotipos precoces tienen un ciclo de 80 a 110 días, los intermedios de 110 a 140 días y los tardíos más de 140 días. Por lo que de acuerdo a los resultados del análisis agroclimático, se determina que el área es adecuada para establecer genotipos intermedios de maíz (120 días) en zonas con suelos profundos (50-100 cm) y con alta capacidad de almacenamiento de humedad. En cambio, en zonas con suelos someros (profundidad menor de 50 cm) sólo podrán adaptarse genotipos precoces (100 días), debido a que un intermedio enfrentaría graves restricciones agroclimáticas en la etapa de formación y llenado de grano.

El Cuadro 15 muestra los resultados de la estimación de rendimientos potenciales para dos genotipos (precoz e intermedio), sin considerar restricciones agroclimáticas y

CUADRO 15. ESTIMACION DEL RENDIMIENTO POTENCIAL PARA DOS GENOTIPOS DE MAIZ EN EL MUNICIPIO DE TLAJOMULCO DE ZUÑIGA, JALISCO

GENOTIPOS/SUELOS P A R A M E T R O S	PRECOZ (SUELO SOMERO)	INTERMEDIO (SUELO PROFUNDO)
RADIACION SOLAR PROMEDIO (JUNIO-OCTUBRE) (cal/cm ² /día)	477.0	477.0
TEMPERATURA MEDIA (JUNIO-OCTUBRE) (°C)	21.3	21.3
ESTACION DE CRECIMIENTO AL 75% (días)	89-97	99-132
CICLO DE CULTIVO (días)	100	120
INDICE DE COSECHA	0.35	0.35
ACUMULACION DE MATERIA SECA NETA (Kg/ha)	19,415.26	22,416.14
RENDIMIENTO POTENCIAL (Kg/ha)	6,795.34	7,845.65

utilizando un índice de cosecha promedio de 0.35 (Ortiz, 1984). Se observa que el rendimiento potencial esperado en función de la temperatura y radiación solar para maíz es diferencial dependiendo de la capacidad de almacenamiento de agua en los suelos y la longitud del ciclo de los genotipos. Es decir, se obtiene un mayor rendimiento (7.84 ton/ha) en suelos profundos y genotipos intermedios en comparación de lo que se obtendría (6.79 ton/ha) con genotipos precoces en suelos someros. Sin embargo, no se consideran restricciones agroclimáticas y modificaciones por tipos de suelos (FAO, 1981), y suponiendo que el manejo técnico sea óptimo dentro del contexto de un nivel de inversión alto.

Desde ésta perspectiva, la FAO (1981) propone cuatro grupos de impedimentos agroclimáticos y tres puntuaciones dependiendo del tipo de gravedad. Esto fue aplicado y adaptado a las condiciones particulares del área de estudio, en base a los siguientes criterios:

Grupo a: Impedimentos referidos a la carencia de agua durante el período de crecimiento.

Grupo b: Impedimentos debidos a plagas, enfermedades y malezas que afectan el crecimiento físico de los cultivos.

Grupo c: Impedimentos debidos a varios factores que afectan la formación de materia económicamente aprovechable y la calidad.

Grupo d: Impedimentos relacionados con las dificultades de laboreo y manipulación de los productos a causa de exceso de humedad de la tierra o del producto.

Por otra parte, la evaluación de la gravedad de los cuatro grupos de impedimentos antes citados, se llevó a cabo aplicando los criterios siguientes:

0 puntos: Ausentes, pérdidas insignificantes.

1 punto: Moderados, pérdidas del rendimiento del 25%

2 puntos: Graves, pérdidas del rendimiento del 50%.

Clases de Aptitud

Las aptitudes agroclimáticas resultantes al aplicar los criterios de FAO (1981), se exponen en el Cuadro 16. Se observa que a excepción de la planicie semi-inundable con clase Apta (A), el resto del área presenta una aptitud Muy Apta(MA). Esto corrobora una vez más y en forma cuantitativa, lo encontrado en los resultados de adaptabilidad agroclimática previamente hecha. Sin embargo, el proceso de evaluación está todavía incompleta, ya que es necesario incorporar el factor suelo para llegar a la evaluación agroecológica final, en donde se incluyan las restricciones edáficas y el condicionamiento climático de manera conjunta.

CUADRO 16. APTITUD AGROCLIMATICA PARA MAIZ EN EL MUNICIPIO DE TLAJOMULCO DE ZUÑIGA, JALISCO.

ZONA AGROECOLOGICA	ESTACION DE CRECIMIENTO	REND. POTENC. SIN RESTRIC. (Ton/ha)	RESTRIC. AGROCLIM. abcd	RENDIMIENTO C/RESTRICC. (ton/ha)	% DEL REND. POTENCIAL	CLASE DE APTITUD
LOMERIOS SUAVES CON SUELOS ARENOSOS	89-97	7.845	0000	7.845	100	MA
MESETAS ONDULADAS Y DOMOS CON SUELOS SOMEROS ARCILLOSOS	89-97	6.795	0000	6.795	100	MA
SIERRAS DE LADERAS PRONUNCIADAS Y MESETAS ONDULADAS CON SUELOS SOMEROS ARCILLOSOS Y ARENOSOS	89-97	6.795	0000	6.795	100	MA
PLANICIE LIGERAMENTE ONDULADA CON SUELOS PROFUNDOS ARCILLOSOS	99-132	7.845	0000	7.845	100	MA
PLANICIE LIGERAMENTE ONDULADA CON SUELOS PROFUNDOS ARENO-ARCILLOSOS	99-132	7.845	0000	7.845	100	MA
PLANICIE SEMI-INUNDABLE CON SUELOS ARCILLOSOS Y FRANCOS	99-132	7.845	0001	5.884	75	A

CLASES DE APTITUD Y PORCENTAJE DEL RENDIMIENTO MAXIMO

MA = Muy Apta (80 - 100%)
 A = Apta (40 - 80%)
 mA = Marginalmente Apta (20 - 40%)
 NA = No Apta (Menor al 20%)

IMPEDIMENTOS AGROCLIMATICOS

0 = Ausentes
 1 = Moderados (25% de pérdida)
 2 = Graves (50% de pérdida)

5.3.2. Aptitud Edáfica

Adaptabilidad Edáfica

Se puede disponer de las mejores condiciones agroclimáticas para maíz, pero si las condiciones edáficas no son favorables es posible cometer errores al zonificar esta gramínea. Siendo necesario llevar a cabo una comparación entre las exigencias edáficas del maíz y las características que presentan los suelos del área. Para finalmente determinar el grado en que dichas exigencias son cubiertas dependiendo de los tipos de suelos y su ubicación geográfica en el paisaje. En este sentido, las condiciones edáficas que se consideraron para realizar una evaluación de tipo cualitativo fueron las siguientes: Unidad de Suelo, Fases Físicas, Pendiente y Textura.

Tipos de Suelos

El análisis se basa en las Unidades de Suelo que reporta CETENAL (1975) a Esc. 1:50,000, en donde se llevó a cabo una valoración de cada unidad respecto a las exigencias edáficas con nivel tecnológico alto (FAO, 1981). Esta valoración asignada a cada unidad, posteriormente se modificó o mantuvo al incorporar las limitaciones derivadas de la pendiente, texturas y fases.

La valuación se hizo distinguiendo tres clases básicas de idoneidad del suelo para el maíz con nivel tecnológico alto: muy idóneo (S1), marginalmente idóneo (S2) y no idóneo (N).

Resultando que en base a las seis principales unidades dominantes de suelo, resulta que, a excepción de los Planosoles (W) que se clasifican como S2, el resto se clasifica como S1. Es decir, el nivel de idoneidad de los tipos de suelos para producir maíz es muy adecuado en la mayor parte del área.

Modificaciones por Fases Físicas

Se llevaron a cabo las modificaciones que propone FAO(1981) aplicándolas a las condiciones particulares del área, en base a las fases identificadas en la forma siguiente: las calificaciones son 0, -1 y N; cero cuando la fase no representa una limitación para el desarrollo del maíz; -1 cuando presenta limitaciones y, por consiguiente, la unidad de suelo se reduce en una clase; y N en los casos en que por la severidad de la fase que ejerce para el establecimiento del maíz, el área no es apta para la producción. Por lo tanto, las fases presentes en el área se clasifican de la siguiente forma: Lítica (N), Lítica profunda (-1), Gravosa (-1), Pedregosa (N) y Dúrica (-1).

Modificaciones por Pendiente

Se hizo tomando como base a la zonificación fisiográfica resultante en este trabajo y valuando con el criterio siguiente: S1 para las planicies (0-8%), S2 para los lomeríos (8-30%) y N para los pie de monte y sierras (mayor al 30%).

Modificaciones por Textura

A partir de la clasificación textural reportada en la carta

edafológica Esc. 1:50,000 (1 gruesa, 2 media y 3 fina) y muestreos de campo, se aplicó la modificación propuesta por FAO (1981): S1 para las clases 2 y 3, y S2 para la clase 1. Sin embargo, algunos suelos presentes en el área con textura 1 como los Regosoles éutricos (Re), corresponden a suelos de humedad residual que son altamente productivos en maíz, por lo que en estos casos se decidió no considerar la modificación por textura.

Clases de Aptitud

En la Figura 15 aparecen los resultados de la valoración edáfica en relación al cultivo del maíz, en donde queda integrado el tipo de suelo con sus correspondientes modificaciones por fases físicas, pendiente y textura en forma conjunta. Al respecto, la clasificación del suelo como S1 indica que no existen limitaciones de origen edáfico, o si las hay, son muy ligeras; la S2 se refiere a la presencia de restricciones edáficas que afectan notablemente la producción de maíz, pero no suficientes para juzgar el suelo como no apto; y finalmente, la N significa que las limitaciones edáficas son tan graves que la producción no es posible bajo las especificaciones técnicas previstas, o si lo es, resultaría muy limitada y con muchos problemas técnicos.

Los resultados indican que la adaptabilidad edáfica está relacionada con la zonificación fisiográfica, la pendiente y la profundidad efectiva que presentan los suelos. Es decir, la valoración S1 coincide con los terrenos planos y suelos profundos en donde en la actualidad se registran las mejores producciones



- S_1 = MUY IDONEA
 S_2 = MARGINALMENTE IDONEA
 N = NO IDONEA

FIGURA 15 . ADAPTABILIDAD EDAFICA PARA MAIZ CON NIVEL TECNOLOGICO ALTO EN EL MUNICIPIO DE TLAJOMULCO DE ZUÑIGA, JALISCO.

de maíz; en la S2 los suelos presentan algunas ligeras restricciones relacionadas con la pendiente y la profundidad y se ubica en los lomeríos muy suaves; y por último, la N muestra severas restricciones de profundidad, pendiente, pedregosidad, etc. y se asocia con la zona fisiográfica de sierras y pie de monte principalmente. Cabe señalar que se encontraron áreas intermedias a las que se les asignó S2/N ó S2/S1, indicando con ésto que parte de la misma se podría comportar como S2 y el resto como N ó S1. En este caso, se asocian tanto áreas planas con problemas de profundidad e inundación, como algunas de lomeríos suaves con suelos de profundidad intermedia (50 cm) pero con alta capacidad para retener humedad residual.

5.3.3. Zonificación Agroecológica para Maíz

Constituye el resultado final de la evaluación, en donde se integra tanto la aptitud agroclimática como la edáfica de manera conjunta. Para esto las calificaciones de la aptitud edáfica (S1, S2 y N) se sobreponen al plano de las aptitudes agroclimáticas, en base al siguiente criterio: las S1 mantienen la calificación agroclimática original; las S2 degradan a la clase agroclimática a la categoría inmediata inferior; y por último, las N convierten directamente a la aptitud agroclimática original, en no apta. Sin embargo, al resultar aptitudes edáficas intermedias (S2/N y S2/S1) se tomó un segundo criterio: la clase S2/N convierte a la agroclimática a marginal y la clase S2/S1 se consideró para fines de clasificación que representaba el 80% del rendimiento máximo de S1.

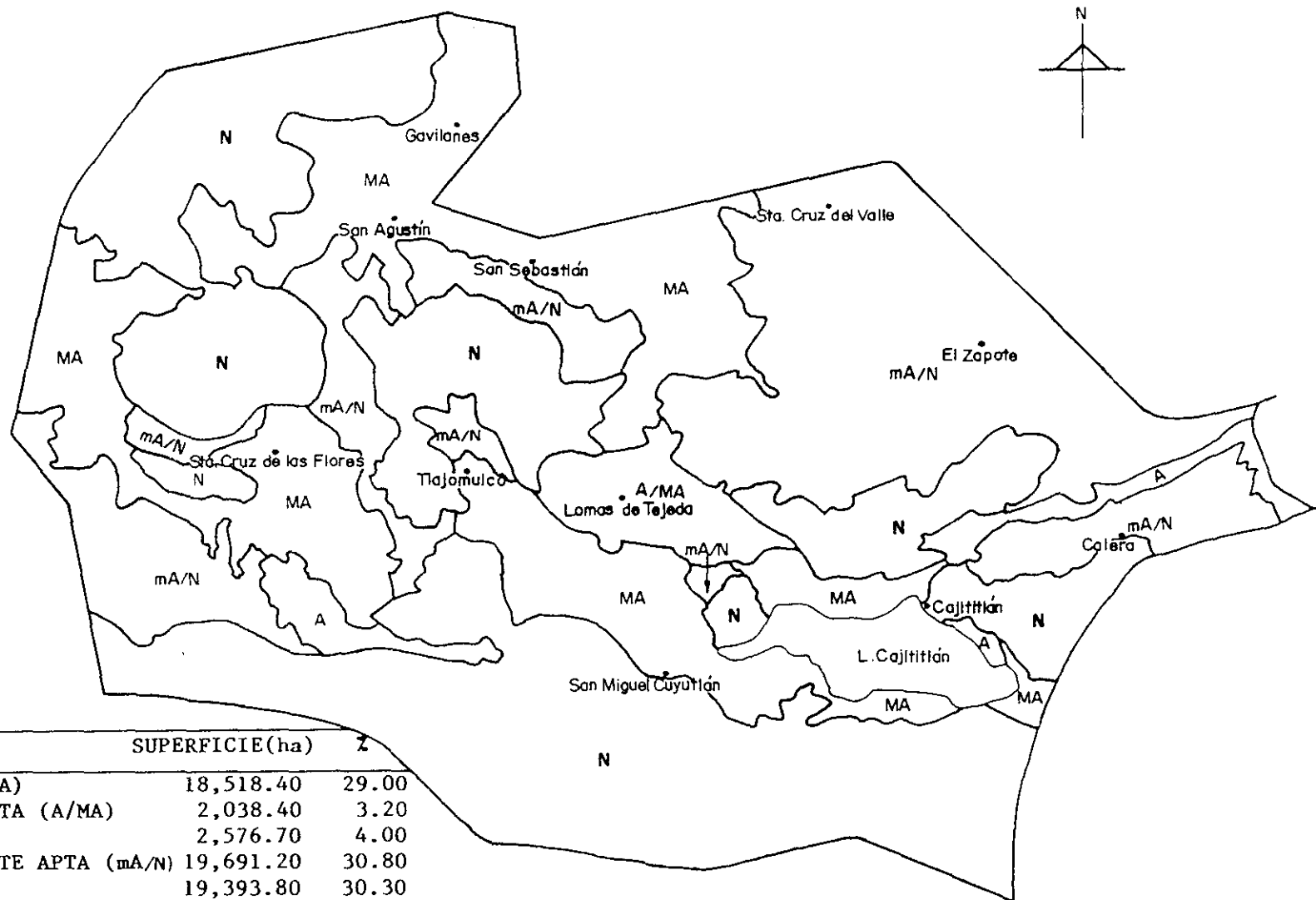
En este sentido, resulta que en las tierras con aptitudes agroecológicas MA se espera un rendimiento máximo para genotipos intermedios entre 6.276 y 7.845 ton/ha; las A entre 3.138 y 6.276 ton/ha, las marginales entre 1.569 y 3.138 ton/ha y por último, la N el rendimiento esperado será menor a 1.569 ton/ha. Por lo que en base a resultados de campo, las mejores áreas (MA y A) reportan rendimientos promedios de 5.0 ton/ha; es decir, en la actualidad todavía no ha sido posible llegar al techo potencial productivo, aunque existen algunos productores que han logrado alrededor de 7.0 ton/ha. Ahora bien, los rendimientos de campo en las áreas marginales se registran alrededor de 3.0 ton/ha, aunque existen áreas localizadas que rebasan esta producción en general el promedio se acerca a ese valor. Indicando con esto que en dichas áreas se está llegando al techo productivo posible a costa de problemas de degradación de los suelos y con altos costos de algunas mejoras territoriales adicionales (drenaje, encalado, subsoleo, etc.). Finalmente, las áreas no aptas (N) coinciden con el rango estimado de producción, o sea, se obtienen rendimientos abajo de 1.5 ton/ha. Sería impráctico y antieconómico intentar mejorarlo, ya que son áreas que presentan severas restricciones para que pudiera pensarse en producir maíz a nivel comercial.

Este análisis evidencia la importancia que tienen las zonas con clase A y MA en cuanto a la intensificación tecnológica (niveles óptimos de insumos) que permita hacerlas cada vez más rentables, ya que se dispone de recursos ambientales y

tecnológicos favorables para ello. En cambio, en las áreas marginales tendría que pensarse en desarrollar solamente aquellas con posibilidades de mejoras territoriales de manera económica, con el fin de poder pagar los costos de producción y obtener un reducido pero significativo margen de ganancia para los productores.

Por otra parte, el inventario y la ubicación geográfica de cada una de las aptitudes agroecológicas resultantes se muestran en la Figura 16. Se observa que el área de estudio dispone de alrededor del 36.0% (23,133.5 ha) de su territorio de condiciones agroecológicas favorables para el establecimiento y desarrollo de maíz con alta tecnología. Son áreas que se clasifican como muy aptas (MA) en un 29.0% y el 7.0% restante resultaron con clase apta (A). Además, existe una superficie significativa de 19,691.2 ha representando un 30.8% con clase de aptitud marginalmente apta (mA), indicando con esto que los rendimientos apenas son suficientes para cubrir los costos de producción que el nivel tecnológico previsto implica (Ortíz, 1984). Finalmente, hay 19,393.8 ha (30.3%) de tierras en las que por sus severas restricciones de origen edáfico no es posible llevar a cabo el tipo de utilización de la tierra proyectado, por lo que se les clasifica como no apta (N).

Desde esta perspectiva analítica se demuestra que el llevar a cabo una zonificación de cultivos de tipo agroecológico permite determinar con mayor precisión las clases de aptitud, ya que al pasar de la aptitud agroclimática a la agroecológica se observó



CLASES	SUPERFICIE (ha)	Z
MUY APTA (MA)	18,518.40	29.00
APTA/MUY APTA (A/MA)	2,038.40	3.20
APTA (A)	2,576.70	4.00
MARGINALMENTE APTA (mA/N)	19,691.20	30.80
NO APTA (N)	19,393.80	30.30
T O T A L	63,963.00	100.00

FIGURA 16. CLASES DE APTITUD AGROECOLOGICA PARA MAIZ CON NIVEL TECNOLOGICO ALTO EN EL MUNICIPIO DE TLAJOMULCO DE ZUÑIGA, JALISCO.

que hubo áreas que a pesar de disponer de condiciones climáticas favorables para maíz, las condiciones edáficas resultaron ser restrictivas, lo que generó que la clasificación agroclimática original se modificara. Por otra parte, resultaron áreas en las que las condiciones climáticas y edáficas eran favorables para el maíz, generando con esto que la adaptabilidad agroclimática original no sufriera modificaciones. Sin embargo, existen algunas zonas de la clase MA que a pesar de disponer de condiciones edafoclimáticas favorables no han podido expresar su real potencial productivo por falta de una mayor intensificación tecnológica.

6. CONCLUSIONES

a) El área de estudio se diferencia en cuatro zonas fisiográficas y constituyen la base para el análisis del condicionamiento ambiental y el uso agrícola de la tierra.

b) La interacción entre las condiciones climáticas, edáficas y de relieve determinan la conformación de seis zonas agroecológicas con diferente potencial productivo.

c) La agricultura de Tlajomulco se caracteriza por la producción de básicos con dominancia en maíz a través de siete sistemas de producción.

d) La estación de crecimiento del área de estudio es de tipo normal y está determinada por la distribución de la precipitación y capacidad de almacenamiento de los suelos.

e) La disponibilidad de radiación solar y temperatura son adecuadas para el maíz bajo condiciones de temporal.

f) El municipio de Tlajomulco dispone de recursos agroclimáticos muy aptos para genotipos de maíz con ciclos de siembra a madurez fisiológica entre 89 y 132 días, siempre y cuando no existan restricciones edáficas y de manejo.

g) Las mejores condiciones agroclimáticas para la producción de maíz se caracterizan por una estación de crecimiento entre 100 y 132 días.

h) Bajo una misma condición agroclimática, la duración de la estación de crecimiento varía en función de las características físicas y ubicación geográfica de los suelos.

i) Agroecológicamente sólo el 36% del área de estudio presenta condiciones óptimas para la producción de maíz con alta tecnología.

j) Las zonas agroecológicas aptas (A) y muy aptas (MA) para maíz coinciden con las áreas más productivas del municipio; sin embargo, no se ha explotado todo su potencial.

k) Las zonas con aptitudes marginales (mA) representan el 30% de la superficie total y sus rendimientos de campo coinciden con el potencial estimado.

l) El método de zonificación agroecológica utilizado constituye una herramienta precisa para la planificación agrícola municipal, ya que integra de manera conjunta al clima, el suelo y el manejo.

7. BIBLIOGRAFIA

- ALFARO R., M.E. Y FIGUEROA O., F. 1991. Caracterización de los Principales Tipos de Suelos y su Uso Actual en el Municipio de Tlajomulco de Zúñiga, Jal. Tesis Profesional. Instituto Tecnológico Agropecuario No. 26. Tlajomulco de Zúñiga, Jal. 75 p.
- BENACCHIO S., S. 1981. Algunas Exigencias Agroecológicas en 58 Especies de Cultivo con Potencial de Producción en el Trópico Americano. Maracaibo, Venezuela.
- BURGUER A., W. 1984. Crop Classification. Published in Physiological Basis of Crop Growth and Development. p. 1-12ASA-CSS-SSSA, Madison, WI.
- CANCHOLA R., M. Y J. GALLARDO CH. 1991. Los Sistemas de Producción de Maíz (*Zea mays* L.) en el Municipio de Tlajomulco de Zúñiga, Jal. Tesis Profesional, Instituto Tecnológico Agropecuario No. 26. Tlajomulco de Zúñiga, Jal. 94 p.
- CASTAÑOS M., C. M. Y J. DE LA MORA. 1990. Evaluación Agroecológica en Jalisco (Caso: Maíz). Sus Efectos en la Planeación y Productividad Agrícola. Coordinación General de Desarrollo Rural. Gobierno del Estado de Jalisco. Guadalajara, Jalisco.
- DETENAL. 1975. Cartografía Temática del Municipio de Tlajomulco de Zúñiga, Jal. Esc. 1:50,000. México, D.F.
- CHANG H., I. 1968. Climate and Agriculture. An Ecological Survey Aldine. Chicago, U.S.A. 246 p.
- CHAPMAN S., R. Y L. CARTER. 1976. Crop. Production Principles and Practices. Sn. Francisco, E.U.A., W.H. Freeman and Company. p. 125-136.
- CHRISTIAN C.S. Y G.A. STEWART. 1968. Methodology of Integrated Surveys. Aerial Surveys and Interpreted Studies-Proc. UNESCO Conf. Principles Methods Integrating Aerial Studies Nat. Res. Potencial Develop. Tolouse. 233-280 pp.
- DOORENBOS J. Y A. H. KASSAM. 1979. Efectos del Agua sobre el Rendimiento de los Cultivos. Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación. Roma, Italia.

- DUCH G., J. C. BAYONA C., L. LABRA L. Y A. GAMA V. 1981. Sistema de Evaluación de Tierras para la determinación del Uso Potencial Agropecuario y Forestal en México. Revista de Geografía Agrícola. 1:21-46. Chapingo, México.
- 1986. El Ambito de la Producción Agrícola en el Estado de Yucatán. En: Memorias del II Seminario del Sistema de Centros Regionales. Tomo II, Universidad Autónoma Chapingo. Chapingo, México. 567-592 pp.
- 1988. La Conformación Territorial del Estado de Yucatán. Los Componentes del Medio Físico. Centro Regional de la Península de Yucatán. Universidad Autónoma Chapingo. Chapingo, México. 427 p.
- DUNCAN W., G. 1975. Maize. Crop. Physiology. Cambridge, L.T. Evans Cambridge University Press. p. 23-50.
- FAO. 1976. Esquema para la Evaluación de Tierras. Boletín de Suelos de la FAO No. 32. Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación. Roma, Italia. 66 p.
- 1978. Report on the Agro-Ecological Zones Projeet. Vol. I. Methodology and Results for Africa. Roma, Italia.
- FAO-PNUMA-UNESCO. 1980. Metodología Provisional para la Evaluación de la Degradación de los Suelos. Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación. Roma, Italia. 86 p.
- FAO. 1981. Informe del Proyecto de Zonas Agroecológicas. Metodología y Resultados para América del Sur y Central. Informes de Recursos Mundiales de Suelos 48/3. Vol. 3. Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación. Roma, Italia. 253 pp.
- 1984. Directivas: Evaluación de Tierras para la Agricultura en Secano. Boletín de Suelos de la FAO No. 52. Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación. Roma, Italia. 228 p.
- 1985. Evaluación de Tierras para Fines Forestales. Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación. Estudio FAO de Montes No. 48. Roma, Italia. 106 p.
- FRERE M., Y G. F. POPOV. 1980. Pronóstico de Cosechas Basado en Datos Agrometeorológicos. Dir. de Producción y Protección Vegetal. Estudio FAO No. 17. Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación. Roma, Italia. 66 pp.

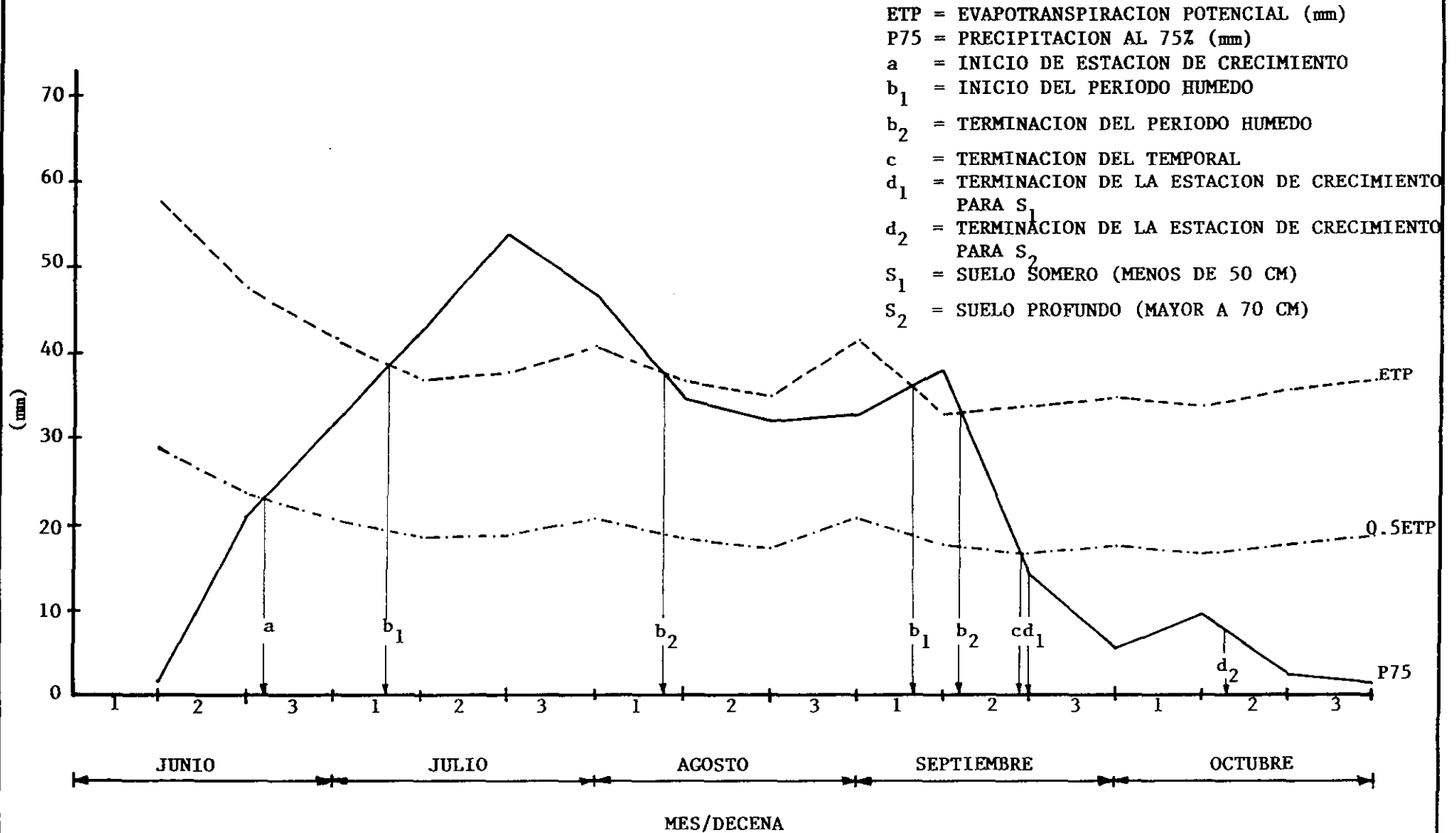
- FUENTES Y., J. L. 1983. Apuntes de Meteorología Agrícola. 3a. Edición. Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación. Madrid, España. 301 p.
- GARCIA B., J. 1972. Estudio Agroclimático de la Zona Andina. Agronomía Tropical No. 3. Maracay. Revista de la Facultad de Agronomía. 25 p.
- 1979. Estructura Metodológica para la Caracterización Agroecológica de Areas por procedimientos cuantitativos de análisis y su posterior zonificación. Tesis de Doctor en Ciencias. Colegio de Postgraduados. Chapingo, México. 451 p.
- GARCIA E. 1981. Modificaciones al Sistema de Clasificación Climática de Köppen. Para Adaptarlo a las Condiciones de la República Mexicana. Instituto de Geografía. Universidad Nacional Autónoma de México. México, D.F. 252 p.
- INEGI. 1981. Guías para la Interpretación de Cartografía. Edafología. Secretaría de Programación y Presupuesto. México, D.F. 48 p.
- INEGI-SPP. 1985-1987. Fotografías Aéreas del Municipio de Tlajomulco de Zúñiga. B/N Esc. 1:37,000. Guadalajara, Jalisco.
- KASSAM A., H. Y K. J. BEEK. 1982. Informe del Proyecto de Zonas Meteorológicas Mundiales.
- LARIOS R., J. Y J. HERNANDEZ. 1992. Fisiografía, Ambientes y Uso Agrícola de la Tierra en Tabasco, México. Dirección de Centros Regionales. Universidad Autónoma Chapingo. Chapingo, México. 130 p.
- LOUISE, F., HUIZING, H., VAN KEULEN, H., LUNING, H., Y R. SCHIPPER. 1989. Land Evaluation and Farming Systems Analysis for Land Use Planning. FAO Guide lines: Second Draft. Department of Land Resource Surveys and Rural Development. Enschede, The Netherlands. 201 p.
- MEDINA G., G. 1989. SICA: Sistema de Información para Caracterizaciones Agroclimáticas. Versión 1.0. Tesis de Maestría en Ciencias. Colegio de Postgraduados. Montecillo, México. 61 p.
- , Y J. A. RUIZ., C. 1992. SICA. Sistema de Información para Caracterizaciones Agroclimáticas (Versión 2.0). Tema Didáctico No. 2. Campo Experimental Zacatecas. INIFAP-SARH. Calera de V.R., Zacatecas. 103 p.

- MEDINA O., J. G. 1972. El Ambito de la Producción Agrícola en el Municipio de Tlajomulco de Zúñiga, Jal. Documento Interno. Instituto Tecnológico Agropecuario No. 26. Tlajomulco de Zúñiga, Jalisco.
- MORALES C., N. Y C.A. ORTIZ S. 1983. Aplicación de la Metodología de Zonas Agroecológicas (FAO) para la Evaluación de la Aptitud de Producción de Maíz, Frijol y Trigo en la parte Sur de Zacatecas. Revista Chapingo. 40:78-82. Chapingo, México.
- NUÑO R., R. 1988. Determinación de Zonas de Eficiencia Agroclimática para el Maíz. Tesis de Maestría. Escuela de Graduados. Universidad de Guadalajara. Guadalajara, Jal.
- ORTIZ S., C. A. 1974. Evaluación de Tierras según su Producción de Maíz en el Area de Influencia de Chapingo. Tesis de Maestría. Colegio de Postgraduados. Chapingo, México.
- Y H. CUANALO DE LA C. 1978. Metodología del Levantamiento Fisiográfico. Un Sistema de Clasificación de Tierras. Rama de Suelos. Colegio de Postgraduados. Chapingo, México. 86 p.
- 1984. Elementos de Agrometeorología Cuantitativa con Aplicaciones en la República Mexicana. 2da. Edición. Universidad Autónoma Chapingo. Chapingo, México. 235 p.
- 1987. Evaluación de Tierras de México para la Producción de Maíz, Frijol y Sorgo en Condiciones de Temporal. Serie Cuadernos de Edafología No. 8. Centro de Edafología, Colegio de Postgraduados. Chapingo, México. 39 p.
- 1990. Notas del Curso: Zonificación Agroecológica de Cultivos y Cartografía de Clases de Tierras Campesinas. Colegio de Postgraduados. Cárdenas, Tabasco.
- 1992. Enfoques y Métodos de Reconocimiento y Evaluación de los Recursos Naturales. Conferencia Magistral. En: Estudio de los Recursos Naturales para la Agricultura en el SCRU. Chapingo, México.
- PAPADAKIS, J. 1980. El Clima. Buenos Aires, Albatros. p. 1-88.
- QUIRIONES H. 1987. El Sistema Fisiográfico de la Dirección de Geografía. Revista de Geografía. 2(1):13-20. México, D.F.

- ROMO G., J. R. 1984. Detección de Areas Potenciales para el Cultivo de la Piña, Ananas comasus, (L) Merr., en el Estado de Puebla por medio de una Estructura Metodológica de Caracterización Agroclimática. In "Seminario Otoño 1984". Centro de Hidrociencias. Colegio de Postgraduados. Chapingo, México.
- 1985. Zonas con Potencial Agroclimático para la Producción de cinco Oleaginosas bajo Temporal en la República Mexicana. Tesis de Maestría. Centro de Hidrociencias. Colegio de Postgraduados. Chapingo, México. 181 p.
- SALCEDO G., J. G. Y J. LARIOS R. 1988. Zonificación Agrícola de la Costa de Tabasco, México. Documento Interno. Centro Regional Universitario del Sureste. Universidad Autónoma Chapingo. Teapa, Tabasco. 193 p.
- SHAW R., H. 1977. Climate Requirement. Published in Corn and Corn Improvement, G.F. Sprague Edit. p. 591-623. American Society of Agronomy. Madison, WI.
- SHIBLES R., M. 1981. Crop. Physiology. Class Notes. Iowa State University. Ames, Ia.
- VILLALPANDO I., J. F. 1985. Notas del Curso de Agroclimatología. Maestría en Manejo de Areas de Temporal. Universidad de Guadalajara. Guadalajara, Jal.
- 1989. Agrometeorología del Maíz. En: Memorias del Simposium Internacional sobre Tecnologías de Producción de Maíz. Tomo I FIRA. Guadalajara, Jal. 17-32 pp.

8. ANEXOS

ANEXO 1. COMPORTAMIENTO AGROCLIMATICO Y ESTACION DE CRECIMIENTO EN ACATLAN DE JUAREZ

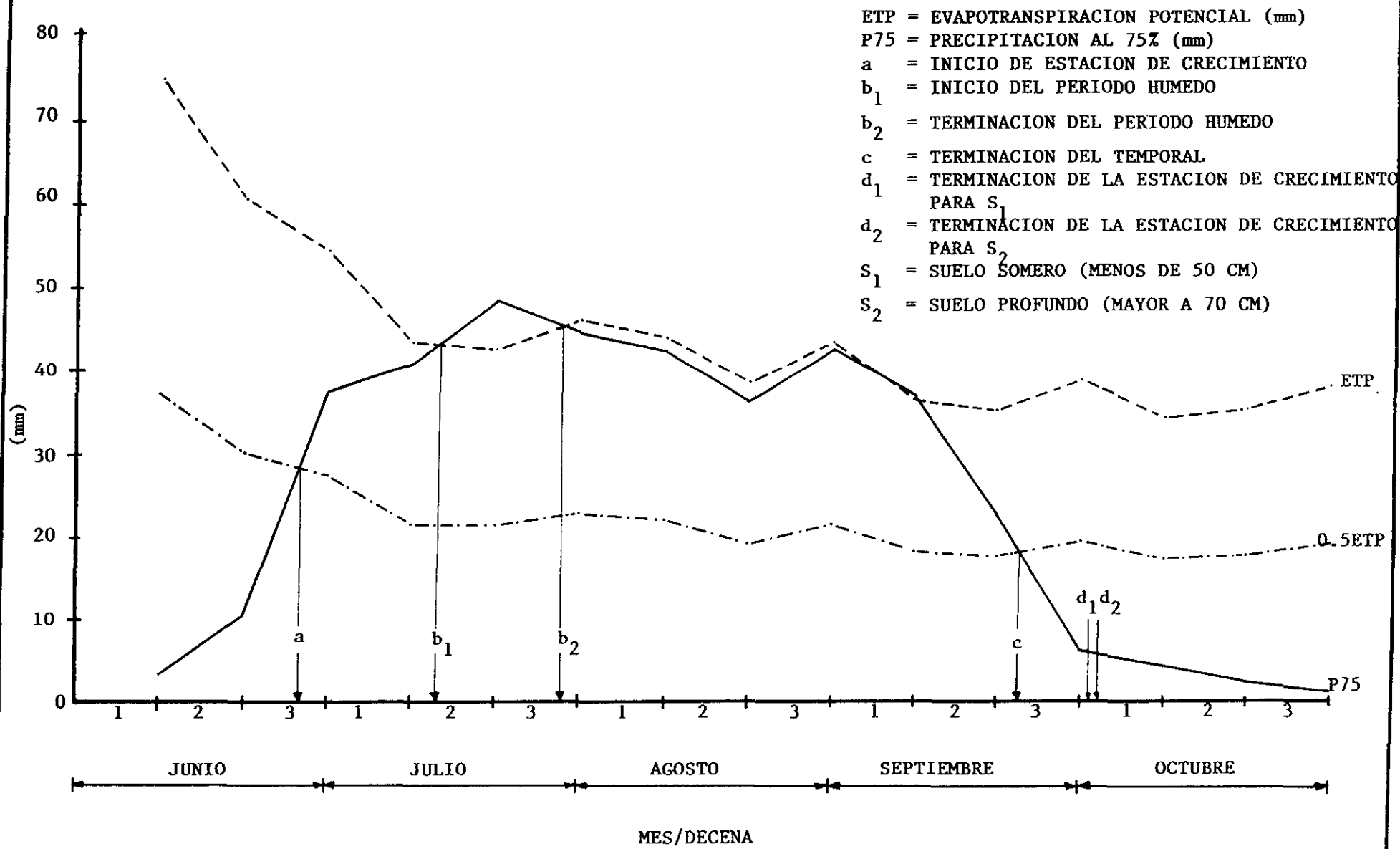


ANEXO 2. BALANCE DE HUMEDAD DEL SUELO A NIVEL DECENAL ESTIMADO PARA MAÍZ EN LA ESTACION DE ACATLAN (METODO DE LA FAO).

M E S		JUNIO			JULIO			AGOSTO			SEPTIEMBRE			OCTUBRE			TOTALES
DECENA		1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	15
P75		1.8	20.8	31.5	42.7	53.9	46.7	34.4	31.7	32.1	37.6	14.2	5.5	9.8	2.6	1.4	366.7
ETP		57.5	47.5	41.3	36.8	37.6	40.7	36.5	34.3	41.6	32.3	33.7	34.8	33.4	35.4	36.6	580.0
Kc		0.32	0.32	0.32	0.38	0.56	0.82	1.03	1.15	1.15	1.15	1.08	0.96	0.79	0.60	0.40	
ETc		18.4	15.2	13.2	14.0	21.0	33.4	37.6	39.4	47.8	37.1	36.4	33.4	26.4	21.2	14.6	409.1
P75-ETc		-16.6	5.6	18.3	28.7	32.9	13.3	-3.2	-7.7	-15.7	0.5	-22.2	-27.9	-16.6	-18.6	-13.2	
RS	S ₁	-	5.6	23.9	49.5	49.5	49.5	46.3	38.6	22.9	23.4	1.2	0.0	0.0	0.0	0.0	
	S ₂	-	5.6	23.9	52.6	85.5	98.8	95.6	87.9	72.2	72.7	50.5	22.6	6.0	0.0	0.0	
S/D	S ₁	-	0.0	0.0	3.1	32.9	13.3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	-26.7	-16.6	-18.6	-13.2	
	S ₂	-	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	-12.6	-13.2	
I	S ₁	-	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	92.7	88.2	83.1	81.3	
	S ₂	-	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	96.6	94.8	

- P75 = Precipitación al 75% (mm)
 ETP = Evapotranspiración Potencial (mm)
 Kc = Coeficiente de Cultivo (Maíz)
 ETc = Requerimiento de agua (mm)
 RS = Reserva de agua en el Suelo (mm)
 S/D = Excesos y Déficits de Agua (mm)
 I = Índice de Satisfacción de Agua (%)
 S₁ = Suelo Somero (CA= 49.5 mm)
 S₂ = Suelo Profundo (CA= 189.6 mm)
 CA = Capacidad de Almacenamiento del Suelo (mm)

ANEXO 3. COMPORTAMIENTO AGROCLIMATICO Y ESTACION DE CRECIMIENTO EN ATEQUIZA.

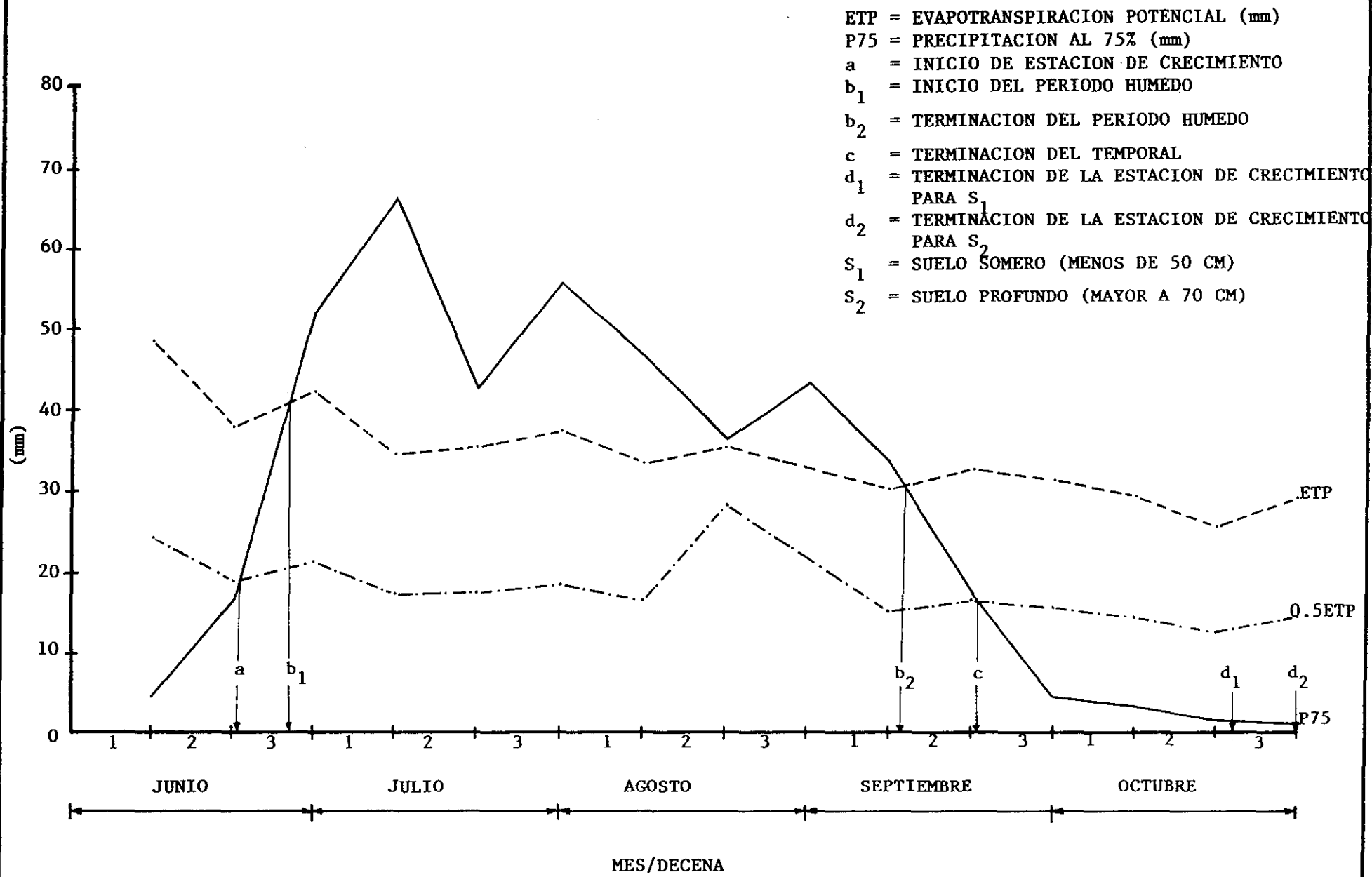


ANEXO 4. BALANCE DE HUMEDAD DEL SUELO A NIVEL DECENAL ESTIMADO PARA MAIZ EN LA ESTACION DE ATEQUIZA
(METODO DE LA FAO).

M E S		JUNIO			JULIO			AGOSTO			SEPTIEMBRE			OCTUBRE			TOTALES
DECENA		1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	15
P75		3.3	10.3	37.7	40.8	48.7	44.9	42.7	36.2	42.6	37.0	22.8	6.1	4.5	2.4	1.2	381.2
ETP		74.5	60.9	54.8	43.5	42.8	46.1	44.3	38.9	43.6	36.9	35.2	39.0	34.6	35.2	38.0	668.3
Kc		0.32	0.32	0.32	0.38	0.56	0.82	1.03	1.15	1.15	1.15	1.08	0.96	0.79	0.60	0.40	
ETc		23.8	19.5	17.5	16.5	23.9	37.8	45.6	44.7	50.1	42.4	38.0	37.4	27.3	21.1	15.2	460.8
P75-ETc		-20.5	-9.2	20.2	24.3	24.8	7.1	-2.9	-8.5	-7.5	-5.4	-15.2	-31.3	-22.8	-18.7	-14.0	
RS	S ₁	-	-	20.2	44.5	69.3	73.5	70.6	62.1	54.6	49.2	34.0	2.7	0.0	0.0	0.0	
	S ₂	-	-	20.2	44.5	69.3	76.4	73.5	65.0	57.5	52.1	36.9	5.6	0.0	0.0	0.0	
S/D	S ₁	-	-	0.0	0.0	0.0	2.9	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	-20.1	-18.7	-7.0	
	S ₂	-	-	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	-17.2	-18.7	-7.0	
I	S ₁	-	-	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	95.1	90.5	88.8	
	S ₂	-	-	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	95.8	91.2	89.5	

- P75 = Precipitación al 75% (mm)
 ETP = Evapotranspiración Potencial (mm)
 Kc = Coeficiente de Cultivo (Maíz)
 ETc = Requerimiento de agua (mm)
 RS = Reserva de agua en el Suelo (mm)
 S/D = Excesos y Déficits de Agua (mm)
 I = Índice de Satisfacción de Agua (%)
 S₁ = Suelo Somero (CA= 73.5 mm)
 S₂ = Suelo Profundo (CA= 189 mm)
 CA = Capacidad de Almacenamiento del Suelo (mm)

ANEXO 5. COMPORTAMIENTO AGROCLIMATICO Y ESTACION DE CRECIMIENTO EN EL SALTO

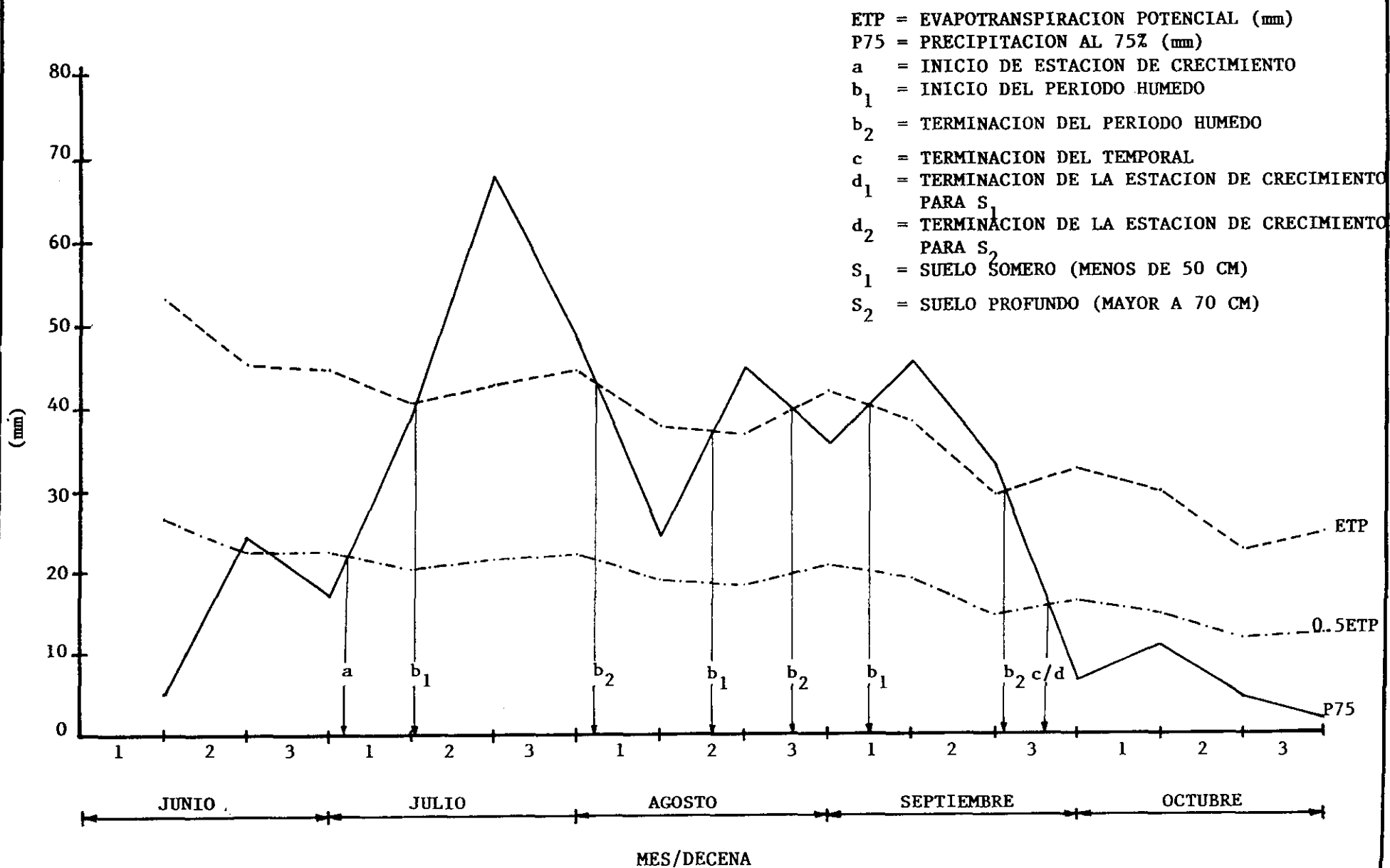


ANEXO 6. BALANCE DE HUMEDAD DEL SUELO A NIVEL DECENAL ESTIMADO PARA MAIZ EN LA ESTACION DE EL SALTO
(METODO DE LA FAO).

M E S		JUNIO			JULIO			AGOSTO			SEPTIEMBRE			OCTUBRE			TOTALES
DECENA		1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	15
P75		4.9	16.3	52.0	66.2	42.6	55.8	46.4	36.7	43.4	33.8	17.5	4.9	3.5	1.8	1.2	427.0
ETP		48.6	38.0	42.2	34.9	35.1	37.7	33.5	35.7	43.9	30.1	32.8	31.3	29.3	25.8	29.1	528.0
Kc		0.32	0.32	0.32	0.38	0.56	0.82	1.03	1.15	1.15	1.15	1.08	0.96	0.79	0.60	0.40	
ETc		15.1	12.1	13.5	13.2	19.6	30.9	34.5	41.0	50.5	34.6	35.4	30.0	23.1	15.5	11.6	381.0
P75-ETc		-10.6	4.2	38.5	53.0	23.0	24.9	11.9	-4.3	-7.1	-0.8	-17.9	-25.1	-19.6	-13.7	-10.4	
RS	S ₁	-	4.2	42.7	91.1	91.1	91.1	91.1	86.8	79.7	78.9	61.0	35.9	16.3	2.6	0.0	
	S ₂	-	4.2	42.7	95.7	118.7	143.6	155.5	151.2	144.1	143.3	125.4	100.3	80.7	67.0	56.6	
S/D	S ₁	-	0.0	0.0	4.6	23.0	24.9	11.9	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	-7.8	
	S ₂	-	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	
I	S ₁	-	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100		
	S ₂	-	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	

- P75 = Precipitación al 75% (mm)
 ETP = Evapotranspiración Potencial (mm)
 Kc = Coeficiente de Cultivo (Maíz)
 ETc = Requerimiento de agua (mm)
 RS = Reserva de agua en el Suelo (mm)
 S/D = Excesos y Déficits de Agua (mm)
 I = Índice de Satisfacción de Agua (%)
 S₁ = Suelo Somero (CA= 91.1 mm)
 S₂ = Suelo Profundo (CA=220.0 mm)
 CA = Capacidad de Almacenamiento del Suelo (mm)

ANEXO 7. COMPORTAMIENTO AGROCLIMATICO Y ESTACION DE CRECIMIENTO EN HUERTA VIEJA

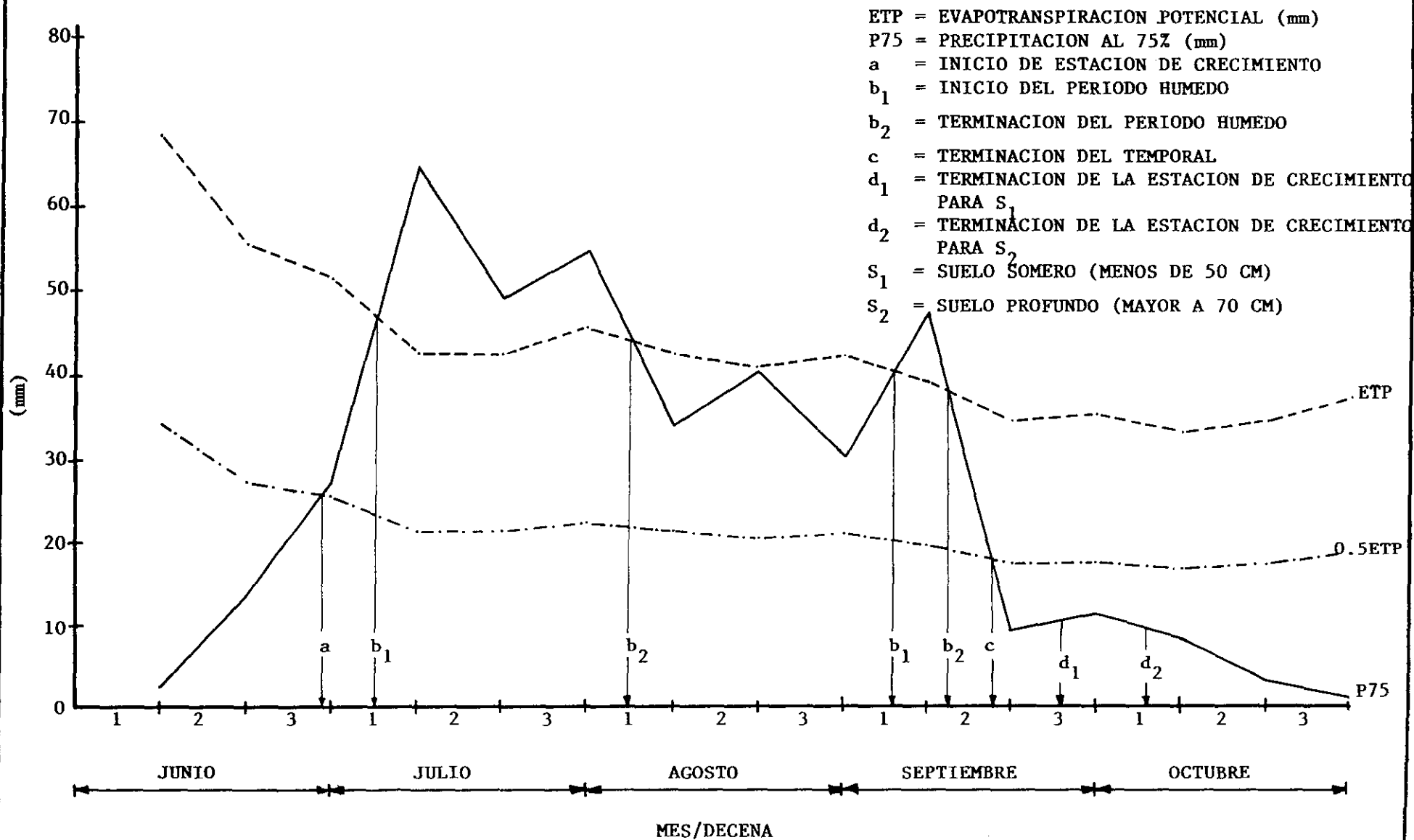


ANEXO 8. BALANCE DE HUMEDAD DEL SUELO A NIVEL DECENAL ESTIMADO PARA MAIZ EN LA ESTACION DE HUERTA VIEJA
(METODO DE LA FAO).

M E S		JUNIO			JULIO			AGOSTO			SEPTIEMBRE			OCTUBRE			TOTALES
DECENA		1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	15
P75		5.0	24.3	17.0	39.0	68.0	48.2	24.2	44.6	35.2	45.2	32.7	6.4	10.7	4.4	1.7	406.6
ETP		74.5	60.9	54.8	43.5	42.8	46.1	44.3	38.9	43.6	36.9	35.2	39.0	34.6	35.2	38.0	668.3
Kc		0.32	0.32	0.38	0.56	0.82	1.03	1.15	1.15	1.15	1.08	0.96	0.79	0.60	0.40	-	
ETc		23.8	19.5	20.8	24.3	35.1	47.5	50.9	44.7	50.1	39.8	33.8	30.8	20.7	14.1	-	455.9
P75-ETc		-18.8	4.8	-3.8	14.7	32.9	0.7	-26.7	-0.1	-14.9	5.4	-1.1	-24.4	-10.0	-9.7	-	
RS	S ₁	-	4.8	1.0	15.7	48.6	49.3	22.6	22.5	7.6	13.0	11.9	0.0	0.0	0.0	-	
	S ₂	-	4.8	1.0	15.7	48.6	49.3	22.6	22.5	7.6	13.0	11.9	0.0	0.0	0.0	-	
S/D	S ₁	-	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	-12.5	-10.0	-9.7	-	
	S ₂	-	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	-12.5	-10.0	-9.7	-	
I	S ₁	-	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	97.0	94.6	93.4	-	
	S ₂	-	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	97.0	94.6	93.4	-	

- P75 = Precipitación al 75% (mm)
 ETP = Evapotranspiración Potencial (mm)
 Kc = Coeficiente de Cultivo (Maíz)
 ETc = Requerimiento de agua (mm)
 RS = Reserva de agua en el Suelo (mm)
 S/D = Excesos y Déficits de Agua (mm)
 I = Índice de Satisfacción de Agua (%)
 S₁ = Suelo Somero (CA= 91.0 mm)
 S₂ = Suelo Profundo (CA=220.0 mm)
 CA = Capacidad de Almacenamiento del Suelo (mm)

ANEXO 9. COMPORTAMIENTO AGROCLIMATICO Y ESTACION DE CRECIMIENTO EN PRESA HURTADO

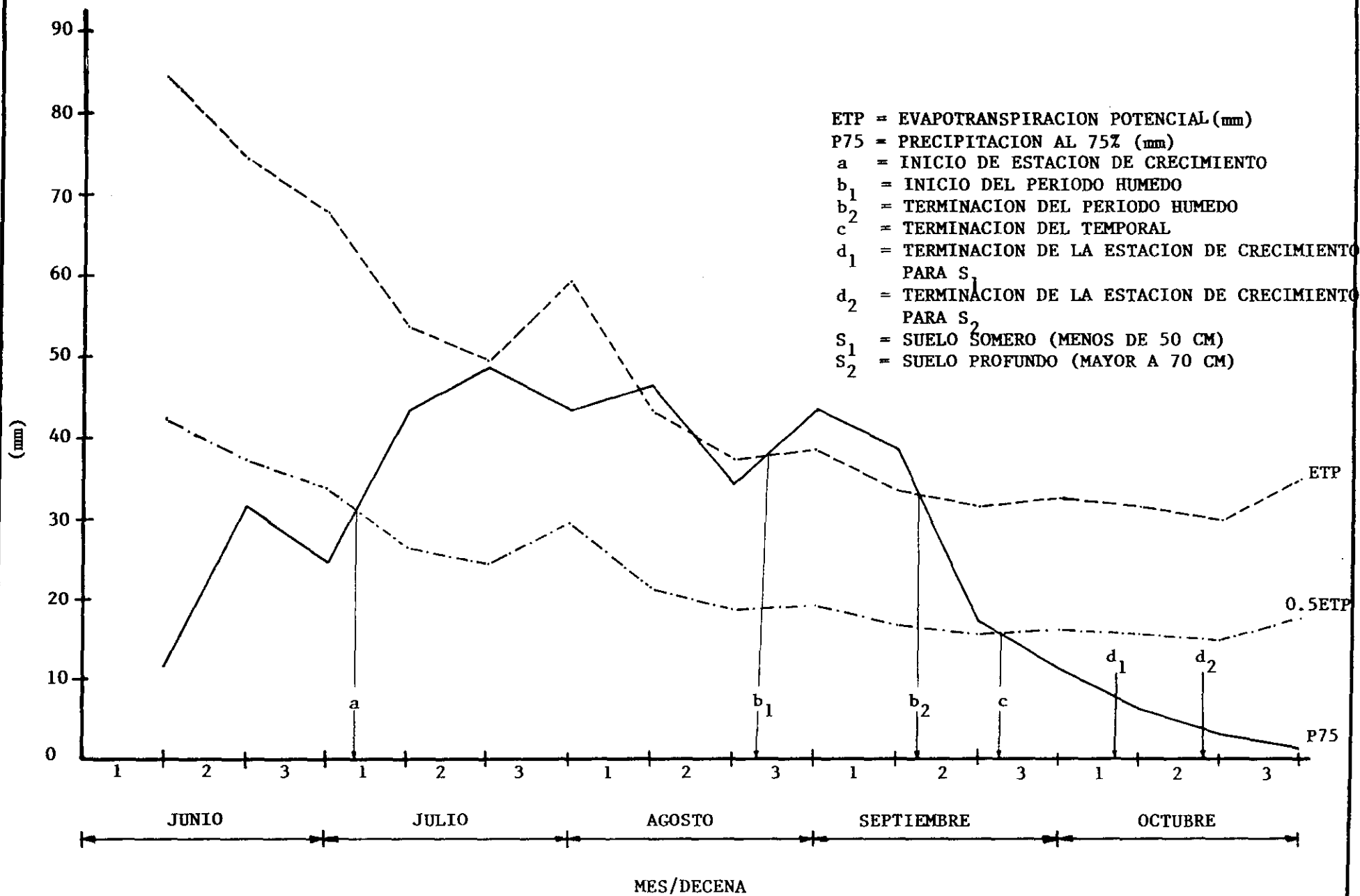


ANEXO 10. BALANCE DE HUMEDAD DEL SUELO A NIVEL DECENAL ESTIMADO PARA MAIZ EN LA ESTACION DE PRESA HURTADO
(METODO DE LA FAO).

M E S		JUNIO			JULIO			AGOSTO			SEPTIEMBRE			OCTUBRE			TOTALES
DECENA		1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	15
P75		2.8	13.9	27.2	64.4	49.1	54.6	34.0	40.5	30.5	47.7	9.2	11.3	8.2	3.4	1.2	398.0
ETP		68.3	55.3	59.9	42.8	42.6	45.6	42.6	41.0	42.2	39.5	34.9	35.4	33.6	34.8	37.3	655.8
Kc		0.32	0.32	0.32	0.38	0.56	0.82	1.03	1.15	1.15	1.15	1.08	0.96	0.79	0.60	0.40	
ETc		21.8	17.7	19.1	16.2	23.8	37.4	43.9	47.1	48.5	45.4	37.7	34.0	26.5	20.9	14.9	454.9
P75-ETc		-19.0	-3.8	8.1	48.2	25.3	17.2	-9.9	-6.6	-18.0	2.3	-28.5	-22.7	-18.3	-17.5	-17.7	
RS	S ₁	-	-	8.1	56.3	81.0	81.0	71.1	64.5	46.5	48.8	20.3	0.0	0.0	0.0	0.0	
	S ₂	-	-	8.1	56.3	81.6	98.8	88.9	82.3	64.3	66.6	38.1	15.4	0.0	0.0	0.0	
S/D	S ₁	-	-	0.0	0.0	0.6	17.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	-2.4	-18.3	-17.5	-17.7	
	S ₂	-	-	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	-2.9	-17.5	-17.7	
I	S ₁	-	-	100	100	100	100	100	100	100	100	100	99.4	94.9	90.6	88.4	
	S ₂	-	-	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	99.3	95.0	92.8	

- P75 = Precipitación al 75% (mm)
 ETP = Evapotranspiración Potencial (mm)
 Kc = Coeficiente de Cultivo (Maíz)
 ETc = Requerimiento de agua (mm)
 RS = Reserva de agua en el Suelo (mm)
 S/D = Excesos y Déficits de Agua (mm)
 I = Índice de Satisfacción de Agua (%)
 S₁ = Suelo Somero (CA= 81.0 mm)
 S₂ = Suelo Profundo (CA= 99.0 mm)
 CA = Capacidad de Almacenamiento del Suelo (mm)

ANEXO 11. COMPORTAMIENTO AGROCLIMATICO Y ESTACION DE CRECIMIENTO EN TLAJOMULCO



ANEXO 13. RESPUESTA MEDIA DE LA FOTOSÍNTESIS DE CUATRO GRUPOS DE CULTIVOS A LA RADIACION Y LA TEMPERATURA.

	Cultivos: Grupos de adaptabilidad			
	I	II	III	IV
Cadena fotosintética	C ₃	C ₃	C ₄	C ₄
Velocidad de fotosíntesis con saturación por la luz a temperatura óptima (mg CO ₂ dm ⁻² h ⁻¹)	20 - 30	40 - 50	70 - 100	70 - 100
Temperatura óptima (°C) para fotosíntesis máxima	15 - 20	24 - 30	30 - 35	20 - 30
Intensidad de radiación en fotosíntesis máxima (cal cm ⁻² min ⁻¹)	0,2 - 0,6	0,3 - 0,8	>1,0	>1,0
Principales cultivos de este estudio	Trigo Papa Frijoles phaseolus (cultivares de gran altitud templados y tropicales)	Frijoles phaseolus (cultivares tropicales) Soja Arroz Algodón Batata	Mijo perla Sorgo (cultivares tropicales) Maíz (cultivares tropicales) Caña de Azúcar	Sorgo (cultivares de gran altitud templados y tropicales) Maíz (cultivares de -- gran altitud templados y tropicales)

FUENTE: Tomado de FAO (1981)

ANEXO 14. VALORACION DE LAS UNIDADES DE SUELO PARA LA PRODUCCION DE CULTIVOS EN CONDICIONES DE TEMPORAL (FAO, 1981).

Cultivo: Nivel de insumos	Trigo		Sorgo		Mijo perla		Frijoles phaseolus		Maíz		Soja	
	Bajo	Alto	Bajo	Alto	Bajo	Alto	Bajo	Alto	Bajo	Alto	Bajo	Alto
J	ver el texto											
G _e	N2	N1/N2	N2	N1/N2	N2	N1/N2	N2	N1/N2	N2	N1/N2	N2	N1/N2
G _c	N2	N1/N2	N2	N1/N2	N2	N1/N2	N2	N1/N2	N2	N1/N2	N2	N1/N2
G _d	N2	N1/N2	N2	N1/N2	N2	N1/N2	N2	N1/N2	N2	N1/N2	N2	N1/N2
G _m	N2	N1/N2	N2	N1/N2	N2	N1/N2	N2	N1/N2	N2	N1/N2	N2	N1/N2
G _h	N2	N1/N2	N2	N1/N2	N2	N1/N2	N2	N1/N2	N2	N1/N2	N2	N1/N2
G _p	N2	N2	N2	N2	N2	N2	N2	N2	N2	N2	N2	N2
G _x	N2	N2	N2	N2	N2	N2	N2	N2	N2	N2	N2	N2
R _e	S1	S1	S1	S1	S1	S1	S1	S1	S1	S1	S1	S1
R _c	S1	S1	S1	S1	S1	S1	S2	S2	S2	S2	S2	S2
R _d	S2	S1	S2	S1	S2	S1	S2	S1	S2	S1	S2	S1
R _x	N2	N2	N2	N2	N2	N2	N2	N2	N2	N2	N2	N2
I	N2	N2	N2	N2	N2	N2	N2	N2	N2	N2	N2	N2
Q _c	N2	S2/N2	S2	S2	S2	S1	S2	S2	N2	S2	S2	S2
Q _l	N2	S2/N2	S2	S2	S2	S1	S2	S2	N2	S2	S2	S2
Q _f	N2	N2	S2/N2	S2/N2	S2	S1/N2	S2/N2	S2/N2	N2	S2/N2	S2/N2	S2/N2
Q _a	N2	N2	N2	N2	S2/N2	S2/N2	N2	N2	N2	N2	N2	N2
E	S2/N2	S2/N2	S2	S2	S2	S2	S2/N2	S2/N2	S2/N2	S2/N2	S2/N2	S2/N2
U	N2	N2	N2	N2	N2	N2	N2	N2	N2	N2	N2	N2
T _o	S2	S1	S1	S1	S1	S1	S2	S1	S2	S1	S2	S1
T _m	S1	S1	S1	S1	S1	S1	S1	S1	S1	S1	S1	S1
T _h	S1/S2	S1	S1	S1	S1	S1	S1/S2	S1	S1/S2	S1	S1/S2	S1
T _v	N2	N2	S2/N2	S2/N2	S2/N2	S2/N2	N2	N2	N2	N2	N2	N2
V _p	S2/N2	S1	S2/N2	S1	S2/N2	S2	S2/N2	S1/S2	S2/N2	S1	S2/N2	S1/S2
V _c	S2/N2	S1	S2/N2	S1	S2/N2	S2	S2/N2	S1/S2	S2/N2	S1	S2/N2	S1/S2
Z _o	N2	N1/N2	N2	N1/N2	N2	N1/N2	N2	N2	N2	N2	N2	N2
Z _m	N2	N1/N2	N2	N1/N2	N2	N1/N2	N2	N2	N2	N2	N2	N2
Z _t	N2	N2	N2	N2	N2	N2	N2	N2	N2	N2	N2	N2
Z _g	N2	N2	N2	N2	N2	N2	N2	N2	N2	N2	N2	N2
S _o	N2	S2/N2	N2	S2/N2	N2	S2/N2	N2	N2	N2	N2	N2	N2
S _m	S2	S2	S2	S2	S2	S2	N2	N2	N2	N2	N2	N2
S _g	N2	N1/N2	N2	N1/N2	N2	N1/N2	N2	N2	N2	N2	N2	N2
Y _h												
Y _k												
Y _y												
Y _l	n.a.		n.a.		n.a.		n.a.		n.a.		n.a.	
Y _r												
X _h	S1	S1	S1	S1	S1	S1	S1	S1	S1	S1	S2	S2
X _k	S2	S2	S2	S2	S1	S1	S2	S2	N2	N2	N2	N2
X _y	N2	N2	N2	N2	N2	N2	N2	N2	N2	N2	N2	N2
X _l	S1	S1	S1	S1	S1	S1	S1	S1	S1	S1	S1	S1
K _h	S1	S1	S1	S1	S1	S1	S1	S1	S1	S1	S1	S1
K _k	S1	S1	S1	S1	S1	S1	S1/S2	S1/S2	S1/S2	S1/S2	S1/S2	S1/S2
K _l	S1	S1	S1	S1	S1	S1	S1	S1	S1	S1	S1	S1
C _h	S1	S1	S1	S1	S1	S1	S1	S1	S1	S1	S1	S1
C _k	S1	S1	S1	S1	S1	S1	S1/S2	S1/S2	S1/S2	S1/S2	S1/S2	S1/S2
C _l	S1	S1	S1	S1	S1	S1	S1	S1	S1	S1	S1	S1
C _g	S1	S1	S1	S1	S1	S1	S1	S1	S1	S1	S1	S1
H _h	S1	S1	S1	S1	S1	S1	S1	S1	S1	S1	S1	S1
H _c	S1	S1	S1	S1	S1	S1	S1/S2	S1/S2	S1/S2	S1/S2	S1/S2	S1/S2
H _l	S1	S1	S1	S1	S1	S1	S1	S1	S1	S1	S1	S1
H _g	S2	S2	S2	S2	S2	S2	S2	S2	S2	S2	S2	S2

n.a. = no aplicable

.. CONTINUACION ANEXO 14.

Cultivo: Nivel de insumos	Trigo		Sorgo		Mijo perla		Frijoles phaseolus		Maíz		Soja		
	Bajo	Alto	Bajo	Alto	Bajo	Alto	Bajo	Alto	Bajo	Alto	Bajo	Alto	
M	Mo	S1	S1	n.a.	n.a.	S1	S1	S1	S1	S1	S1	S1	
	Mg	S2	S2			S2	S2	S2	S2	S2	S2	S2	
B	Be	S1	S1	S1	S1	S1	S1	S1	S1	S1	S1	S1	
	Bd	S2	S1	S2	S1	S2	S1	S2	S1	S2	S1	S2	
	Bh	S2	S1	S2	S1	S2	S1	S2	S1	S2	S1	S2	
	Bg	S2	S2	S2	S2	N1	N1	S2	S2	S2	S2	S2	
	Bx	N2	N2	N2	N2	N2	N2	N2	N2	N2	N2	N2	
	Bk	S1	S1	S1	S1	S1	S1	S1/S2	S1/S2	S1/S2	S1/S2	S1/S2	S1/S2
	Bc	S1	S1	S1	S1	S1	S1	S1	S1	S1	S1	S1	S1
	Bv	S2	S1	S2	S1	S2/N2	S2	S1/S2	S1	S1/S2	S1	S2	S1/S2
	Bf	S2	S1/S2	S2	S1/S2	S2	S1/S2	S2	S1/S2	S2	S1/S2	S2	S1/S2
	Lo	S1	S1	S1	S1	S1	S1	S1	S1	S1	S1	S1	S1
L	Lc	S1	S1	S1	S1	S1	S1	S1	S1	S1	S1	S1	
	Lk	S1	S1	S1	S1	S1	S1	S1/S2	S1/S2	S1	S1	S1	
	Lv	S2	S1	S2	S1	S2/N2	S2	S1/S2	S1	S1/S2	S1	S2	
	Lf	S2	S1/S2	S2	S1/S2	S2	S1/S2	S2	S1/S2	S2	S1/S2	S2	
	La	S2	S1	S2	S1	S2	S1	S2	S1	S2	S1	S2	
	Lp	S2/N2	S2/N2	S2/N2	S2/N2	S2/N2	S2/N2	S2/N2	S2/N2	S2/N2	S2/N2	S2/N2	S2/N2
	Lg	N2	N1/N2	N2	N1/N2	N2	N1/N2	N2	N1/N2	N2	N1/N2	N2	N1/N2
	De	S2	S1					S1	S1	S2/S1	S1	S2/S1	S1
	Dd	N1	S2	n.a.	n.a.			S2	S1	S2	S1	S2	S1
	Dg	N1	N1/N2					N2	N1/N2	N2	N1/N2	S2/N2	S2/N1
P	Po	N1	S2					S2	S2	S2	S2	S2	
	Pl	N1	S2	n.a.	n.a.			S2	S2	S2	S2	S2	
	Pf	S2/N2	S2/N2					S2/N2	S2/N2	S2/N2	S2/N2	S2/N2	
	Ph	N1	S2	N1	S2	S2	S1	S2	S2	S2	S1/S2	S2	
	Pp	N2	N2	n.a.	n.a.			N2	N2	N2	N2	N2	
	Pg	N2	N1/N2					N2	N1/N2	N2	N1/N2	N2	
W	We	N1	S2	N1	S2	S2	S2	S2	S2	S2	S1/S2	S2	
	Wd	N1	S2	N1	S2	S2	S2	S2/N2	S2	S2/N2	S2	S2/N2	
	Wm	N1	S2	N1	S2	S2	S2	S2	S2	S2	S1/S2	S2	
	Wh	N1	S2	N1	S2	S2	S2	S2/N1	S2	S2/N2	S2	S2/N2	
	Wb	N2	N1/N2	N2	N1/N2	N2	N2	N2	N2	N2	N1/N2	N2	
	Wx	N2	N2	N2	N2	N2	N2	N2	N2	N2	N2	N2	
A	Ao	S2	S1	S2	S1	S2	S1	S2	S1/S2	S2	S1/S2	S2	
	Af	S2	S2	S2	S1/S2	S2	S1/S2	S2/N2	S2	S2/N2	S2	S2/N2	
	Ah	S2	S1	S2	S1	S2	S1	S2	S1	S2	S1	S2	
	Ap	S2/N2	S2/N2	S2/N2	S2/N2	S2/N2	S2/N2	S2/N2	S2/N2	S2/N2	S2/N2	S2/N2	
	Ag	N2	N1/N2	N2	N1/N2	N2	N1/N2	N2	N1/N2	N2	N1/N2	N2	
	Ne	S1	S1	S1	S1	S1	S1	S1	S1	S1	S1	S1	
N	Nd	S2	S1	S2	S1	S2	S1	S2	S1	S2	S1	S2	
	Nh	S2	S1	S2	S1	S2	S1	S2	S1	S2	S1	S2	
F	Fo			S2	S1	S2	S1	S2	S2	S2	S2	S2	
	Fx			S2	S1	S2	S1	S2/N2	S2/N2	S2/N2	S2/N2	S2/N2	
	Fr	n.a.		S2	S1	S2	S1	S2	S1	S2	S1	S2	
	Fh			S2	S1	S2	S1	S2	S1	S2	S1	S2	
	Fa			N2	S2	N2	S2	N2	S2/N1	N2	S2/N1	N2	
	Fp			S2/N2	S2/N2	S2/N2	S2/N2	S2/N2	S2/N2	S2/N2	S2/N2	S2/N2	
O	Oe	N2	N1/N2	N2	N1/N2	N2	N1/N2	N2	N1/N2	N2	N1/N2	N2	
	Od	N2	N1/N2	N2	N1/N2	N2	N1/N2	N2	N1/N2	N2	N1/N2	N2	
	Ox	N2	N2	N2	N2	N2	N2	N2	N2	N2	N2	N2	

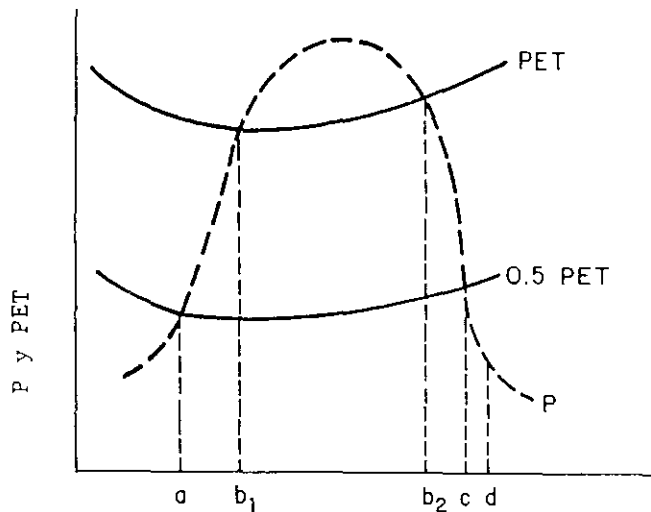
n.a. = no aplicable

ANEXO 15. Calificaciones de las Fases Físicas para los principales cultivos agrícolas (FAO , 1978).

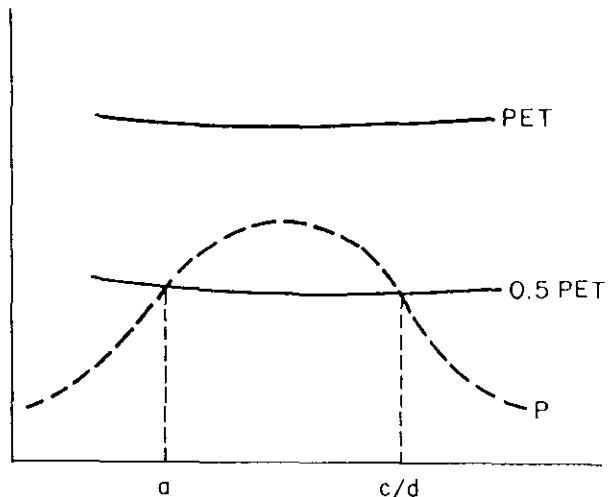
CULTIVO	FASE	PEDREGOSA	LITICA	PETRICA	PETRO CALCICA	PETRO GIPSICA	PETRO FERRICA	FREATICA	FRAGIPAN	DURIPAN	SALINA	SODICA
TRIGO	BAJO	-1	-1	0	0/-1	0/-1	0/-1	0	0/-1	0/-1	-1/N2	0/-1
	ALTO	N2	N2	0	-1/N2	-1/N2	-1/N2	0	0/-1	0/-1	-1/N1	0/-1
SORGO	BAJO	-1	-1	0	0/-1	0/-1	0/-1	0	0/-1	0/-1	-1/N2	0/-1
	ALTO	N2	N2	0	-1/N2	-1/N2	-1/N2	0	0/-1	0/-1	-1/N1	0/-1
MIJO	BAJO	-1	-1	0	0/-1	0/-1	0/-1	0	0/-1	0/-1	-1/N2	0
	ALTO	N2	N2	0	-1/N2	-1/N2	-1/N2	0	0/-1	0/-1	-1/N1	0/-1
FRIJOL	BAJO	-1	-1	0/-1	-1/N2	-1/N2	-1/N2	0	0/-1	0/-1	N2	N2
	ALTO	N2	N2	0/-1	-1/N2	-1/N2	-1/N2	0	0/-1	0/-1	N2	N2
MAIZ	BAJO	-1	-1	0	0/-1	0/-1	0/-1	0	0/-1	0/-1	-1/N2	0/-1
	ALTO	N2	N2	0	-1/N2	-1/N2	-1/N2	0	0/-1	0/-1	-1/N1	0/-1
SOYA	BAJO	-1	-1	-1/0	-1/N2	-1/N2	-1/N2	0	0/-1	-/-1	N2	N2
	ALTO	N2	N2	-1/0	-1/N2	-1/N2	-1/N2	0	0/-1	0/-1	N2	N2
ALGODON	BAJO	-1	-1	-1/0	-1/N2	-1/N2	-1/N2	0	0/-1	0/-1	0/-1	0/-1
	ALTO	N2	N2	-1/0	-1/N2	-1/N2	-1/N2	0	0/-1	0/-1	0/-1	0/-1
PAPA	BAJO	-1	-1	-1/0	-1/N2	-1/N2	-1/N2	0	0/-1	0/-1	N2	N2
	ALTO	N2	N2	-1/0	-1/N2	-1/N2	-1/N2	0	0/-1	0/-1	N2	N2
CAMOTE	BAJO	-1	-1	-1/0	-1/N2	-1/N2	-1/N2	0	0/-1	0/-1	N2	N2
	ALTO	N2	N2	-1/0	-1/N2	-1/N2	-1/N2	0	0/-1	0/-1	N2	N2
CAÑA DE AZUC.	BAJO	-1	-1	-1/0	-1/N2	-1/N2	-1/N2	0	0/-1	0/-1	-1/N2	N2
	ALTO	N2	N2	-1/0	-1/N2	-1/N2	-1/N2	0	0/-1	0/-1	-1/N1	N2
YUCA	BAJO	N2	N2	-1/0	-1/N2	-1/N2	-1/N2	0	0/-1	0/-1	N2	N2
	ALTO	N2	N2	-1/0	-1/N2	-1/N2	-1/N2	0	0/-1	0/-1	N2	N2
ARROZ (Inund.)	BAJO	N2	N2	-1/N2	-1/N2	-1/N2	-1/N2	0	0/-1	0/-1	N2	0/-1
	ALTO	N2	N2	-1/N2	-1/N2	-1/N2	-1/N2	0	0/-1	0/-1	N2	0/-1
PLATANO PLANTACION	BAJO	-1	N2	0/-1	-1/N2	-1/N2	-1/N2	0	0/-1	0/-1	N2	N2
	ALTO	-1	N2	0/-1	-1/N2	-1/N2	-1/N2	0	0/-1	0/-1	N2	N2
CACAHUATE	BAJO	-1	-1	0	0/-1	0/-1	0/-1	0	0/-1	0/-1	N2	N2
	ALTO	N2	N2	0	-1/N2	-1/N2	-1/N2	0	0/-1	0/-1	N2	N1/N2
CEBADA	BAJO	-1	-1	0	0/-1	0/-1	0/-1	0	0/-1	0/-1	0/-1	0/-1
	ALTO	N2	N2	0	-1/N2	-1/N2	-1/N2	0	0/-1	0/-1	0/-1	0/-1
PALMA DE ACEITE	BAJO	-1	N2	-1/0	-1/N2	-1/N2	-1/N2	0	0/-1	-1/N2	N2	N2
	ALTO	-1	N2	-1/0	-1/N2	-1/N2	-1/N2	0	0/-1	-1/N2	N2	N2
ARROZ (S/Inund.)	BAJO	-1	-1	0	0/-1	0/-1	0/-1	0	0/-1	0/-1	N2	N2
	ALTO	N2	N2	0	-1/N2	-1/N2	-1/N2	0	0/-1	0/01	N1/N2	N1/N2

ANEXO 18. PRINCIPALES TIPOS DE ESTACIONES DE CRECIMIENTO.

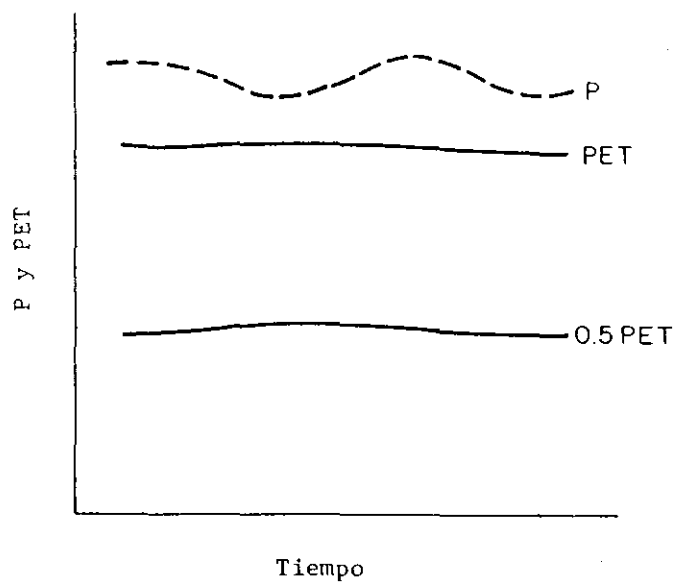
1. Normal



2. Intermedio



3. Húmedo todo el año (365⁺)



4. Seco todo el año

