

UNIVERSIDAD DE GUADALAJARA

FACULTAD DE AGRONOMIA



EVALUACION DE ZONAS AGROECOLOGICAS PARA EL CULTIVO  
DE Sorghum bicolor L. Moench DE TEMPORAL,  
EN EL ESTADO DE JALISCO

T E S I S  
QUE PARA OBTENER EL TITULO DE  
INGENIERO AGRONOMO  
P R E S E N T A N  
JUAN EDUARDO CARTAGENA LOPEZ  
ENRIQUE CAMACHO CEBALLOS  
ISMAEL CARDENAS HIEMER  
ANGEL RAFAEL OLAZABA RECERRA  
GUADALAJARA, JALISCO. 1992

BIBLIOTECA FACULTAD DE AGRONOMIA



**UNIVERSIDAD DE GUADALAJARA**  
FACULTAD DE AGRONOMIA

Sección ..... ESCOLARIDAD .....  
Expediente .....  
Número ..... 0941/91.....

6 de diciembre de 1991

C. PROFESORES:

- M.C. SANTIAGO SANCHEZ PRECIADO, DIRECTOR
- M.C. JESUS N. MARTIN DEL CAMPO MORENO, ASESOR
- M.C. SALVADOR MENA MUNGUIA, ASESOR

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

EVALUACION DE ZONAS AGROECOLOGICAS PARA EL CULTIVO DE Sorghum bicolor L. Moench DE TEMPORAL, EN EL ESTADO DE JALISCO

presentado por el (los) PASANTE (ES) JUAN EDUARDO CARTAGENA LOPEZ, ENRIQUE CAMACHO CEBALLOS, ISMAEL CARDENAS HIEMER Y ANGEL OLAZABA BE CERRA

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

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

ATENTAMENTE  
"PIENSA Y TRABAJA"  
EL SECRETARIO

ING. SALVADOR MENA MUNGUIA

srd'

mam

Al contestar este oficio cítese fecha y número



**UNIVERSIDAD DE GUADALAJARA**  
FACULTAD DE AGRONOMIA

Sección ESCOLARIDAD .....

Expediente .....

Número 0941/91 .....

6 de diciembre de 1991

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

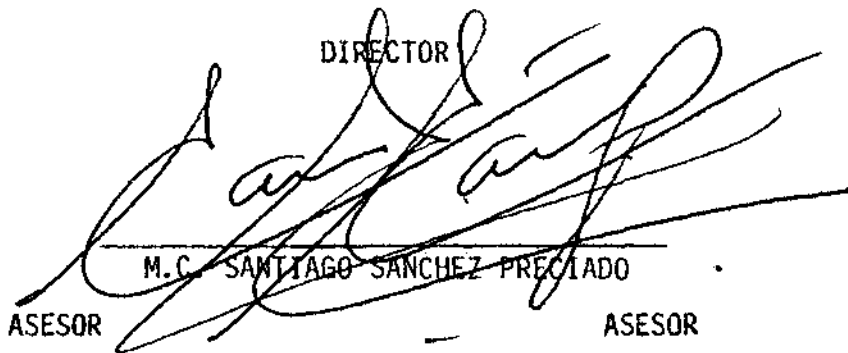
Habiendo sido revisada la Tesis del (los) Pasante (es)  
JUAN EDUARDO CARTAGENA LOPEZ, ENRIQUE CAMACHO CEBALLOS,  
ISMAEL CARDENAS HIEMER Y ANGEL OLAZABA BECERRA

titulada:

EVALUACION DE ZONAS AGROECOLOGICAS PARA EL CULTIVO DE  
Sorghum bicolor L. Moench DE TEMPORAL,  
EN EL ESTADO DE JALISCO

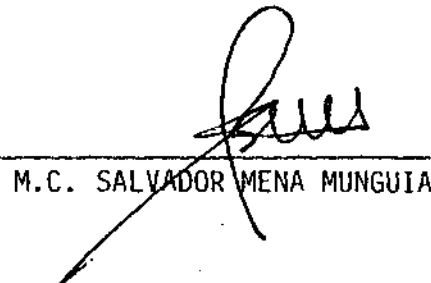
Damos nuestra Aprobación para la Impresión de la misma.

DIRECTOR

  
M.C. SANTIAGO SANCHEZ PRECIADO  
ASESOR

ASESOR

  
M.C. JESUS N. MARTIN DEL CAMPO  
MORENO

  
M.C. SALVADOR MENA MUNGUIA

srd'

mam

Al contestar este oficio cítese fecha y número

## A G R A D E C I M I E N T O S

La integración del presente proyecto tuvo sus bases principales en la Coordinación General de Desarrollo Rural del Gobierno del Estado, que hizo posible la obtención de los medios estadísticos para la culminación de este trabajo.

A la Universidad de Guadalajara, y en especial a nuestra querida Escuela, ahora Facultad de Agronomía que nos ha brindado el inapreciable don del saber.

A nuestros maestros y compañeros, por su amistad y ayuda desinteresada que nos han mostrado, desde el primer año de nuestra formación profesional.

A nuestros compañeros y amigos Ing. Angel Esquivel Durón y Ing. Antonio Ramírez Raya, por su valiosa asesoría en la realización de este trabajo.

## DEDICATORIA

Este trabajo lo dedicamos sinceramente a todas las personas que nos apoyaron en la Facultad y el trabajo, de quienes estamos muy agradecidos.

Como una mínima respuesta a nuestros padres, por lo mucho que se esforzaron, para darnos la formación profesional, con que hoy contamos, con la esperanza de dar más satisfacciones que paguen en algo, el cariño y sacrificio que nos entregaron sin reservas.

Especialmente a nuestras esposas, que siempre a nuestro lado con su amor y abnegación, nos han comprendido con la convicción de apoyarnos en nuestra carrera profesional y en todas las acciones de la vida.

A nuestros hijos, que desde su llegada nos han llenado de alegría y esperando que durante su vida, estén dispuestos a superar los problemas que se les presenten y se esfuercen por ser personas de bien.

# I N D I C E   G E N E R A L

PAG:

## RESUMEN

1.- INTRODUCCION .....	1
1.1. <u>Objetivos</u> .....	3
2.- REVISION DE LITERATURA .....	4
2.1. <u>La agroclimatología</u> .....	4
2.2. <u>Metodologías de evaluación de la agroclimato-     logía</u> .....	4
2.3. <u>La metodología F.A.O.</u> .....	7
2.4. <u>Evaluaciones aplicando la metodología F.A.O.</u> ..	8
3.- MATERIALES Y METODOS .....	10
3.1.- <u>Descripción general de la zona de estudio</u> ....	10
3.1.1. Localización Geográfica .....	10
3.1.2. Climatología .....	10
3.1.3. Hidrología .....	10
3.1.4. Fisiografía .....	13
3.1.5. Suelos .....	13
3.1.6. Vegetación .....	13
3.2.- <u>Materiales</u> .....	14
3.2.1. Información Meteorológica .....	14
3.2.1.1. Características generales de las estaciones meteorológicas seleccionadas .....	14
3.2.1.2. Las 53 estaciones analizadas .....	14
3.2.1.3. Calidad de la información .....	14
3.2.1.4. Depuración de la información .....	15
3.2.1.5. Período o intervalo dde análisis .....	15
3.2.2. Información Cartográfica.....	15
3.3.- <u>Métodos</u> .....	15
3.3.1. Manejo y utilización de la tierra .....	18
3.3.2. Clases de productores .....	18
3.4.- <u>Desarrollo de la investigación</u> .....	20
3.4.1.- <u>INVENTARIO CLIMATICO</u> .....	20
3.4.1.1.- <u>Divisiones Climáticas Mayores</u> .....	20
3.4.1.2.- <u>Períodos de Crecimiento</u> .....	24
3.4.1.2.1. Etapas del período de crecimiento .....	26
3.4.1.2.2. Tipos de períodos de crecimiento .....	28

3.4.1.2.3. Estimación del período de crecimiento ..	30
3.4.1.3.- <u>Clasificación Agroclimática para el cultivo del sorgo</u> .....	33
<b>3.4.2.- INVENTARIO EDAFICO .....</b>	<b>33</b>
3.4.2.1.- <u>Unidades de Suelo</u> .....	33
3.4.2.1.1. Calificación de las Unidades de suelo ..	36
3.4.2.2.- <u>Fases Físicas del Suelo</u> .....	40
3.4.2.2.1. Calificación por fases.....	48
3.4.2.3.- <u>Texturas del Suelo</u> .....	48
3.4.2.3.1. Calificación por texturas.....	55
3.4.2.4.- <u>Clases de Pendientes</u> .....	55
3.4.2.4.1. Modificación por Pendientes .....	58
<b>4. RESULTADOS Y DISCUSION .....</b>	<b>63</b>
<b>4.1. Inventario Climático .....</b>	<b>63</b>
<b>4.2. Inventario Edáfico .....</b>	<b>63</b>
4.2.1. <u>Sistema de Clasificación de Suelos</u> .....	63
4.2.2. <u>Fases Físicas del Suelo</u> .....	64
4.2.3. <u>Texturas</u> .....	64
4.2.4. <u>Pendientes</u> .....	64
<b>4.3. Zonificación Agroclimática .....</b>	<b>65</b>
4.3.1. <u>Cuantificación de las zonas de aptitud Agroecológica</u> .....	65
4.3.1.1. Índice de Aptitud Global (Iag) .....	65
4.3.1.2. Índice de Aptitud Parcial (Iap) .....	70
4.3.1.3. Índice de Aptitud Económico (Iae) .....	79
4.3.2. <u>Estimación de la producción potencial</u> .....	80
4.3.3. <u>Resultados obtenidos a nivel Estatal</u> .....	80
4.3.4. <u>Análisis de rendimientos</u> .....	81
4.3.5. <u>Análisis económico</u> .....	82
<b>4.4. Discusión de Resultados .....</b>	<b>83</b>
<b>5. CONCLUSIONES .....</b>	<b>86</b>
<b>6. RECOMENDACIONES .....</b>	<b>87</b>
<b>BIBLIOGRAFIA .....</b>	<b>88</b>
<b>APENDICE .....</b>	<b>92</b>

## INDICE DE CUADROS

	PAG.
CUADRO No. 1.- CLIMAS MAYORES (FAO, 1980) .....	21
CUADRO No. 2.- GRUPOS DE ADAPTABILIDAD DE CULTIVOS EN BASE A LA FORMA FOTOSINTETICA Y RESPUESTA A LA RADIACION Y TEMPERATURA, (FAO, 1980) .....	23
CUADRO No. 3.- CLASIFICACION AGROCLIMATICA EN FUNCION DE LOS PERIODOS DE CRECIMIENTO PARA EL SORGO (FAO, 1980) .....	34
CUADRO No. 4.- CALIFICACION DE LAS UNIDADES DE SUELOS PARA EL CULTIVO DEL SORGO BAJO CONDICIONES DE SECANO (FAO, 1980) .....	41
CUADRO No. 5.- MODIFICACIONES POR FASE PARA EL CULTIVO DE SORGO EN CONDICIONES DE SECANO (FAO, 1980)..	49
CUADRO No. 6.- RENDIMIENTOS EN TON/HA. EN FUNCION DE LA CLASIFICACION DE APTITUD AGROCLIMATICA PARA LA PRO- DUCCION DE SORGO EN CONDICIONES DE TEMPORAL .....	68
CUADRO No. 7.- CLASIFICACION AGROECOLOGICA DE LA SUPERFICIE PARA EL SORGO CON NIVEL DE INVERSION ALTO .....	71
CUADRO No. 8.- CLASIFICACION AGROECOLOGICA DE LA SUPERFICIE PARA EL SORGO CON NIVEL DE INVERSION BAJO .....	75



## INDICE DE TABLAS

	PAG.
TABLA No. 1.- RELACION DE ESTACIONES METEOROLOGICAS QUE FUERON ANALIZADAS.....	93
TABLA No. 2.- CARACTERIZACION DE LAS INVERSIONES BAJA Y ALTA .....	19
TABLA No. 3.- RELACION DE ESTACIONES METEOROLOGICAS QUE SE UTILIZARON PARA CORRELACIONAR PERIODOS DE CRECIMIENTO Y LLUVIA.....	31
TABLA No. 4.- UNIDADES Y SUBUNIDADES DE SUELOS SEGUN CLASIFICACION FAO/UNESCO (1970) .....	37
TABLA No. 5.- UNIDADES CARTOGRAFICAS DE SUELOS, CLASIFICACION FAO/UNESCO.....	38
TABLA No.6.- DESCRIPCION DE FASES FISICAS .....	46
TABLA No. 7.- COSTOS DE PRODUCCION DE SORGO TMF ...	94
TABLA No. 8.- RENDIMIENTOS PROMEDIOS MUNICIPALES DEL CULTIVO DE SORGO GRANO DE TEMPORAL .....	95
TABLA No. 9.- RESULTADOS AGRICOLAS DE LA PRODUCCION DE SORGO GRANO DE TEMPORAL POR DISTRITOS .....	96

## INDICE DE FIGURAS

	PAG.
<u>FIGURA No. 1.</u> - DIAGRAMA DE LA METODOLOGIA.....	16
<u>FIGURA No. 2.</u> - PERIODO DE CRECIMIENTO (FAO, 1978)....	27
<u>FIGURA No. 3.</u> - TIPOS DE PERIODOS DE CRECIMIENTO (FAO).	29

## INDICE DE MAPAS

	PAG.
<u>MAPA No. 1.</u> - LOCALIZACION GEOGRAFICA DEL ESTADO . . . .	11
<u>MAPA No. 2.</u> - DIVISION POLITICA Y COLINDANCIAS.....	12
<u>MAPA No. 3.</u> - INVENTARIO CLIMATICO.....	25
<u>MAPA No. 4.</u> - ISOLINEAS DE DURACION DE PERIODOS DE CRECIMIENTO.....	32
<u>MAPA No. 5.</u> - CLASIFICACION AGROCLIMATICA PARA SORGO CON NIVEL DE ALTO Y/O BAJO.....	35
<u>MAPA No. 6.</u> - UNIDADES DE SUELO, SEGUN EL SISTEMA DE CLASIFICACION FAO/UNESCO (PLANO BASE).....	39
<u>MAPA No. 7.</u> - CALIFICACION DE UNIDADES DE SUELO, PARA SORGO CON NIVEL DE INVERSION ALTO.....	42
<u>MAPA No. 8 .</u> - MODIFICACION DE LA CLASIFICACION AGRO- CLIMATICA, POR UNIDADES DE SUELO PARA SORGO CON NIVEL DE INVERSION ALTO.....	43
<u>MAPA No. 9.</u> - CALIFICACION DE UNIDADES DE SUELO, PARA SORGO CON NIVEL DE INVERSION BAJO.....	44
<u>MAPA No. 10 .</u> - MODIFICACION DE LA CLASIFICACION AGRO- CLIMATICA, POR UNIDADES DE SUELO PARA SORGO CON NIVEL DE INVERSION BAJO.....	45
<u>MAPA No. 11.</u> - FASES FISICAS DEL SUELO (PLANO BASE)..	47
<u>MAPA No. 12.</u> - CALIFICACION DE FASES FISICAS DEL SUELO PARA SORGO CON NIVEL DE INVERSION ALTO.....	50
<u>MAPA No. 13.</u> - MODIFICACION DE LA CLASIFICACION AGRO- CLIMATICA POR FASE FISICAS DEL SUELO, PARA SORGO CON NIVEL DE INVERSION ALTO.....	51
<u>MAPA No. 14.</u> - CALIFICACION DE FASES FISICAS DEL SUELO PARA SORGO CON NIVEL DE INVERSION BAJO.....	52
<u>MAPA No. 15.</u> - MODIFICACION DE LA CLASIFICACION AGRO- CLIMATICA POR FASE FISICAS DEL SUELO, PARA SORGO CON NIVEL DE INVERSION BAJO.....	53
<u>MAPA No. 16.</u> - TEXTURAS DEL SUELO (PLANO BASE).....	54
<u>MAPA No. 17.</u> - CALIFICACION DE TEXTURAS DEL SUELO PARA SORGO, CON NIVEL DE INVERSION ALTO Y/O BAJO.....	56

<u>MAPA No. 18.</u> - MODIFICACION DE LA CLASIFICACION AGRO-CLIMATICA POR TEXTURAS, PARA SORGO CON NIVEL DE INVERSION ALTO Y/O BAJO.....	57
<u>MAPA No. 19.</u> - TOPOFORMAS (PLANO BASE).....	59
<u>MAPA No. 20.</u> - CALIFICACION DE TOPOFORMAS PARA SORGO CON NIVEL DE INVERSION ALTO Y/O BAJO.....	61
<u>MAPA No. 21.</u> - MODIFICACION DE LA CLASIFICACION AGRO-CLIMATICA POR TOPOFORMAS, PARA SORGO CON NIVEL DE INVERSION ALTO Y/O BAJO.....	62
<u>MAPA No. 22.</u> - PLANO AGROECOLOGICO PARA SORGO CON NIVEL DE INVERSION ALTO.....	66
<u>MAPA No. 23.</u> - PLANO AGROECOLOGICO PARA SORGO CON NIVEL DE INVERSION BAJO.....	67

## RESUMEN

El propósito de este estudio fué determinar y caracterizar las zonas en el Estado de Jalisco con potencial productivo y adaptativo para el cultivo de sorgo, bajo condiciones de temporal, con dos niveles de inversión (Alto y Bajo), y con ello coadyuvar a mejorar la planificación de apoyo agropecuario de acuerdo a la potencialidad de las regiones, para diferentes cultivos, en este caso el sorgo de temporal.

En el presente trabajo se utilizó la metodología del proyecto de zonas agroecológicas de la FAO ( Food and Agriculture Organization ), generada en los años de 1978 y 1980, y adaptada para las condiciones de la República Mexicana por Ortiz Solorio, y otros investigadores del Colegio de Postgraduados de Chapingo, en 1987, que nos muestran como a partir de información meteorológica escasa se puede realizar el inventario climático del estado, y de acuerdo a ello, aplicar la metodología para determinar zonas agroecológicas para el desarrollo óptimo de un cultivo de temporal. Esto último se logra al conjuntar las variables climáticas con las variables edáficas, y los requerimientos del cultivo en estudio.

## 1.- INTRODUCCION

La agrometeorología, según Smith , citado por Ortiz (23), intenta poner a la ciencia de la meteorología al servicio de la agricultura en sus diversas formas y facetas, para mejorar el uso de las tierras para ayudar a producir la máxima cantidad de alimentos para la humanidad y para evitar el abuso irreversible de los recursos terrestres.

Los factores climáticos en el estado de Jalisco, se ven regulados por la topografía y la influencia de masas de agua marítimas y lacustres que ocasionan la existencia de grandes contrastes en el clima.

Las variaciones existentes proporcionan condiciones favorables para el aprovechamiento de una gran cantidad de recursos, el desarrollo de diferentes tipos vegetativos, diversidad de cultivos y zonas propicias para asentamientos humanos e industriales.

Sin embargo, en los últimos cinco años se han estado manifestando cambios, debido a diversos factores: uso irracional de recursos bióticos, desechos industriales y uso indiscriminado de productos químicos, por señalar algunos (32).

Las manifestaciones más apreciables de este fenómeno están representadas por:

- Incrementos de temperatura, en un promedio de tres grados centígrados.

- Modificación del patrón de lluvias, que caracterizó a Jalisco, como una de las entidades que disponían de una adecuada zona de eficiencia pluviométrica, superior a los 840 milímetros de precipitación anual bien distribuida a lo largo del período lluvioso; en la actualidad y de hace cuatro años, las lluvias se presentan retrasadas, siendo que en el mes de mayo se presentaban algunas lluvias aisladas que permitían iniciar el proceso de siembra; principiando el temporal el 15 de Junio, para establecerse en toda su intensidad a finales del mismo mes .

Como consecuencia de estas modificaciones climáticas, ya no se dispone de los requerimientos suficientes de agua para los sistemas productivos que Jalisco había desarrollado, siendo cada vez más frecuente la presencia de sequías en algunas zonas del estado; entendiéndose este concepto cuando iniciado el temporal, este se suspende y no satisface más de la cuarta parte de las necesidades hídricas de las plantas, de acuerdo a su desarrollo fenológico.

Señala Leland (17) que el sorgo ha sido a través de todos los tiempos una fuente de alimento vital para millones de gentes; en los trópicos semiáridos, el sorgo es frecuentemente la forma más importante de supervivencia. En años recientes la población --en crecimiento continuo-- ha originado demandas crecientes respecto a este cultivo básico; pero, en los trópicos semiáridos, donde se cultiva más de la mitad del sorgo del mundo, las condiciones climáticas limitan drásticamente su producción.

Sin embargo, el sorgo ofrece una comprobada versatilidad en resistencia, confiabilidad y estabilidad de rendimiento bajo condiciones muy adversas, y debido a que ha demostrado su adaptabilidad sobre un amplio rango variado de culturas y climas, ofrece un gran potencial en la complementación de los recursos alimenticios del mundo.

En la actualidad millones de gentes utilizan este cultivo como alimento humano básico (chapati o roti en India, injera en Etiopía, tortilla en Latinoamérica, etc.). También se utiliza como alimento para animales, este último uso, es el principal que tiene el sorgo en nuestro país, ya que la mayor parte del volumen producido, se dirige a la producción de alimentos balanceados. Otros usos que podemos mencionar incluyen la elaboración de cerveza (Africa), y la preparación de otras bebidas; sus tallos proporcionan alimento forrajero, energía, protección contra la intemperie, azúcar y jarabes.

El Sorghum bicolor L. Moench en el estado de Jalisco, ocupa desde hace varios años una importante relevancia como el primer cultivo forrajero, el cual en los últimos tres años ha mostrado una tendencia creciente, que lo ubica en una tasa promedio anual del 15 por ciento pasando de 204 mil 743 Ha ocupadas en 1987, a 214 mil 633 Ha en 1989. Su producción ha presentado fluctuaciones irregulares entre las 792 y 914 mil toneladas, no obstante si lo comparamos con el año de 1960 en que se produjeron 1,500 toneladas y se pasó a las 855 mil en 1985, registrándose pequeñas desviaciones en 1986 y 1987, debido

principalmente a la presencia irregular de las precipitaciones. Notándose ésto, en el ciclo PV. 90/90, en que se sembraron 196 mil Ha., de las cuales se cosecharon 184 mil, obteniéndose una producción de 634 mil toneladas. (30)

Las principales regiones productoras de sorgo de temporal en el estado, son por orden de importancia: La Barca, Guzman y Ameca, las cuales representan en cuanto a superficie sembrada el 61 %, 17 % y el 8 % del total sembrado en el estado, y en lo referente al volumen de producción tienen el 66%, 13.5% y el 8.5% respectivamente de total estatal, estos datos como promedios en el ciclo primavera-verano (32). En la tabla No. 9 del apéndice (Pág. 96), podemos ver el comportamiento de la producción de sorgo de temporal por distritos de desarrollo rural, en los últimos cinco ciclos agrícolas de primavera-verano.

### 1.1 Objetivos

En base a la problemática mencionada anteriormente, el presente trabajo tiene como objetivos:

A) Determinar las zonas agroecológicas en el Estado, que cuentan con las condiciones termopluiométricas, períodos de crecimiento, características edáficas, y la interrelación de todos estos factores para el desarrollo óptimo del cultivo del Sorghum bicolor L. Moench.

B) Lograr un óptimo y racional aprovechamiento de los recursos ambientales del Estado.

C) Reducir los riesgos en la producción sorguera, causados por las variables climáticas y edáficas, orientando para ello el cultivo hacia áreas con potencial productivo.

El presente trabajo, servirá de herramienta útil, en la planeación del desarrollo agrícola del Estado de Jalisco, en cuanto a las potencialidades agroecológicas del cultivo del Sorgo de temporal.



## 2.- REVISION DE LITERATURA.

### 2.1. La agroclimatología.

Puede definirse como una ciencia la cual conecta climatología y agricultura e involucra la utilización de información y técnicas de varias materias y la integración de esta información hacia la solución de un problema particular (37).

Señala Villalpando (37), que la agroclimatología es una ciencia que puede contribuir en forma significativa en la producción de alimentos y en el uso más racional de los recursos naturales. Entre las áreas de mayor aplicación se mencionan las tres siguiente: 1) Evaluación de recursos agroclimáticos regionales, 2) Análisis del clima y su relación con programas operativos y 3) Modificación artificial del microclima de plantas y animales. Una evaluación de los recursos agroclimáticos regionales, involucra el análisis estadístico de la información histórica de los diferentes elementos climáticos. A través de éste análisis se obtienen una serie de índices agroclimáticos con los cuales es posible evaluar a nivel regional lo siguiente:

1. Evaluación del ecosistema.
2. Evaluación de recursos agroclimáticos disponibles.
3. Selección de cultivos y animales, variedades y razas de acuerdo a la disponibilidad de tales recursos.
4. Planificación a largo plazo de los sistemas agrícolas.
5. Estudios de condiciones climáticas análogas.
6. Estudios de variabilidad climática.

El análisis del clima de un lugar ó de una región, es útil no solamente en actividades operativas de programas en marcha, sino también en la etapa de planificación de éstos.

### 2.2. Metodologías de evaluación de la agroclimatología.

Las metodologías que tratan de conjugar los diversos factores que se consideran determinantes en la producción, se han generado con el fin de detectar con cierto grado de precisión, los sitios geográficos más factibles para el desarrollo de los cultivos, y de esta forma planificar la actividad agrícola sobre bases más sólidas.

La mayoría de las metodologías tienen como factor común el clima, que delimita zonas con diferente comportamiento ambiental, dentro de las cuales se tendrán condiciones favorables o adversas al desarrollo de determinado cultivo.

Al realizar la revisión de literatura, con respecto al tema que ocupa este trabajo, se encuentra que la mayoría de los estudios se enfocan al cultivo del maíz, debido a la importancia socio-económica que éste representa, tanto en Jalisco como en la República Mexicana.

Hernández, (12), dividía el Estado en cuatro grandes zonas: Llanuras de Jalisco; Costa Nayarita-Jalisco-Colima; Altos de Jalisco y Norte del Bajío. Para el caso del maíz, concentraba las zonas de mayor eficiencia, mezclada con las de potencial medio y bajo, sin que existiera una buena diferenciación, lo que limitaba su uso, en actividades que requerían mayor precisión.

Ortiz, (22), señaló que la zona de mayor eficiencia termoplumiométrica para el cultivo del maíz, se localizaba al Este del parteaguas de la Sierra Madre Occidental, abajo de los 21° de latitud Norte, conclusión que en general coincide con las áreas de mayor producción maicera. Por primera vez en México, en trabajos de esta naturaleza se prestaba atención a la importancia en el conocimiento de los suelos agrícolas, pero sin interrelacionarlo íntegramente con los factores climáticos.

La Compañía Informática y Sistemas (13), con asesoría del Colegio de Postgraduados de Chapingo, desarrolló el estudio "Definición de Parámetros Ecológicos y de Manejo para la Jerarquización de Zonas Productoras de Maíz y Frijol en el estado de Zacatecas". En el cual se analizaron mediante regresión múltiple los resultados de 20 experimentos de maíz y frijol en Zacatecas, para encontrar la función de respuestas a las variables de clima, suelo, fertilización y población; al final se zonificó el área de estudio mediante índices de productividad.

Chirkov, citado por Esquivel (2), afirma que para realizar una zonificación agroclimática, primeramente es necesario formular una lista de los requerimientos agroclimáticos; segundo, averiguar la distribución geográfica de los índices obtenidos por región.

Primault, citado por Ramirez (31), menciona que clasificar una zona no homogénea climatológicamente, para ciertos cultivos resulta inapropiado, habiendo la necesi-

dad de completar el estudio con suelos, orografía y fenología.

La Dirección General de Distritos y Unidades de Temporal (3), de manera muy general, establecía que a mayor temperatura y precipitación, el rendimiento del Sorgo aumentaba, sin analizar los límites máximos y mínimos de esas variables y la influencia de los otros factores, en la eficiencia agronómica de las diversas regiones agrícolas.

La Compañía Ariel Construcciones S.A. (4) a contrato con la desaparecida Dirección General de Distritos y Unidades de Temporal, realizó un estudio contando con la asesoría directa del Colegio de Postgraduados de Chapingo, y en el cual se desarrollaron 60 experimentos en campo para tres cultivos, (20 por cada cultivo) para finalmente evaluar el potencial productivo de maíz, frijol y sorgo mediante el análisis de los factores clima-suelo-manejo en los estados de Jalisco y Nayarit.

Nuño (20), elaboró una "Carta de eficiencia agroclimática para Jalisco", determinando zonas de eficiencia agroclimáticas para el cultivo del maíz, separando al estado en cuatro grandes regiones, a las que clasificó como de : Alta, Media, Baja y Muy Baja producción.

Orozco (21), elaboró un estudio, en el cual zonifica agroecológicamente el Estado de Aguascalientes para el cultivo del maíz, utilizando la metodología del trabajo de la S.A.R.H. 1980, sobre la Zonificación Fenoclimatológica, analizando los factores suelo-clima-planta-tecnología, determinando los ciclos vegetativos del maíz que se adaptan a las condiciones ambientales del Estado de Aguascalientes.

González, et al (10), investigadores del I.N.I.F.A.P. mediante el proceso de aproximaciones sucesivas y utilizando cocientes de precipitación, evaporación, temperatura media anual, profundidad y pendiente de los suelos, reconocieron la existencia a nivel nacional, de 72 subprovincias, según 18 estratos climáticos y cuatro edáficos. Tomando como base la información de los V Censos Agrícolas, clasifican las tierras de labor en cuatro grandes grupos: Plano profundo, Ladera Profunda, Plano Delgado y Ladera Delgada, además, clasifica a las tierras temporaleras de acuerdo a su productividad en : Muy Buenas, Buenas, Medianas, Bajas y Marginales, desagregación que se hace a nivel municipal y en forma específica, para el cultivo de maíz.

### 2.3. La metodología F.A.O.

La F.A.O. (Food and Agriculture Organization) (5), ante el creciente incremento de la población mundial, planteó la interrogante sobre la existencia de superficie, para producir los alimentos necesarios para cubrir las demandas del futuro. La diversidad y rango amplio de datos que se manejaban y lo disímulo de las apreciaciones en las diversas áreas productivas, dió por consecuencia, el imperativo de efectuar un estudio para determinar el verdadero potencial de las regiones agrícolas, en función de características agroecológicas. El estudio se realizó para las condiciones de Africa, el Sudeste Asiático y América del Sur y Central.

La metodología empleada en esta evaluación, se basa en el proyecto de zonas agroecológicas propuesto por la FAO (5), adaptado para las condiciones de la República Mexicana, por Ortiz, (25).

Como lo señalan Castaños y De la Mora (1), el análisis de los diversos componentes, indica que quizás su mayor debilidad, se sustente en el manejo que se hace de las temperaturas, ya que se utilizan medias mensuales, sin considerar las oscilaciones a lo largo del día, ni los registros diurnos y nocturnos de máximas y mínimas.

A pesar de esta deficiencia y en virtud de que los métodos conocidos, es el que le presta importancia a los factores edáficos y a la topografía, en consecuencia, la interacción entre los elementos que se toman en consideración, da por resultado, que se les pondere con mayor equilibrio, y por lo tanto ofrezcan la posibilidad de resultados acordes con la realidad.

Al respecto señala Ortiz (24), debe dejarse claramente establecido que, como cualquier otro método, los resultados dependen del manejo y criterio que se use para interpretarlos.

Ortiz (25), señala que la metodología considera en forma general a dos grandes grupos de variables: las climáticas y las edáficas. Dentro de los factores climáticos mayores la temperatura y la precipitación, son los que primordialmente determinan la adaptación y distribución, tanto en tiempo como en espacio en los cultivos, además en combinación con la radiación solar, determinan los procesos fotosintéticos, responsables de la producción de materia seca, de acuerdo a los modelos de comportamiento específicos para los principales grupos de plantas cultivadas.

De acuerdo a lo anterior, los cultivos agrícolas necesitan condiciones climáticas adecuadas, para

desarrollarse en forma óptima. Sin embargo, es la combinación de las condiciones climáticas y edáficas, además de un manejo agronómico adecuado del cultivo, las que darán por resultado que muestre su potencial productivo a toda su capacidad.

Señala Ramirez (31), que en general, los efectos de los suelos en cierto grado se pueden modificar, no así el comportamiento climático que escapa del control del hombre. Y que es la interrelación equilibrada del clima y suelo, junto con tecnología adecuadas y medios de producción, los que desembocarán en una mejor eficiencia agronómica.

#### **2.4. Evaluaciones aplicando la Metodología FAO.**

Morales (18), aplica la metodología de zonas agroclimáticas (FAO) a nivel regional, para la parte sur del Estado de Zacatecas, evaluando la aptitud de producción de maíz, frijol, y trigo, estimando además, el rendimiento para el cultivo del maíz en el municipio de Juchipila, Zac.

Moreno (19), utilizó la metodología FAO para evaluar la capacidad alimenticia de Tlaxcala a nivel municipal, basándose en los rendimientos máximos obtenidos con dos niveles de inversión, en la calidad del producto y en la apertura de nuevas zonas de aptitud para los cultivos de maíz, frijol y trigo.

Ortiz (24), realiza una evaluación de las tierras de México para la producción de maíz, frijol y sorgo en condiciones de temporal, aplicando la metodología de la FAO.

Tarín (35), lleva a cabo una validación de la metodología de zonas agroecológicas para el área de influencia de Chapingo, Edo. de México; utilizando el maíz como cultivo de prueba, estimando los rendimientos esperados por clase de aptitud productiva, en dos niveles de inversión.

Ortiz, et al (25) del Colegio de Postgraduados en 1988 a través del Programa de Agrometeorología, y por encomendación de la Dirección General de Normatividad Agrícola de la S.A.R.H., realizaron el proyecto "Evaluación de la aptitud de las tierras en cuatro estados de la República Mexicana para la producción en condiciones de temporal de ocho cultivos básicos", esto mediante la utilización de la metodología FAO.

Solis (34), hace una zonificación agroecológica para el Distrito de Desarrollo Rural No. III de Texcoco, Edo. de México, para cinco cultivos en condiciones de temporal y dos niveles de inversión, y utilizando la metodología FAO.

García, et al (9), realizaron una zonificación agroecológica del maíz de temporal en México, determinando que para el país, el nivel de inversión alto, presentó mayor superficie de aptitud, debido a que en este nivel se aplican insumos que pueden compensar las limitantes.

Romero (33), identifica zonas agroclimáticas en el Valle de Tepalcatepec, Michoacán para los cultivos de sorgo, maíz, y ajonjolí, bajo temporal, en base a períodos de crecimiento.

Hernández (11), realizó una zonificación agroecológica para el cultivo del frijol en condiciones de temporal, con dos niveles de inversión para la República Mexicana. Donde muestra que el Estado de Jalisco ocupa el primer lugar a nivel nacional en la superficie de aptitud con 1'455,847 Ha., en el nivel bajo y el tercer lugar con 916,496 Ha., con nivel de inversión alto, después de Veracruz con 2'417,442 Ha. y Michoacán con 1'148,173 Ha.

Ramírez (31), en su estudio sobre la problemática del cultivo del maíz en el estado de Jalisco, realiza la zonificación agroclimática para maíz, mediante la metodología propuesta por la FAO.

Esquivel (2), lleva a cabo la zonificación agroclimática para maíz y frijol, utilizando la metodología FAO, en el Estado de Jalisco.

### 3. MATERIALES Y METODOS.

#### 3.1. Descripción general de la zona de estudio.

**3.1.1. Localización geográfica.** - El estado de Jalisco está situado geográficamente entre los 18° 58' y 22° 51' de latitud norte y los 101° 28' y 105° 43' de longitud oeste, tiene una extensión territorial de 80,137 km<sup>2</sup>, ocupando el sexto lugar en superficie comparado con el resto de los estados de la república, ver MAPA No. 1, pág. 11 (14).

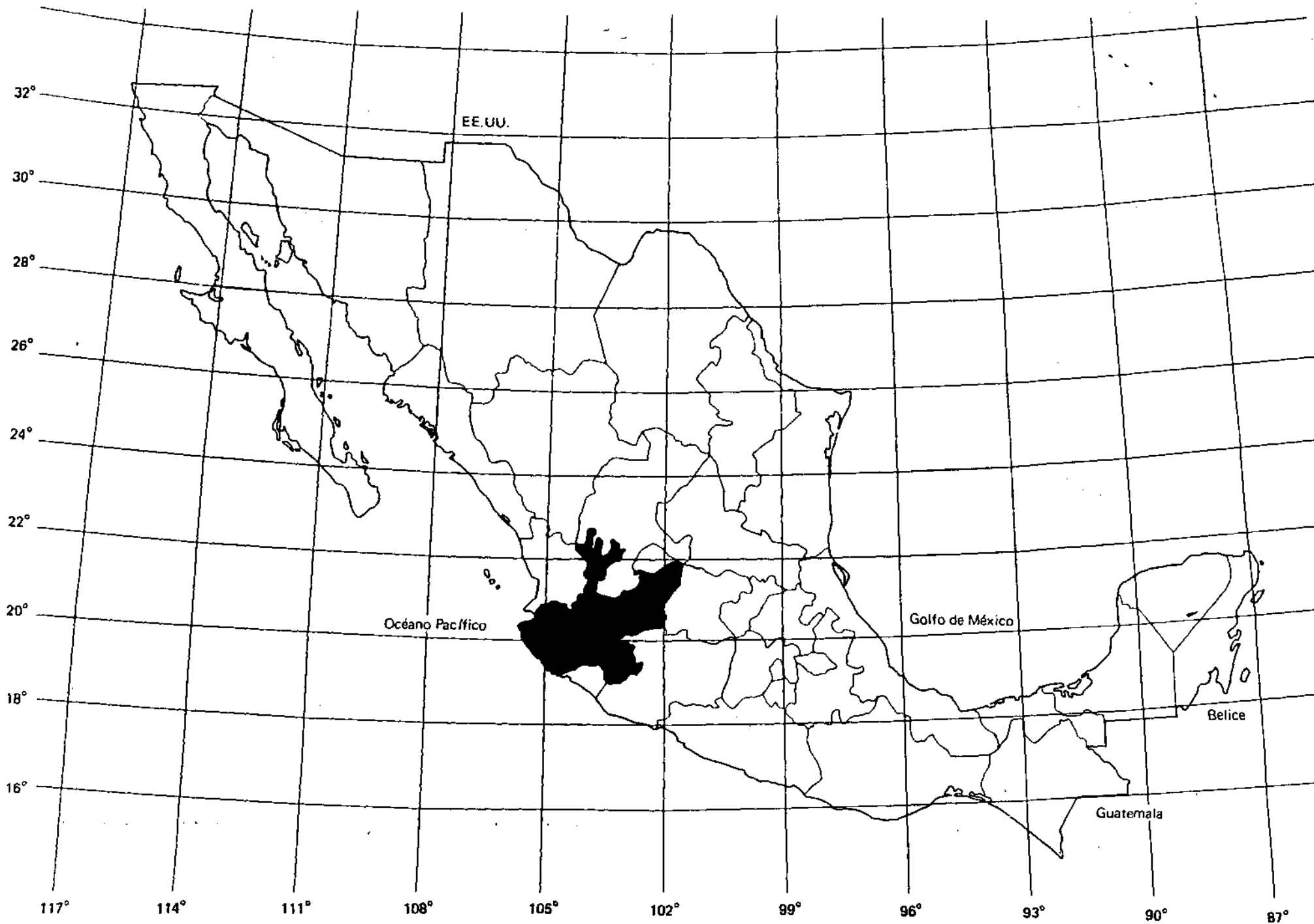
Jalisco limita al norte con Durango, Zacatecas y Aguascalientes, al este con Guanajuato y San Luis Potosí, al sur con Michoacán y Colima y al oeste con el océano Pacífico y Nayarit, y se divide políticamente en 124 municipios, ver MAPA No. 2, pág. 12 (14).

**3.1.2. Climatología.** - La posición geográfica del estado, la configuración variada del relieve y la influencia marítima y lacustre definen contrastes climáticos que generan condiciones favorables para el desarrollo de diversos tipos de vegetación. Se encuentran variantes de climas semisecos hacia el norte y noroeste, climas templados en las partes altas de las sierras; semicálidos en la zona centro y alrededores de Chapala y climas cálidos a lo largo de toda la Costa. (16)

**3.1.3. Hidrología.** - Existen siete zonas hidrográficas en el Estado de Jalisco de acuerdo a la clasificación de la SARH, que son: Lerma-Santiago, que abarca la mayor parte del estado; Armería Coahuayana, comprende parte del sur; Costa de Jalisco, incluye la porción suroeste; Ameca, en esta región se incluye parte de la zona central y noroeste; Alto Río Balsas, abarca una pequeña porción del sureste; Huicila, comprende dos pequeñas porciones del oeste y noroeste; y por último la zona de El Salado, en ella se encuentra una pequeña parte del noreste.

La región de mayor importancia es la de Lerma-Santiago que abarca aproximadamente el 50% de la superficie del estado, en la cual se concentra el 70% de la población y la mayor parte de la industria. Los principales escurrimientos son el Río Lerma que desemboca en el Lago de Chapala y el Río Grande de Santiago que nace en el mismo Lago y drena la parte central del estado con dirección noroeste, en su trayecto recibe algunos afluentes como el Río Zula, Río Verde que constituye su principal afluente. Otros ríos de importancia en esta región son: Bolaños, Encarnación, San Juan de los Lagos, San Miguel y Tuxcacuesco.

En las seis regiones hidrográficas restantes, los principales ríos son: Purificación, Cihuatlán, Armería, Jiquilpan, María García, San Nicolás, Cuitzmala, Tuito,



**MAPA 1.- LOCALIZACION GEOGRAFICA DEL ESTADO**



1. Acatic
2. Acatlán de Juárez
3. Ahualulco de Mercado
4. Amacueca
5. Ametitán
6. Ameca
7. Antonio Escobedo
8. Arandas
9. Arenal
10. Atemajac de Brizuela
11. Atengo
12. Atenguillo
13. Atotonilco el Alto
14. Atoyac
15. Autlán de Navarro
16. Ayotlán
17. Ayutla
18. Bolaños
19. Cabo Corrientes
20. Cañadas de Obregón
21. Casimiro Castillo
22. Cihuatlán
23. Ciudad Guzmán
24. Ciudad Venustiano Carranza
25. Cocula
26. Colotlán
27. Concepción de Buenos Aires
28. Cuautitlán
29. Cuautla
30. Cuquilo
31. Chapala
32. Chimaltitán
33. Chiquilistlán
34. Degollado
35. Ejutla
36. El Grullo
37. El Limón
38. El Salto
39. Encarnación de Díaz
40. Etzatán
41. Gómez Farías
42. Guachinango
43. Guadalajara
44. Hostotipaquillo
45. Huejúcar
46. Huejuquilla el Alto
47. Ixtlahuacán de los Membrillos
48. Ixtlahuacán del Río
49. Jalostotlán
50. Jamay
51. Jesús María
52. Jilotlán de los Dolores
53. Jocotepec
54. Juanacatlán
55. Juchitlán
56. La Barca
57. Lagos de Moreno
58. La Huerta
59. La Manzanilla de la Paz
60. Magdalena
61. Manuel M. Diéguez
62. Mascota
63. Mazamitla
64. Mexicacán
65. Mezquitic
66. Mixtlán
67. Ocotlán
68. Ojuelos de Jalisco
69. Pihuamo
70. Poncitlán
71. Puerto Vallarta
72. Purificación
73. Quitupan
74. San Cristóbal de la Barranca
75. San Diego de Alejandría
76. San Juan de los Lagos
77. San Julián
78. San Marcos
79. San Martín de Bolaños
80. San Martín de Hidalgo
81. San Miguel el Alto
82. San Sebastián del Oeste
83. Santa María de los Angeles
84. Sayula
85. Tala
86. Talpa de Allende
87. Tamazula de Gordiano
88. Tapalpa
89. Tecalitlán
90. Teocolotlán
91. Techaluta de Montenegro
92. Tenamaxtlán
93. Teocaltiche
94. Teocuitatlán de Corona
95. Tepatlán de Morales
96. Tequila
97. Teuchitlán
98. Tizapan el Alto
99. Tlajomulco de Zúñiga
100. Tlaquepaque
101. Toluán
102. Tomatlán
103. Tonalá
104. Tonaya
105. Tonila
106. Totatiche
107. Tototlán
108. Tuxcacuesco
109. Tuxcueca
110. Tuxpan
111. Unión de San Antonio
112. Unión de Tula
113. Valle de Guadalupe
114. Valle de Juárez
115. Villa Corona
116. Villa Guerrero
117. Villa Hidalgo
118. Yehualica de González Gallo
119. Zacoalco de Torres
120. Zapopan
121. Zapotitlic
122. Zapotitlán de Vadillo
123. Zapotlán del Rey
124. Zapotlanejo



FUENTE: Secretaría de Programación y Desarrollo (SEPRODE); Gobierno de Jalisco.

Mascota, Tuxpan, y Ameca, entre otros.

En cuanto a almacenamientos de agua superficial, Jalisco cuenta con 4 naturales de importancia: los Lagos de Chapala, Cajititlan y Zapotlán y la Laguna Colorada, y obras artificiales entre las que destacan las presas de Santa Rosa, la Vega, Cajón de Peñas, Las Piedras, Tacotán, y finalmente el proyecto de la Zurda-Calderón, este último con el objetivo de proveer de agua a la zona metropolitana de Guadalajara en el futuro próximo. (16)

**3.1.4. Fisiografía.** - Jalisco forma parte de 4 provincias fisiográficas de México, según la clasificación de la Dirección General de Geografía, S.P.F. (16); la porción más extensa situada al centro del estado queda comprendida dentro de la Provincia Eje Neovolcánico donde se localizan la Región de los Altos y las Sierras de Quila, Tapalpa y Madroño.

En la Provincia Sierra Madre Occidental se ubica la porción norte del estado, donde destacan las Sierras de los Huicholes y los Guajolotes.

Dentro de la Provincia Sierra Madre del Sur se encuentran las porciones sur y oeste del estado, abarca las sierras de el Tuito, Cacoma, Manantlán, Perote y el Mamey.

La Provincia Mesa del Centro incluye el noreste del estado y en ella se sitúa la Sierra de San Isidro. (14)

**3.1.5. Suelos.** - Existe diversidad en las clases de suelos; predominando los suelos jóvenes o recientes, como son los litosoles, regosoles, y cambisoles. Dentro de los suelos más desarrollados encontramos a los alfisoles, la clase de suelos existentes, en cada una de las regiones dependen principalmente de los factores que les dieron origen (material parental, clima, vegetación, relieve, y tiempo), actuando en forma integrada; pero haciéndose notar con mayor intensidad algunos de estos factores en cada una de las regiones. (14)

**3.1.6. Vegetación.** - Debido a la ubicación y forma del Estado además de otros factores geográficos, existe gran diversidad de tipos de vegetación, para facilitar su comprensión es posible hacer una generalización atendiendo al tipo de vegetación predominante por provincias fisiográficas.

La Provincia del Eje Neovolcánico, en el centro del estado, se caracteriza en primer término por la predominancia de tres tipos de vegetación: 1) pastizal natural-huizachal, sobre todo en la región correspondiente a Los Altos; 2) agricultura de temporal, distribuida en toda la provincia; y 3) matorral subtropical en la rivera del lago de Chapala y parte de los Altos, con especies como casa-

huate, papelillo, copal, vara dulce, y tepame.

La Provincia Mesa del Centro, en el noreste de la entidad, posee grupos de climas, cálidos, secos y templados, que se reflejan en la vegetación. En general, predominan el pastizal natural y superficie poco considerable de matorral subtropical y bosque de encino, distribuidos a 2,700 metros sobre el nivel del mar; así como agricultura de temporal y de riego.

La Provincia de la Sierra Madre Occidental, en el norte del estado, presenta mayor diversidad vegetal en relación a la provincia anterior. En ella se encuentra matorral subtropical, y bosque de encino y de pino-encino con una distribución altitudinal promedio de 1,815 metros sobre el nivel del mar; así como selva baja caducifolia con vegetación secundaria, ocupando el cañon del río Bolaños; además existen áreas dedicadas a la agricultura de temporal.

Finalmente, La Provincia de la Sierra Madre del Sur, en la parte austral y occidental de la entidad, presenta gran complejidad con un panorama muy diverso y de gran riqueza en especies. Sin embargo, es posible considerar a la siguiente vegetación como representativa de la provincia: selvas (baja caducifolia y mediana caducifolia); bosques (encino, pino-encino), y una pequeña área de agricultura de riego en la costa norte del estado. (15)

### 3.2 Materiales.

3.2.1 Información meteorológica con mínimo de 25 años de antigüedad en su registro, considerando los siguientes elementos:

- \*\* Precipitación pluvial.
- \*\* Temperatura mínima.
- \*\* Temperatura máxima.
- \*\* Evaporación.

3.2.1.1. Características generales de las estaciones meteorológicas seleccionadas.

3.2.1.2. Las 53 estaciones analizadas que se enlistan en la tabla 1 del apéndice (Pág. 93), fueron ubicadas estratégicamente con la finalidad de cubrir todo el Estado; para que el área de influencia se apegará lo más posible a la realidad climática.

3.2.1.3. Calidad de la información. En éste aspecto y con fines estadísticos deben de procurarse estaciones con historial meteorológico completo, es decir, se deben eliminar las que contengan grandes períodos sin información, debido

a que ésto propicia desajustes en la media anual calculada para cualquier elemento (lluvia, temperatura, evaporación) (24).

**3.2.1.4. Depuración de la información.** Los datos faltantes fueron substituidos por el valor de la moda para el caso de la precipitación, y por la media para el caso de las otras variables (temperatura mínima, máxima y evaporación), calculadas de la información obtenida mensualmente en cada estación. De esta manera se elimina o disminuye el error estadístico en el cálculo de la media estimada para la lluvia, temperatura y evaporación (24).

**3.2.1.5. Periodo o intervalo de Análisis.** Los datos utilizados en temperatura fueron las medias mensuales, y la precipitación mensual. Sin embargo, señala Villalpando (37), para detectar la variabilidad de los factores climáticos y su efecto sobre el desarrollo y rendimiento de los cultivos, se requiere que la información climática se analice empleando periodos más cortos. Intervalos semanales o periodos de 10 días han resultado convenientes en estudios de planificación para la toma de decisiones confiables.

**3.2.2.- Las Cartas:** de isotermas e isoyetas anuales, de edafología y de fisiografía para el Estado, publicadas por el Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática (15) escala 1:1'000,000 aunque la escala adecuada para realizar este tipo de trabajos es de 1:250,000.

### **3.3. Métodos.**

Con la finalidad de proporcionar una visión clara de la metodología empleada, se representa graficamente en la Figura 1 (Fág. 16). Y en forma desarrollada consiste en lo siguiente:

I. Recopilación de información de las estaciones climáticas dentro del área en estudio, de temperatura y precipitación, en virtud que estos componentes del clima, son los principales factores que determinan la adaptabilidad y distribución de los cultivos, además se obtuvieron los datos de evaporación.

II. Los datos deben ser confiables y cubrir un periodo de cuando menos 25 años.

III.- Se selecciona el cultivo que se pretende estudiar, que en este trabajo, será el Sorgo de Temporal.

IV.- Se determinan los niveles de inversión, considerándose como alto, aquel en el cual, se realiza una agricultura

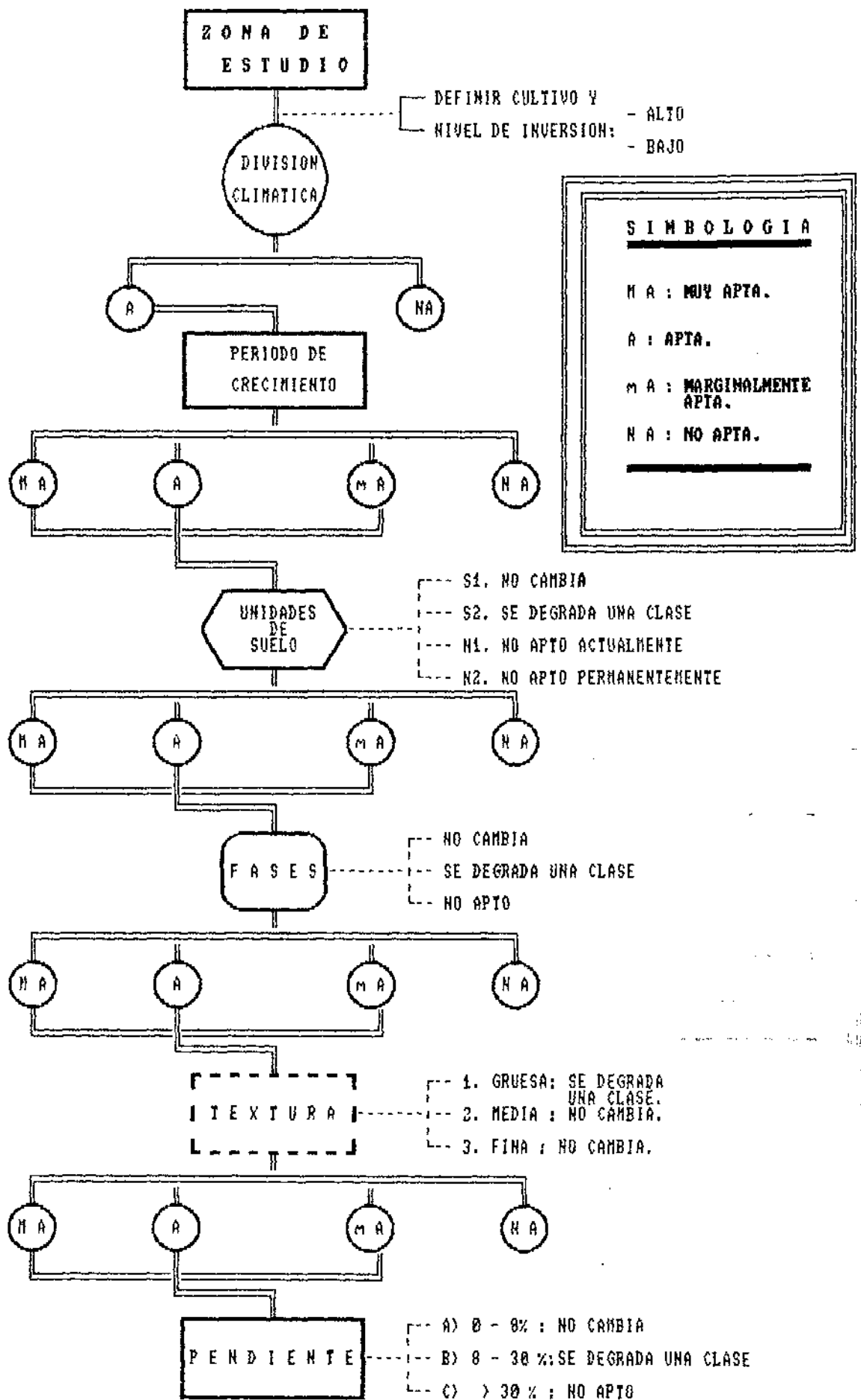


FIG. 1. DIAGRAMA DE LA METODOLOGIA ( FAO 1980 ).

tipo empresarial, es decir, cuando un elevado porcentaje de la producción se comercializa, el nivel bajo se refiere a explotaciones agrícolas en las que el fin primordial es cubrir, en primera instancia las necesidades de alimentar a los animales domésticos (autoconsumo), y cuando las condiciones lo permiten, colocar en el mercado local los posibles excedentes.

V.- Se establecen los ordenes y clases de aptitud climática regional, de acuerdo a los siguientes razonamientos:

### **Ordenes de Aptitud**

- |             |   |
|-------------|---|
| I. Apta     | Tierras en las que se espera un uso y rendimiento sostenido, que justifique los insumos empleados, sin afectar las características deseables de los terrenos agrícolas. |
| II. No apta | Tierras con limitantes que impiden un uso sostenido y conservación del suelo.   |

### **Clases de Aptitud**

- |                        |   |
|------------------------|---|
| Ia. Muy apta           | Tierras que no tienen limitaciones importantes para el aprovechamiento sostenido en un uso determinado, o que tienen algunas de escasa importancia, que no reducirán significativamente la productividad, ni los beneficios, o elevarán la cantidad de insumos por encima de niveles aceptables.  |
| Ib. Apta               | Tierras con limitaciones, que en conjunto son moderadas para el aprovechamiento sostenido de un uso determinado. Las limitaciones pueden reducir la productividad o los beneficios y aumentar los insumos necesarios hasta un grado en que las ventajas globales obtenidas de su empleo, si bien todavía atractivas, serán inferiores a las esperadas de las tierras muy aptas. |
| Ic. Marginalmente Apta | Tierras con limitaciones que en conjunto son graves para la aplicación sostenida de un uso determinado y reducirán la productividad, los beneficios, o incrementarán el uso de los insumos.   |

IIa. No Apta Actualmente	Tierras con limitaciones que pueden ser superadas con el tiempo, pero que no pueden corregirse con los conocimientos existentes a un costo aceptable y que impiden un uso sostenido y satisfactorio.
IIb. No Apta Permanentemente	Tierras con limitaciones tan graves que impiden toda posibilidad de uso sostenido y satisfactorio.

### 3.3.1. Manejo y utilización de la tierra

La descripción de las circunstancias de cómo se cultiva es importante para lograr la evaluación de la tierra. En tales descripciones deberán incluirse inversiones, productos, nivel de conocimientos técnicos, tecnología empleada, tenencia y tamaño de parcelas, orientación al mercado; a todo éste proceso en la FAO (B) se le conoce como tipos de utilización de la tierra.

De acuerdo al razonamiento anterior puede decirse que es indispensable definir las condiciones bajo las cuales el productor se desarrolla. Sin este parámetro, la evaluación no es válida, debido a que la aptitud para un cultivo varía en forma considerable, de acuerdo a las diferentes formas de manejo.

A nivel estatal es difícil establecer una definición acorde a la utilización de las tierras, debido a las variadas condiciones económicas, sociales y manejo en diferentes regiones.

Por lo anterior para este trabajo se adoptó una generalización de los tipos de utilización (25), denominadas en ésta metodología como de inversión alta y de inversión baja, las cuales se describen en la tabla No. 2 (Pág.19).

Los niveles de inversión alto y bajo constituyen el criterio considerado para evaluar y establecer las zonas que ofrezcan un alto porcentaje de seguridad y/o alto riesgo para la inversión de capital; factores que resultan de gran valor para la planeación agrícola en el Estado.

### 3.3.2. Clases de productores.

Con la finalidad de clarificar las categorías utilizadas para la zonificación, es claro que existe un periodo de crecimiento óptimo para la producción de un cultivo; sin embargo, establecer un número determinístico en cuanto

TABLA N° 2: DESCRIPCION DE LAS INVERSIONES BAJA Y ALTA (FAD, 1980)

ATRIBUTO	INVERSION BAJA	INVERSION ALTA
Producto y Producción	Cultivo de sorgo bajo condiciones de temporal. Considerandolo como cultivo solo, no como cultivo múltiple o asociado	Cultivo de sorgo bajo condiciones de temporal. Considerandolo como cultivo solo, no como cultivo múltiple o asociado
Orientación al mercado	Producto de autoconsumo	Producto Comercial
Intensidad de Capital	Baja	Alta
Intensidad de labor	Alta, incluye la labor familiar sin pago	Baja, la labor familiar es pagada
Fuente de Potencia	Labores y herramientas Manuales	Mecanización completa, incluyendo operaciones de cosecha
Tecnología Empleada	Cultivares sin (o insuficiente) aplicación de fertilizantes, sin control químico de plagas y enfermedades, periodos de descanso. sin irrigación.	Cultivares de alto rendimiento; adecuada aplicación de fertilizantes, control químico de plagas y enfermedades y malezas. Sin periodos de descanso. Sin irrigación.
Requerimientos de infraestructura	No es esencial la accesibilidad al mercado, inadecuado servicio de asistencia técnica.	Son esenciales vías de comunicación y accesibilidad al mercado. Buen servicio de asistencia técnica.
Parcelas	Pequeñas y algunas veces fragmentadas.	Grandes y juntas.
Nivel de Ingreso	Bajo	Alto



a su duración no sería adecuado, si nuestro objetivo es zonificar. Por ello la FAO (7) considera conveniente, establecer intervalos utilizando criterios económicos y referidos al rendimiento máximo. Las cuales se definieron anteriormente como clases de aptitud: Muy apta, Apta, marginalmente apta y No apta.

El método de zonas agroecológicas propuesto por FAO (5), básicamente diferencia la producción de cultivos básicos en comercial y de autoconsumo utilizando los siguientes criterios:

1. Capacidad de uso de maquinaria.
2. Uso de semillas mejoradas.
3. Uso de fertilizantes.
4. Uso de plaguicidas.
5. Tenencia de la Tierra.
6. Utilización de mano de obra.

Conjugando los factores anteriores, se logra la diferenciación entre un nivel de inversión alto y un nivel de inversión bajo; partiendo de que los productores que se clasifiquen dentro de un nivel alto, son considerados como grandes productores (comerciales o empresariales) y los que están clasificados dentro de un nivel bajo se consideran como productores semicomerciales o de autoconsumo.

### **3.4. Desarrollo de la investigación.**

Una vez establecida el área de estudio, y seleccionando el cultivo y el nivel de inversión (alto y bajo) con los cuales se trabajará, y con los datos meteorológicos y características edáficas, se procede a realizar los inventarios climáticos y edáficos.

#### **3.4.1 INVENTARIO CLIMATICO.**

Las divisiones climáticas fueron definidas en base a los requerimientos térmicos de cultivos, que limitan su distribución a escala global.

##### **3.4.1.1. Divisiones Climáticas Mayores.**

La FAO (7) para evaluar los requerimientos térmicos de los cultivos, propuso a las "Divisiones Climáticas Mayores" (ver Cuadro No. 1, pág. 21), considerando en primer lugar el efecto de la altitud, en espacio y tiempo, sobre la temperatura media, para lo cual, las temperaturas me-

CUADRO No. 1.- CLIMAS MAYORES (FAO, 1980)

C L I M A	CLIMAS MAYORES DURANTE EL PERIODO DE CRECIMIENTO		REGIMEN DE TEMP. MEDIA DIARIA (°C)	APTO PARA LA CONSIDERACION DEL GRUPO DE CULTIVOS 1/	
	No	Nombre Descriptivo	DURANTE PERIODO DE CRECIMIENTO		
** TROPICALES ** Todos los meses con temp. medias mensuales corregidas a nivel del mar mayores a 18° C.	1.	Trópicales Calientes	Más de 20° C	II y III	
	2.	Trópicales moderadamente frescos	15 - 20° C	I y IV	
	3.	Trópicales frescos	5 / 10 - 15° C	I	
	4.	Trópicales fríos	Menos de 5° C	No Apto.	
** SUBTROPICALES ** Uno o más meses con temp. media mensual corregida a nivel del mar, menor a 18° C, pero todos los meses mayores a 5° C.	5.	Subtrópicales (lluvias en verano) calientes/moderadamente frescos.	Más de 20° C	II y III	
	6.	Subtrópicales (lluvias en verano) calientes/moderadamente frescos.	15 - 20° C	I y IV	
	7.	Subtrópicales calientes (lluvias en verano)	Más de 20° C	II y III	
	8.	Subtrópical moderadamente fresco (lluvias en verano)	15 - 20° C	I y IV	
	9.	Subtrópicales frescos (lluvias en verano)	5 / 10 - 20° C	I	
	10.	Subtrópicales fríos (lluvias en verano)	Menos de 5° C	No apto.	
	11.	Subtrópicales frescos (lluvias en invierno)	5 / 10 - 20° C	I	
	12.	Subtrópicales fríos (lluvias en invierno)	Menos de 5° C	No apto.	
	** TEMPLADOS ** Uno o más meses con temp. media mensual corregidas a nivel del mar menor a 15° C.	13.	Templados frescos	5 / 10 - 20° C	I
		14.	Templados fríos	Menos de 5° C	No apto.

1\_/ VEASE CUADRO No. 2, SOBRE GRUPOS DE ADAPTABILIDAD DE CULTIVOS

días mensuales son convertidas a temperaturas a nivel del mar, considerando un gradiente altotérmico de 0.5° C/100 m. de elevación. Es decir por cada 100 m. que disminuya la altura, la temperatura media se aumenta en 0.5° C (23).

El aumento de temperatura que tendrá cada lugar puede calcularse con la siguiente fórmula:

$$AT = h \times 0.005$$

donde:

AT = incremento de temperatura, en grados y décimos de grados.

h = altura de la estación, en m.

Bajo este criterio, áreas donde las temperaturas reducidas al nivel del mar en todos los meses es mayor a 18° C, son consideradas como TROPICAL CALIENTE y las áreas con temperaturas menores de 18° C hasta 8° C, se consideran como: TROPICAL TEMPLADO; y todas las áreas con temperaturas menores de 8° C, se clasifican dentro de los climas: TROPICAL FRIO.

Jalisco, de acuerdo a lo anterior, puede considerarse como tropical caliente en la mayor parte de su extensión. Esta división climática es importante realizarla para establecer las áreas donde un determinado cultivo, puede germinar, desarrollarse y producir sin limitaciones térmicas; para ésto, la FAO estableció que la temperatura de 6.5° C es la mínima para que un cultivo pueda germinar sin problemas.

Complementariamente la FAO (7), hace una clasificación de los cultivos de acuerdo a su adaptabilidad tomando como base la forma fotosintética, la respuesta a la radiación y la temperatura; la cual se describe en el cuadro No. 2 (Pág. 23).

Ortiz (23), menciona que la temperatura tiene una relación estrecha con la altitud, lo cual hace posible el determinar la altura sobre el nivel del mar, correspondiente a las divisiones climáticas. Bajo este criterio para Jalisco es posible establecer lo siguiente:

- a) La División tropical caliente: corresponde a alturas inferiores a los 1,500 msnm.
- b) La División tropical templado: comprende áreas con alturas entre los 1,500 y 3,000 msnm; y

CUADRO No. 2.- GRUPOS DE ADAPTABILIDAD DE CULTIVOS EN BASE A LA FORMA FOTOSINTETICA Y RESPUESTA A LA RADIACION Y TEMPERATURA, (FAO 1980)

GRUPO DE ADAPTABILIDAD DE CULTIVOS	I	II	III	IV
FORMA FOTOSINTETICA	C3	C3	C4	C4
TEMPERATURA OPTIMA PARA FOTOSINTESIS	15 - 20° C	25 - 30° C	30 - 35° C	20 - 30° C
PRINCIPALES CULTIVOS	REMOLACHA FRIJOL TRIGO CEBADA AVENA PAPA HABA (TE) GARBANZO GIRASOL	SOYA (TR) FRIJOL ARROZ YUCA CAMOTE MAME HABA (TR) CACAHUATE ALGODON TABACO PLATANO COCOTERO CAUCHO PALMA DE ACEITE GIRASOL CARTAMO AJONJOLI	SORGO (TR) MAIZ (TR) MIJO CAÑA DE AZUCAR	MIJO (TE,TH) SORGO (TE,TH) MAIZ (TE,TH)

NOTA : (TR) = Cultivares tropicales

(TE,TH) = Cultivares de gran altitud de climas templados y tropicales.

c) La División tropical frío: a alturas mayores a los 3,000 msnm.

Una vez establecidas las anteriores divisiones climáticas respecto a la temperatura media anual, ahora lo importante es conocer cuanto se incrementa la temperatura media durante el período lluvioso, el cual se presenta en los meses de Junio, Julio, Agosto, Septiembre y Octubre (Tj-o).

Al correlacionar el incremento que sufre la temperatura con la precipitación, durante el período Junio-Octubre (Tj-o), el cual, además, es considerado como variable dependiente, resulta una  $R^2 = 0.9712$ , de la ecuación que se describe abajo de este párrafo, explicada por la variable independiente (TMA), es decir, que la temperatura tiende a incrementarse en el período de lluvias, debido a los factores bióticos y abióticos que tienen lugar en el temporal, lo cual posibilita el desarrollo del cultivo.

Ecuación de correlación entre el incremento de temperatura durante el período de temporal y la temperatura media anual:

$$Tj-o = 1.703 + 1.0116 (TMA)$$

donde:

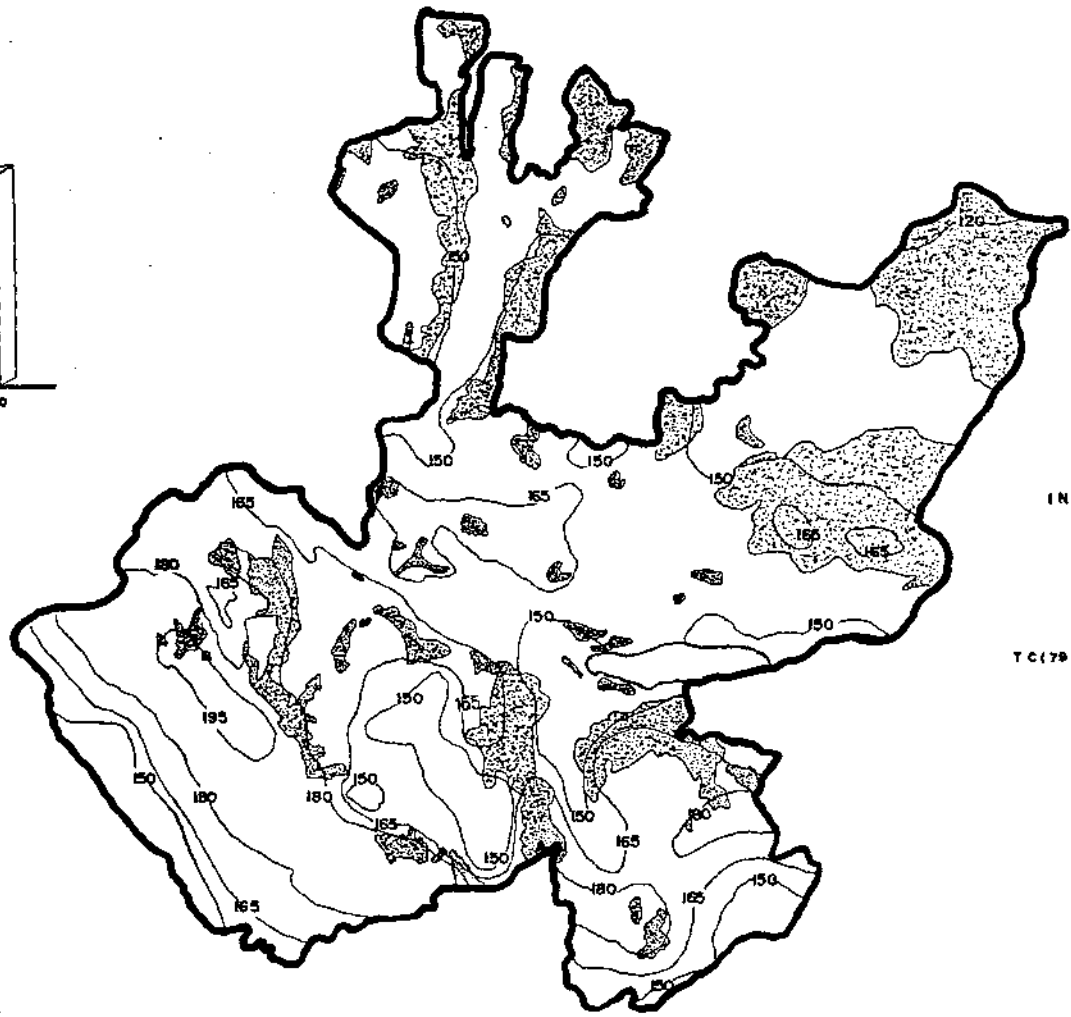
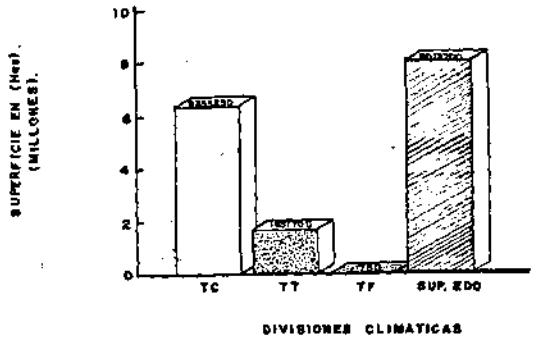
TMA = Temperatura media anual.

Hasta este momento se ha analizado la temperatura y de acuerdo con Ortiz (25), y el criterio propuesto por la FAO (7), donde se concluye que la humedad y la temperatura son vitales para la agricultura, y además para que un cultivo pueda germinar la temperatura mínima requerida es de  $6.5^{\circ} C$ . Respecto a la temperatura puede afirmarse que el cultivo del sorgo no tiene problemas para germinar, desarrollarse y producir, excepto por una pequeña área localizada cerca del nevado de Colima (con temperaturas menores de  $8^{\circ} C$ ). De este procedimiento para cálculo de divisiones de climas mayores, se obtiene el Mapa No. 3 (Pág. 25).

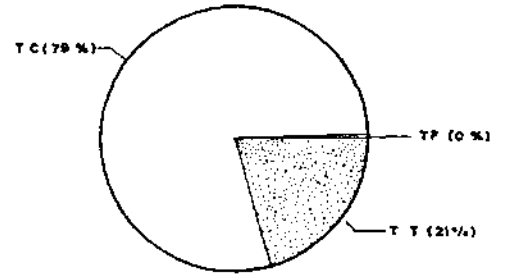
#### 3.4.1.2. Periodos de Crecimiento.

El período de crecimiento (PC) se considera en la metodología de zonas agroecológicas propuesto por FAO (5,6,7) como el lapso de tiempo durante el año en que existen condiciones favorables de humedad y temperatura para el desarrollo de cultivos.

**INVENTARIO CLIMATICO  
ESTADO DE JALISCO.**



**INVENTARIO CLIMATICO  
ESTADO DE JALISCO**



INVENTARIO CLIMATICO	
	TROPICAL FRIO ( $< 8^{\circ}\text{C}$ ).
	TROPICAL TEMPLADO ( $8^{\circ}\text{e}$ a $18^{\circ}\text{e}$ ).
	TROPICAL CALIENTE ( $\geq 18^{\circ}\text{C}$ ).
	DURACION DEL PERIODO DE CRECIMIENTO (DMS).

**MAPA 3 - INVENTARIO CLIMATICO.**

Metodológicamente el período de crecimiento queda definido como el número de días durante el año en el cual la precipitación (P) excede a la mitad de la evapotranspiración potencial, más el período requerido para evapotranspirar 100 mm. de agua proveniente del exceso de precipitación (o menos si no es disponible) y almacenada en el perfil del suelo (25).

La metodología FAO (7), recomienda calcular la evapotranspiración potencial (ETP), mediante el método de Penman, pero debido a que este método tiene serias restricciones para su aplicación en México, ya que los datos de insolación real son muy escasos (1% de las estaciones) y de velocidad del viento prácticamente no existen. Lo anterior obliga a buscar otras alternativas y al parecer lo más cercano a la realidad es partiendo de la evaporación potencial (Ev) con la fórmula citada por Ortiz (24).

$$ETP = 0.8 Ev$$

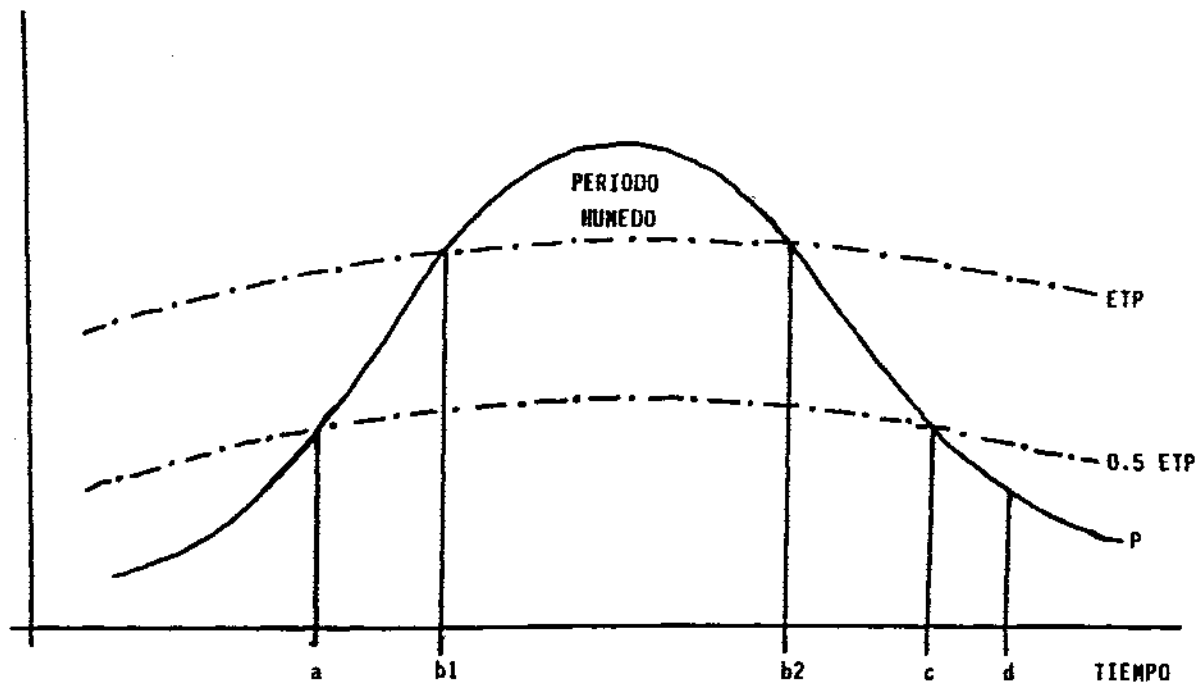
Puede establecerse entonces, que el período de crecimiento se basa en un balance de humedad simple, comparando la precipitación (P), con la evapotranspiración potencial (ETP), según lo anteriormente mencionado.

Otro aspecto importante fué el reevaluar el período de crecimiento con la temperatura, o sea que en cualquier intervalo de tiempo durante el cual existe disponibilidad de agua, si la temperatura media mínima mensual es menor de 6.5° C, se ópto por eliminar éste intervalo de tiempo del período de crecimiento, ya que como señala Ortiz (24), existen suficientes evidencias para establecer que a dichas temperaturas se presentarán al menos un día con heladas en nuestro país.

De esta forma, el período de crecimiento con temperaturas inferiores a 6.5° C., es restado al período con disponibilidad de agua como se ilustra a continuación:

[ 150 días ]	Período con disponibilidad de agua. = 150 días.
[ 30 días ]	Período con temp. menor a 6.5° C. = 30 días.
[ 120 días ]	Período de Crecimiento = 120 días.

**3.4.1.2.1. Etapas del período de crecimiento.** En la figura 2 (Pág. 27), se muestran las etapas que conforman el período de crecimiento, las cuales se describen a continuación (7) :



- a) INICIO DEL PERIODO DE CRECIMIENTO Y DE LA TEMPORADA DE LLUVIA.
- b1 y b2) INICIO Y FINAL DEL PERIODO HUMEDO.
- c) TERMINO DE LA TEMPORADA DE LLUVIA.
- d) TERMINO DEL PERIODO DE CRECIMIENTO.
- p) PRECIPITACION
- ETP) EVAPOTRANSPIRACION POTENCIAL.

Fig. 2 PERIODO DE CRECIMIENTO (FAO,1980).



A.- Inicio del período de crecimiento ( a ). Está basado en el inicio de la estación lluviosa, se define cuando  $P = 0.5 \text{ ETP}$  y se considera que ésta cantidad de agua es suficiente para la germinación de semillas de diferentes cultivos.

B.- Período húmedo ( b1 - b2 ) .- El período húmedo es el intervalo de tiempo en el cual la precipitación es mayor a la evapotranspiración potencial (  $P > \text{ETP}$  ). Cuando existe un período húmedo, no solamente se satisfacen las demandas de evapotranspiración de los cultivos a una máxima cobertura, sino también el déficit de humedad en el perfil del suelo. No siempre se presenta el período húmedo en la determinación del período de crecimiento.

C.- Término de la estación lluviosa ( c ). - La estación lluviosa termina cuando la  $P = 0.5 \text{ ETP}$ , después del período húmedo.

D.- Término del período de crecimiento ( d ).- Cuando existe período húmedo la terminación del período de crecimiento va más allá de la terminación de la estación lluviosa, ya que los cultivos frecuentemente maduran con las reservas de humedad almacenadas en el perfil del suelo.

Cuando no existe período húmedo, el término del período de crecimiento coincide con la terminación de la estación lluviosa.

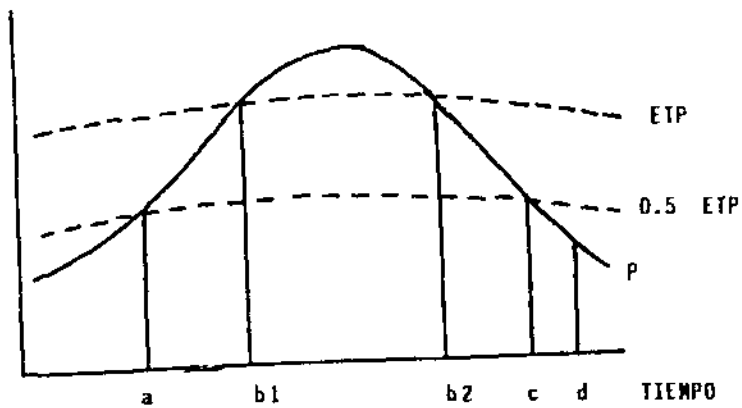
**3.4.1.2.2. Tipos de períodos de crecimiento.** Existen cuatro tipos de períodos de crecimiento, los cuales se representan en la figura No. 3 (Pág.29) cuyas definiciones son:

1) Estandar.- Un período de crecimiento estandar se define cuando existe un período húmedo.

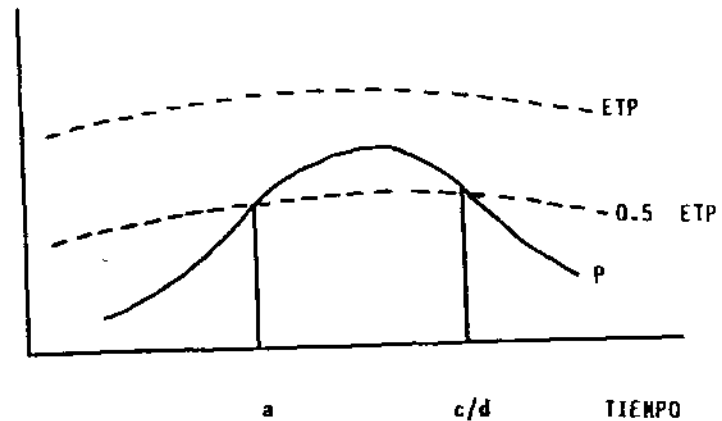
2) Intermedio.- Es aquel en donde la precipitación mensual a través del año no excede a la evapotranspiración potencial, pero si a la mitad de ésta, es decir, no tiene período húmedo.

3) Húmedo todo el año.- La precipitación mensual excede a la evapotranspiración potencial. También es común considerar al período de crecimiento húmedo todo el año como período normal de 365 días.

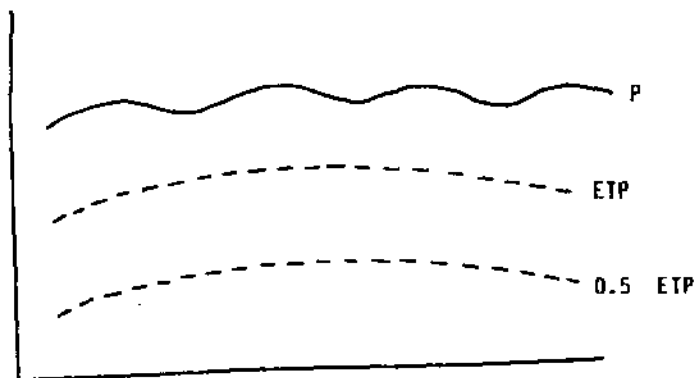
4) Seco todo el año.- La precipitación mensual excede a la evapotranspiración potencial. El número de días con condiciones adecuadas de humedad es en este caso de cero.



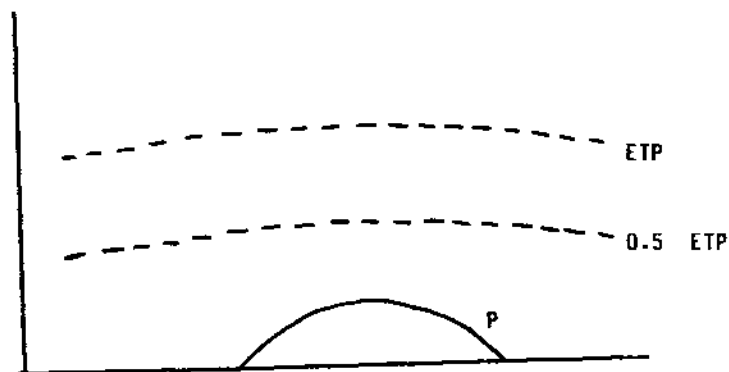
1.- PERIODO NORMAL



2.- PERIODO INTERMEDIO



3.- HUMEDO TODO EL AÑO



4.- SECO TODO EL AÑO

a) INICIO DEL TEMPORAL Y DEL PERIODO DE CRECIMIENTO.  
 b1 y b2) LIMITE DEL PERIODO.

c) TERMINO DEL TEMPORAL.  
 d) TERMINO DEL PERIODO DE CRECIMIENTO.

P) PRECIPITACION.  
 ETP) EVAPOTRANSPIRACION POTENCIAL.

Fig. 3 TIPOS DE PERIODO DE CRECIMIENTO (FAO, 1980).

**3.4.1.2.3. Estimación del período de crecimiento.**— Los períodos de crecimiento (PC), fueron obtenidos utilizando la metodología propuesta por Pájaro (26) y Ortiz (24), como alternativa a la falta de datos meteorológicos en nuestro país y particularmente en el estado de Jalisco, sobre todo de evapotranspiración potencial (ETP), dando la pauta para estimar los PC a partir de otras variables climatológicas disponibles. Cuando se cuenta con la información básica para el establecimiento del período de crecimiento se realizan los siguientes pasos :

a) Se grafican los valores mensuales de precipitación, evapotranspiración potencial (estimada a partir de  $ETP = 0.8 E_v$ ) y la mitad de la evapotranspiración potencial ( $0.5 ETP$ ), estableciéndose una curva para cada dato.

b) Se establece el inicio y término de los períodos de crecimiento de acuerdo a las normas indicadas y se define el tipo de período (estandar, intermedio, etc.).

c) Se determina la temperatura media o mínima del período menor a  $6.5^{\circ} C$ .

d) Se establece la duración del período de crecimiento, restando el número de días con temperaturas menores a  $6.5^{\circ} C$ , al número de días determinados con disponibilidad de humedad.

En el tabla No. 3 (Pág. 31), se muestra las 40 estaciones meteorológicas que fueron consideradas para realizar el análisis estadístico (correlacionar lluvia y períodos de crecimiento), en este caso solo se incluyeron estas estaciones porque son las que poseen los historiales más completos, las demás fueron eliminadas en este proceso, porque tenían grandes períodos sin información de precipitación; y al substituir la media calculada por los datos faltantes, la media anual se sobreestimaba o subestimaba, con respecto a la lluvia que realmente precipita anualmente y esto inducía una gran fuente de error y al correr la regresión múltiple para correlacionar la lluvia con los períodos de crecimiento, la  $R^2$  obtenida era muy baja, parámetro que indicaba la anomalía existente.

Como estimación complementaria también es importante calcular la lluvia que precipita en el período Junio-Octubre, en relación a la lluvia media anual precipitada, para de ésta manera poder generar un mapa de isolíneas de duración de períodos de crecimiento, tomando como parámetro la carta de isoyetas publicada por el INEGI (16), de todo este proceso se obtiene el MAPA No. 4 (Pág.32), para los períodos de crecimiento en el estado de Jalisco, además en base a este mapa, se generó el mapa No. 3 (Pág.25), trazando las isolíneas de períodos de crecimiento de 120,

TABLA No. 3 : RELACION DE ESTACIONES METEOROLOGICAS QUE SE UTILIZARON PARA CORRELACIONAR PERIODOS DE CRECIMIENTO Y LLUVIA

ESTACION METEOROLOGICA	LOCALIZACION			PTA (mm)	P.C. (dias)
	LATITUD	LONGITUD	ALTITUD (msnm)		
1.- AGOSTADERO	21° 22'	102° 20'	1,760	676.4	143
2.- AJOJUCAR	21° 34'	102° 26'	1,745	594.8	135
3.- ATENGUILLO	20° 24'	104° 30'	1,310	1,043.0	175
4.- ATEQUIZA	20° 24'	103° 08'	1,520	847.3	150
5.- BOLARIOS	21° 49'	103° 48'	910	555.1	104
6.- CALERA	21° 31'	102° 36'	1,905	591.1	134
7.- CHAPALA	20° 18'	103° 11'	1,523	820.3	153
8.- CHIHUATLAN	19° 14'	104° 35'	20	916.1	163
9.- COLOTLAN	20° 07'	103° 34'	1,665	718.4	135
10.- CUQUIO	20° 56'	103° 01'	1,799	856.0	151
11.- EL FUERTE	20° 18'	102° 46'	1,527	934.7	164
12.- ENCARNACION	21° 32'	102° 14'	1,848	560.0	110
13.- GUADALAJARA	20° 40'	103° 25'	1,583	901.6	156
14.- HUEJUCAR	22° 21'	103° 12'	1,865	551.2	112
15.- HUEJUQUILLA	22° 37'	103° 54'	1,750	734.1	129
16.- IXTLAHUACAN DEL RIO	20° 52'	103° 14'	1,650	867.7	150
17.- JESUS MARIA	20° 36'	102° 13'	2,100	900.5	174
18.- JUCHITLAN	20° 05'	104° 06'	1,237	621.8	147
19.- LA DESEMBOCADA	20° 44'	105° 09'	20	1,141.4	171
20.- MASCOTA	20° 32'	104° 48'	1,240	1,071.7	171
21.- PALO VERDE	20° 38'	102° 57'	1,739	875.7	150
22.- PURIFICACION	19° 43'	104° 36'	380	1,932.8	183
23.- QUITO	19° 31'	103° 25'	1,070	923.8	172
24.- QUITUPAN	19° 56'	102° 52'	1,593	838.0	177
25.- SAN BERNARDO	21° 38'	102° 24'	1,800	568.8	108
26.- SAN DIEGO	21° 00'	101° 59'	1,940	681.7	135
27.- SAN GASPAR	21° 17'	102° 30'	1,790	664.6	134
28.- SAN GREGORIO	19° 44'	103° 16'	1,845	1,326.2	162
29.- SAN JUANICO DE A.	21° 39'	102° 31'	1,800	604.2	108
30.- SAN MIGUEL EL ALTO	20° 59'	102° 24'	1,850	698.1	136
31.- SAN SEBASTIAN	20° 47'	104° 51'	1,400	1,405.1	183
32.- TAMAZULA	19° 40'	103° 14'	1,285	1,038.5	180
33.- TEOCALTICHE	21° 26'	102° 34'	1,750	650.6	133
34.- TOLIMAN	19° 36'	103° 55'	740	541.3	108
35.- TOMATLAN	19° 56'	105° 15'	35	851.6	160
36.- TOTATICHE	21° 56'	103° 27'	1,770	703.6	134
37.- TOTOTLAN	20° 32'	102° 48'	1,540	837.2	150
38.- VALLE DE GPE	21° 01'	102° 37'	1,820	813.8	153
39.- VILLA GUERRERRO	21° 59'	103° 36'	1,785	746.9	135
40.- VILLA OBREGON	21° 09'	102° 41'	1,870	605.8	141

$$PC = 27.3196 + 0.2055 (PTA) - 0.000066 (PTA)^2$$

Donde: P.C. : Período de Crecimiento

PTA : Precipitación Total Anual.

$$n = 40 \quad R^2 = 0.7483 ; \quad Fc = 55.0251$$



MAPA 4 - ISOLINEAS DE DURACION PERIODOS DE CRECIMIENTO.

- 100 - 110 DIAS.
- 110 - 120 DIAS.
- 120 - 130 DIAS.
- 130 - 140 DIAS.
- 140 - 150 DIAS.
- 150 - 160 DIAS.
- 160 - 170 DIAS.
- 170 - 180 DIAS.
- 180 - 190 DIAS.
- 190 - 200 DIAS.
- > 200 DIAS.

150, 165, 180 y 195 días respectivamente, por interpolación lineal, ya que la equidistancia entre isoyetas anuales es de 100 y 200 mm., no correspondiendo a los rangos que maneja la clasificación agroclimática para los cultivos.

De acuerdo a Pájaro (27), puede establecerse que los períodos de crecimiento óptimos para Jalisco, están comprendidos entre los 150 y 180 días, con esto se obtiene una perspectiva agronómica mucho más amplia para el manejo de variedades del cultivo en estudio.

### **3.4.1.3. Clasificación Agroclimática para el cultivo del sorgo.**

De acuerdo a la duración del período de crecimiento y para cada división climática, para diferentes cultivos bajo condiciones de temporal, definiendo las cuatro clases de aptitud y los dos niveles de inversión, dicha clasificación para el cultivo que nos ocupa se muestra en el cuadro No. 3 (Pág. 34).

En base a lo anterior se determina la clasificación agroclimática del estado para el cultivo del sorgo, con dos niveles de inversión, y cuatro clases de aptitud productiva y que se representa en el mapa No. 5 (Pág. 35).

### **3.4.2 INVENTARIO EDAFICO.**

Clasificar una zona en relación a sus condiciones climáticas no es suficiente, debido a que, puede suceder que los suelos en donde se desarrollan los cultivos no sean adecuados, ya sea por sus características físicas, químicas o por presentar problemas de drenaje y salinidad. Por estas razones, la FAO (5) considera complementariamente a los suelos, mediante la definición de un inventario edáfico.

### **FACTORES EDAFICOS UTILIZADOS PARA LA INTEGRACION DEL PLANO AGROECOLOGICO.**

En esta fase del trabajo, se termina con el uso de la información climática y se procede a utilizar las siguientes variables edáficas y topográficas: unidades de suelo, fases físicas, texturas y pendiente, las que por separado, calificarán la aptitud del cultivo para cada condición.

#### **3.4.2.1. Unidades de Suelo.**

En base a las unidades de suelo, que es un nivel ta-

CUADRO No. 3.- CLASIFICACION AGROCLIMATICA EN FUNCION DE LOS PERIODOS DE CRECIMIENTO PARA EL SORGO ( FAO 1980)  
( D I A S )

D.C. 1_/	N.I. 2_/	CLASES DE APTITUD 3_/						
		NA	mA	A	MA	A	mA	NA
T.C.	A	< 82	83-104	105-149	150-209	210-239	240-269	> 269
	B	< 90	90-119	120-149	150-209	210-239	240-269	> 269
T.T.	A	< 150	150-164	165-209	210-254	255-284	285-314	> 314
	B	< 150	150-164	165-209	210-254	255-284	285-314	> 314

1\_/ D.C. = DIVISION CLIMATICA : T.C. : TROPICAL CALIENTE.

T.T. : TROPICAL TEMPLADO.

2\_/ N.I. = NIVEL DE INVERSION: A : ALTO





B: BAJO

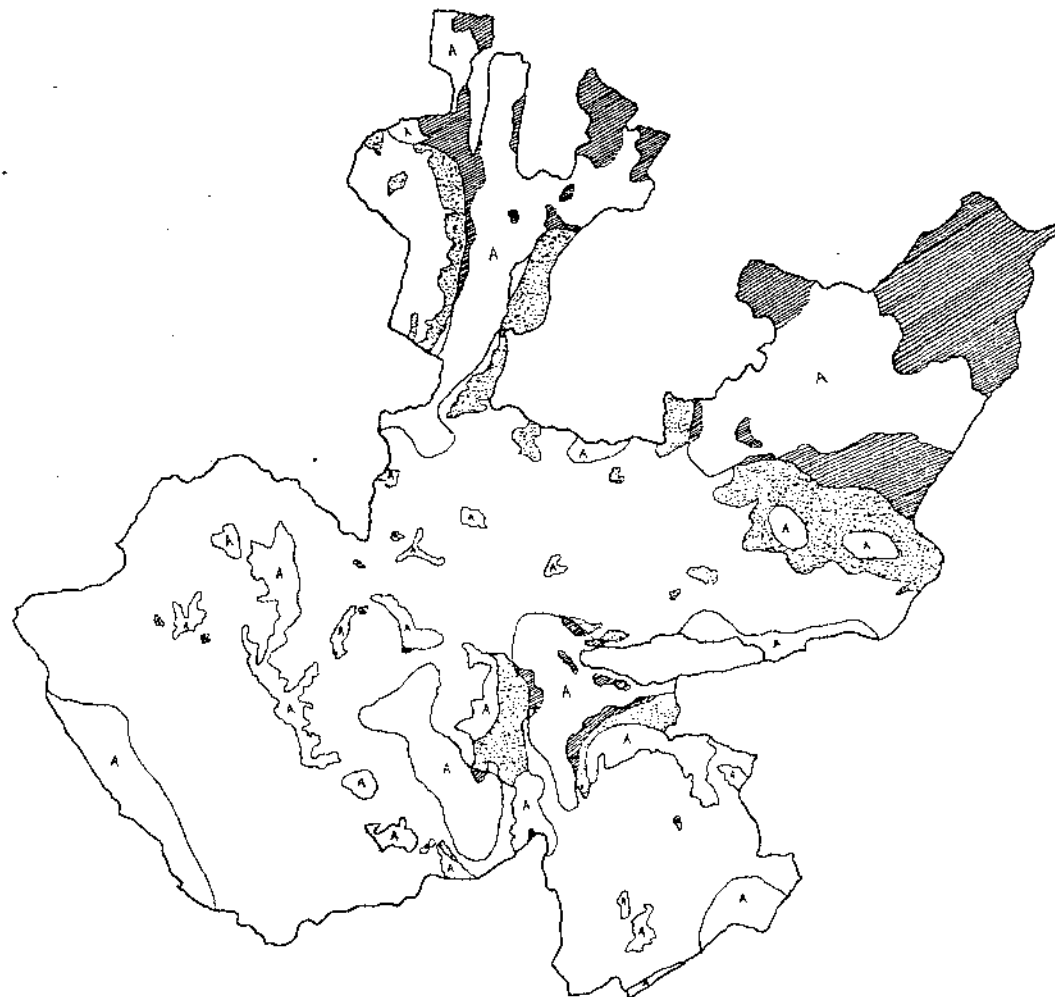
3\_/ CLASES DE APTITUD: MA : Muy Apto

A : Apto

mA : marginalmente apto

NA : No Apto

-  MUY APTA
-  APTA
-  MARGINALMENTE APTA
-  NO APTA.



MAPA 5 CLASIFICACION AGROCLIMATICA DE SORGO CON NIVEL DE INVERSION ALTO Y/O BAJO



xonómico de clasificación utilizado para caracterizar en forma muy general, a los terrenos, se modifica la zonificación climática, dando por resultado que la aptitud que se tenía: a) no se cambia, b) se degrade en una clase, c) temporalmente no sea apta, de acuerdo al resultado del manejo de las otras variables edáficas o d) bien, se elimine para la siembra del sorgo. El análisis se efectúa para los niveles de inversión, alto y bajo.

En este estudio, fué utilizado el mapa de edafología publicado por el INEGI, 1980 (15) a escala 1:1'000,000. En este mapa se representan unidades cartográficas que consisten generalmente de asociaciones de sub'unidades de suelo, también pueden considerarse como asociaciones de unidades individuales de suelos que ocurren dentro de los límites de unidades fisiográficas cartografiables. Estas a su vez reflejan tan precisamente, como es posible a los patrones de suelos de una gran región.

Cada unidad cartográfica está compuesta de un suelo dominante y de suelos asociados (unidades y sub'unidades). Cada uno de los suelos asociados ocupa al menos un 20% del área de la unidad cartográfica, si existen suelos que cubren menos del 20% del área de la unidad cartográfica se consideran como inclusiones, según Ortiz (24).

La denominación de las unidades de suelos y símbolos corresponden al sistema de clasificación FAO/UNESCO. En México de acuerdo con Flores citado por Ortiz (24) se encontraron 20 unidades y 57 sub'unidades, las cuales se enlistan en la tabla No. 4 (Pág. 37).

Las unidades cartográficas están representadas sobre el mapa por el símbolo del suelo dominante, seguido de un número que se refiere a la lista de suelos asociados impresa en el mapa, es decir se indican tanto los suelos asociados como las inclusiones. En la tabla No.5 (Pág.38) se definen las unidades de suelo y su característica principal. Y el plano base de unidades de suelo, lo representa el MAPA No. 6 (Pág. 39).

#### 3.4.2.1.1.- Calificación de las Unidades de Suelo.

Los suelos actúan como modificadores de la aptitud climática, de acuerdo al grado en que reúnan los requerimientos de los cultivos.

Sys y Riquier citados por Ortiz (24), realizaron una evaluación para cada unidad de suelos de acuerdo al Sistema FAO/UNESCO, por cultivo y nivel de inversión; calificando a los suelos S1 sino existe ninguna restricción, es decir la clasificación agroclimática permanece; S2 si existe una restricción moderada, ésto es, provoca que la

TABLA No. 4.- UNIDADES Y SUB-UNIDADES DE SUELOS SEGUN CLASIFICACION  
FAO/UNESCO 1970

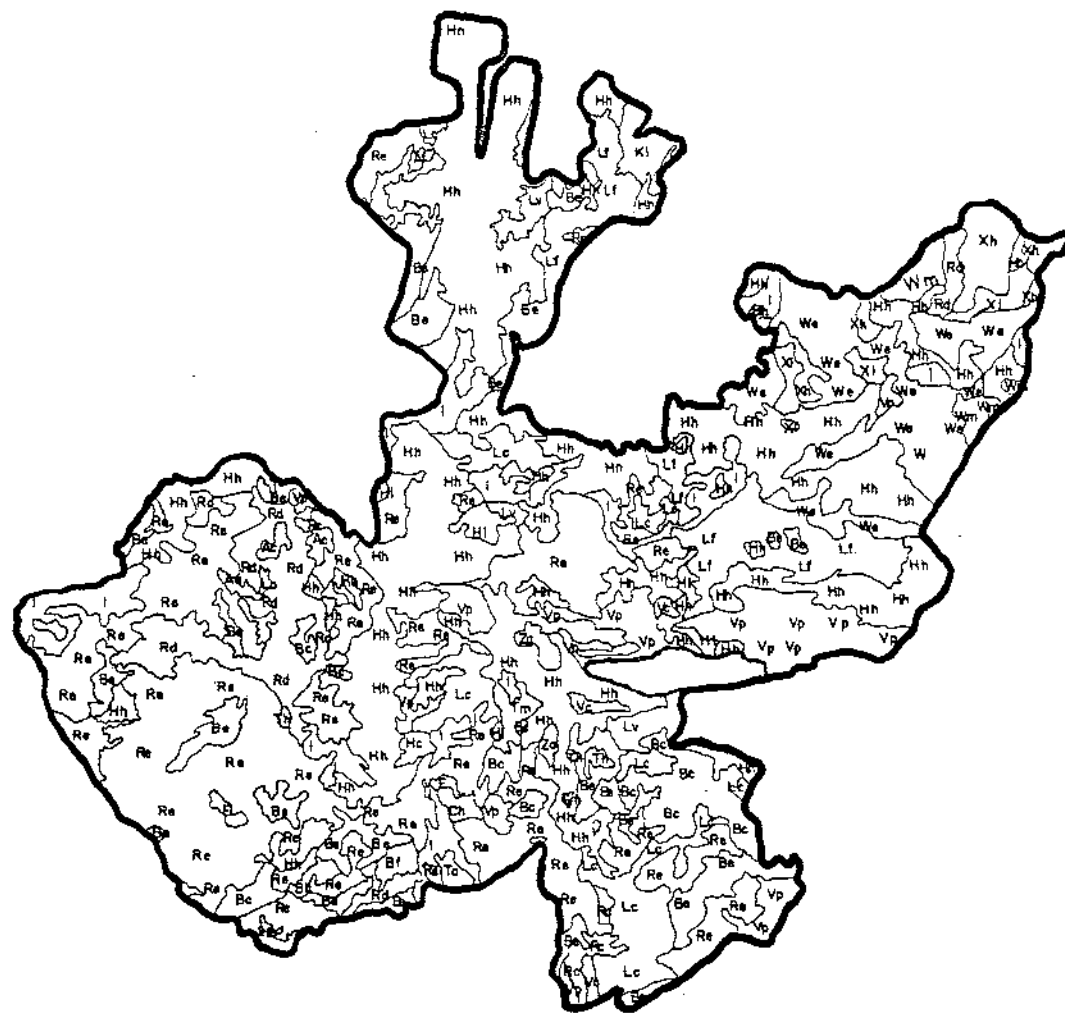
J	FLUVISOLES	R	REGOSOLES	V	VERTISOLES
Je	F. eútricos	Re	R. eútricos	Vp	V. pélicos
Jd	F. dístricos	Rc	R. calcáricos	Vc	V. crómicos
G	GLEYSOLES	B	CAMBISOLES	P	PODZOLES
Ge	G. eútricos	Be	C. eútricos	Po	P. órticos
Gc	G. calcáricos	Bd	C. dístricos	Pi	P. lépticos
Gm	G. mólicos	Bh	C. húmicos	W	PLANOSOLES
Gh	G. húmicos	Bk	C. calcáricos	We	P. eútricos
Gp	G. plínticos	Bc	C. crómicos	Wd	P. dístricos
I	LITOSOLES	L	LUVISOLES	Y	VERMOSOLES
E	RENDZINAS	Lo	L. órticos	Yh	Y. háplicos
Z	SOLONCHAKS	Lc	L. crómicos	Yk	Y. calcáricos
Zo	S. órticos	Lf	L. férricos	Yl	Y. lúvicos
Zg	S. gléyicos	Lp	L. plínticos	X	XEROSOLES
S	SOLONETZ	Lg	L. gléyicos	Xh	X. háplicos
So	S. órticos	T	ANDOSOLES	Xc	X. calcáricos
Sg	S. gléyicos	To	A. ócricos	Xl	X. lúvicos
K	CASTANZEMES	Tm	A. mólicos	A	ACRISOLES
Kh	C. háplicos	Th	A. húmicos	Ao	A. órticos
Kk	C. calcáricos	Tv	A. vítricos	Af	A. férricos
Kl	C. lúvicos	H	FAEOZEMES	Ap	A. plínticos
N	NITOSOLES	Hh	F. háplicos	Ag	A. gléyicos
Ne	N. eútricos	Hl	F. lúvicos	O	HISTOSOLES
Nd	N. dístricos	Oe	H. eútricos	Od	H. dístricos

TABLA No. 5.- UNIDADES CARTOGRAFICAS DE SUELOS, CLASIFICACION FAO/UNESCO

UNIDADES DE SUELOS	DESCRIPCION CUALITATIVA
( J ) FLUVISOLES	Suelos depositados por el agua, con pocas modificaciones.
( R ) REGOSOLES	Suelos delgados sobre materiales no consolidados.
( Q ) ARENSOLES	Suelos formados con arena.
( G ) GLEYSOLES	Horizontes moteados o reducidos debido a la humedad.
( E ) RENDZINAS	Suelos poco profundos sobre piedra caliza.
( U ) RANKERS	Suelos delgados sobre material silicio.
( T ) ANDOSOLES	Cenizas volcánicas con superficies oscuras.
( V ) VERTISOLES	Suelos que se agrietan con altos contenidos de arcilla mortmorillonítica.
( Y ) YERMO SOLES	Suelos desérticos.
( X ) XEROSOLES	Suelos secos de regiones semiáridas.
( Z ) SOLONCHAKS	Suelos con acumulación de sales solubles.
( S ) SOLONETZ	Suelos con alto contenido de sodio.
( W ) PLANOSOLES	Suelos con contacto brusco entre horizontes A y B.
( K ) CASTAÑOZEMS	Suelos con color superficial de castaña, con vegetación esteparia.
( C ) CHERNOZEMS	Suelos con superficie negra, alto contenido de humus y bajo vegetación de praderas.
( H ) FEOZEMS	Suelos con superficie oscura, más lixiviada que los castañozems y chernozems.
( B ) CAMBISOLES	Suelos de color claro, con cambio de estructura o consistencia debido a intemperización.
( L ) LUVISOLES	Suelos de contenido mediano a alto de bases, con horizontes arcillosos.
( D ) PODZOLUVISOLES	Suelos con horizontes lixiviados que penetran un horizonte B arcillosos.
( P ) PODZOLES	Suelos con horizontes aluviales con color claro y acumu-
( A ) ACRISOLES	Suelos sumamente intemperizados con horizontes arcillosos.
( N ) NITOSOLES	Baja capacidad de intercambio catiónico en los horizontes arcillosos.
( F ) FERRALSOLES	Suelos con arcilla rica en sesquioxidos.
( O ) HISTOSOLES	Suelos orgánicos.
( I ) LITOSOLES	Suelos poco profundos sobre roca dura.

## UNIDADES DE SUELOS

Af\_ ACRISOL FERRICO.  
 Ao\_ ACRISOL ORTICO.  
 Bc\_ CAMBISOL CROMICO.  
 Be\_ CAMBISOL EUTRICO.  
 Bf\_ CAMBISOL FERRALICO.  
 Bh\_ CAMBISOL HUMICO.  
 Bk\_ CAMBISOL CALCICO.  
 Ch\_ CHERNOZEM HAPLICO.  
 E\_ RENZINA.  
 Gm\_ GLEYSOL MOLICO.  
 Hc\_ FEOZEM CALCARICO.  
 Hh\_ FEOZEM HAPLICO.  
 Hi\_ FEOZEM LUVICO.  
 I\_ LITOSOL.  
 Ki\_ CASTANOZEM LUVICO.  
 Lc\_ LUVISOL CROMICO.  
 Lf\_ LUVISOL FERRICO.  
 Lo\_ LUVISOL ORTICO.  
 Lv\_ LUVISOL VERTICO.  
 Rc\_ REGOSOL CALCARICO.  
 Rd\_ REGOSOL DISTRICO.  
 Re\_ REGOSOL EUTRICO.  
 Tm\_ ANDOSOL MOLICO.  
 Th\_ ANDOSOL HUMICO.  
 To\_ ANDOSOL OPTICO.  
 Vc\_ VERTISOL CROMICO.  
 Vp\_ VERTISOL PELICO.  
 We\_ PLANOSOL EUTRICO.  
 Wm\_ PLANOSOL MOLICO.  
 Xh\_ XEROSOL HAPLICO.  
 Xk\_ XEROSOL CALCICO.  
 Xi\_ XEROSOL LUVICO.  
 Zg\_ SOLONCHAK GLEYICO.  
 Zo\_ SOLONCHAK ORTICO.



MAPA 6 UNIDADES DE SUELO (Plano - Base).

clasificación agroclimática se degrade en una clase y N1 y N2 si no es apta por el suelo para la producción de dicho cultivo ( N1 no es apta actualmente y N2 no es apta permanentemente ). En el cuadro No.4 (Pág.41) se muestran las calificaciones de las unidades del suelo, para el cultivo del sorgo.

El criterio, con el cual se evalúa al recurso suelo es de la forma siguiente:

A) Si se califica con S1, la clasificación agroclimática se mantiene.

B) Si se califica con S2, la clasificación agroclimática se reduce una clase, de tal manera, si la zona es más apta ( MA ) climáticamente y el suelo es S2, entonces es degradada en una clase quedando como apta ( A ).

C) Si se califica con N, suelo no adecuado, entonces, independientemente de la clasificación agroclimática es considerada como área no apta ( NA ).

De acuerdo a lo anterior, se obtuvo el MAPA No. 7 (Pág. 42), que muestra la calificación de las unidades de suelo, para el sorgo con nivel de inversión alto, y en base a éste, se genera el MAPA No. 8 (Pág.43), que modifica la clasificación agroclimática. También, se obtiene el MAPA No. 9 (Pág.44), que califica a las unidades del suelo para el cultivo de sorgo con nivel de inversión bajo, el cual a su vez genera el MAPA No. 10 (Pág.45), que representa la modificación que sufre la clasificación agroclimática para el sorgo con ese nivel de inversión.

#### **3.4.2.2. Fases Físicas del Suelo.**

Las fases son subdivisiones de las unidades del suelo, basadas en las características que son significativas desde el punto de vista del uso o aprovechamiento del suelo, pero no son de diagnóstico para la separación de las propias unidades. Las fases reconocidas en el mapa mundial de suelos son: pedregosa, lítica, pétrica, petrocálcica, petrogipsica, petroférrica, freática, con duripán, salina y cerrado. Las características principales se describen en en la tabla No. 6 (Pág. 46), realizado por Flores citado por Ortiz (24).

El plano base de las fases físicas del suelo, se obtiene también, de la carta de clasificación de suelos FAO/UNESCO, editada por INEGI (15), Escala 1:1'000,000, y está representado en el MAPA No. 11 (Pág. 47).

CUADRO No. 4.- CALIFICACION DE LAS UNIDADES DE SUELOS PARA EL CULTIVO DEL SORGO BAJO CONDICIONES DE SECANO, ( FAO 1980 )

UNIDAD DE SUELO	NIVEL INVERSION		UNIDAD DE SUELO	NIVEL INVERSION		UNIDAD DE SUELO	NIVEL INVERSION	
	BAJO	ALTO		BAJO	ALTO		BAJO	ALTO
G	N2	N2	So	N2	N2	Lf	S2	S1/S2
Re	S1	S1	Sm	S2/N2	S2/N2	La	S2	S1
Rc	S1	S1	Sg	N2	N1/N2	Lp	S2/N2	S2/N2
Rd	S2	S1	Y	N2	N2	Lg	S2/N2	S2/N1
Rx	N2	N2	Xh	S1	S1	We	S2	S2
I	N2	N2	Xk	S1	S1	Wd	S2/N2	S2/N1
Qc	S2	S2	Xy	S2/N2	S2/N2	Wm	S2	S2
Q1	S2	S2	X1	S1	S1	Wh	S2	S2/N1
Qf	S2/N2	S2/N2	Hh	S1	S1	Ws	N2	N1/N2
Qa	N2	N2	Hc	S1	S1	Wx	N2	N2
E	S2	S2	H1	S1	S1	Kh	S1	S1
U	N2	N2	Hg	S2/N2	S2/N1	Kk	S1	S1
To	S1	S1	Be	S1	S1	K1	S1	S1
Tm	S1	S1	Bd	S2	S1	Ao	S2	S1
Th	S1	S1	Bh	S2	S1	Af	S2	S1
Tv	S2/N2	S2/N2	Rg	S1	S1	Ah	S2	S1
Vp	S2/N2	S1	Bx	N2	N2	Ap	S2/N2	S1/N2
Vc	S2/N2	S1	Bk	S1	S1	Ag	N2	N1
Zo	N2	N1/N2	Bc	S1	S1	Ne	S1	S1
Zm	N2	N1/N2	Bv	S2	S1	Nd	S2	S1
Zt	N2	N2	Bf	S2	S1/S2	Nh	S2	S1
Zg	N2	N2	Lo	S1	S1	Fo	S2	S1/S2
Qe	N2	N1/N2	Lc	S1	S1	Fx	S2	S1/S2
Qd	N2	N1/N2	Lk	S1	S1	Fr	S2	S1
Qx	N2	N2	Lv	S2	S1	Fh	S2	S1
						Fa	N2	S2
						Fp	S2/N2	S2/N2

NOTA: S1 : Sin limitaciones

S2 : Con alguna limitante degrada una clase la clasificación agroclimática.

N1 ó N2 : No apta.

- NO SE DEGRADA
- SE DEGRADA UNA CLASE
- NO APTA



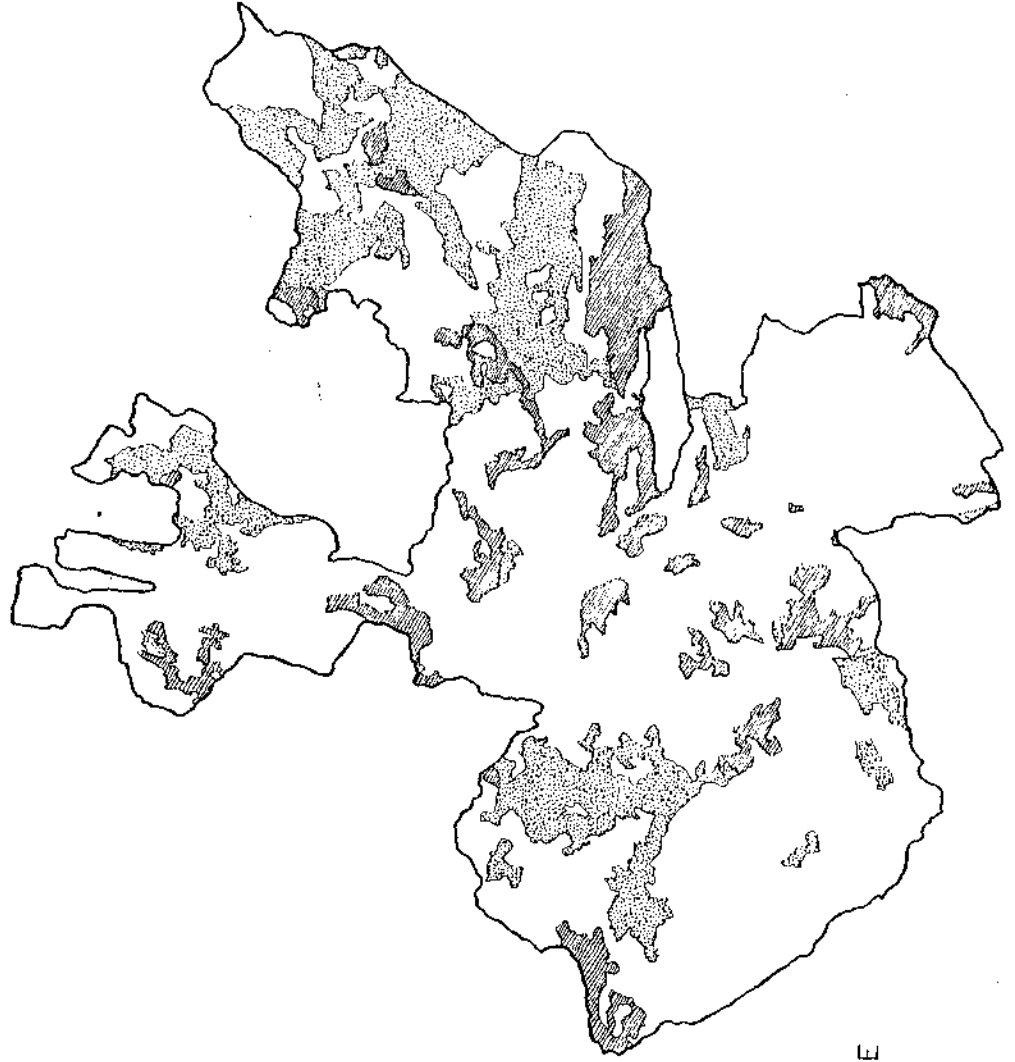
MAPA 7 - CALIFICACION DE SUELOS PARA SORGO NIVEL DE INVERSION ALTO.

- MUY APTA.
- ▣ APTA.
- ▤ MARGINALMENTE APTA.
- ▥ NO APTA.







**MAPA 8** MODIFICACION DE LA CLASIFICACION AGROCLIMATICA POR UNIDADES DE SUELO PARA SORGO DE NIVEL DE INVERSION ALTO.





- NO SE DEGRADA
- ▨ SE DEGRADA UNA CLASE
- ▩ NO APTA

MAPA 9 CALIFICACION DE SUELOS PARA SORGO DE NIVEL DE INVERSION BAJO

-  MUY APTA
-  APTA
-  MARGINALMENTE APTA
-  NO APTA



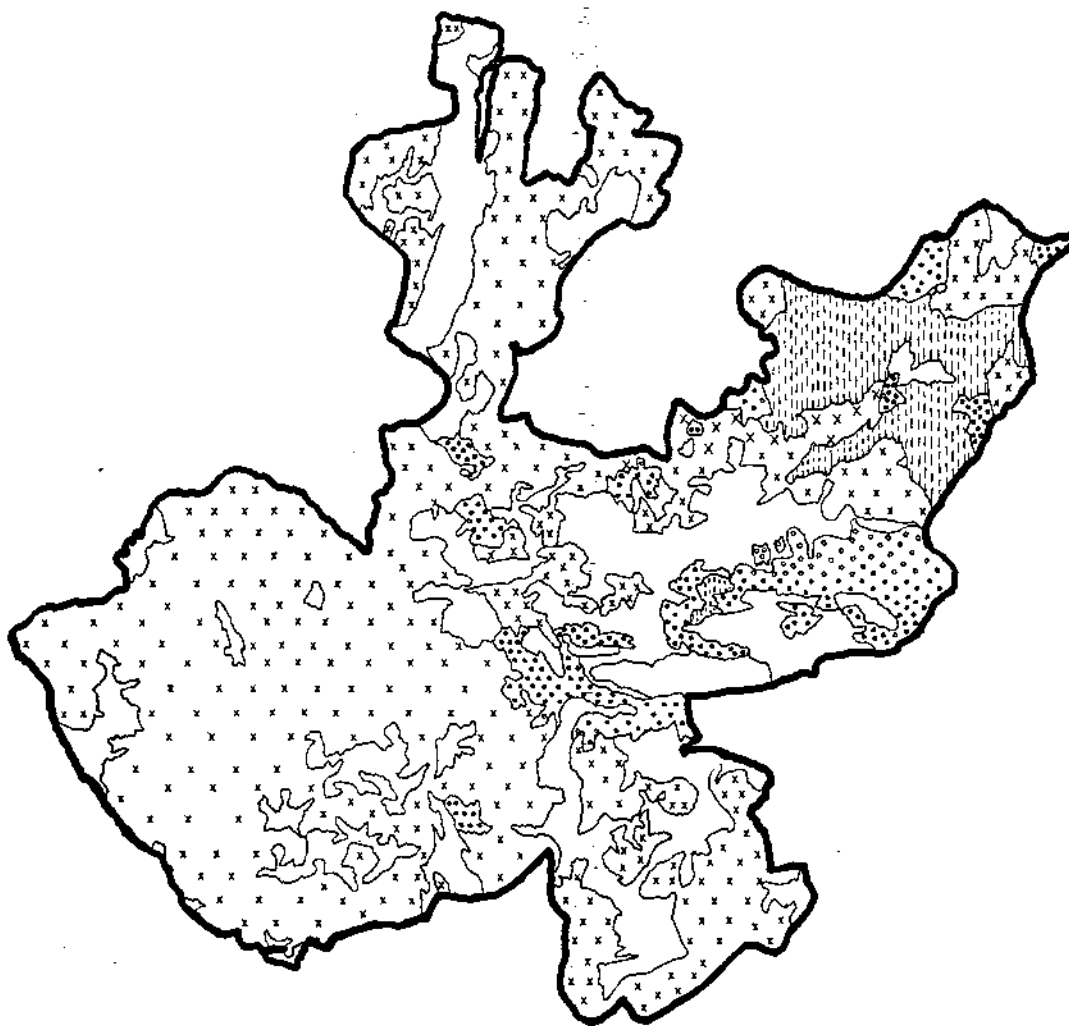
MAPA 10 MODIFICACION DE LA CLASIFICACION AGROCLIMATICA POR SUELOS PARA SORGO CON NIVEL DE INVERSION BAJO.

TABLA No. 6.- DESCRIPCION DE FASES FISICAS ( Ortiz, 1987 )

F A S E	D E S C R I P C I O N
PEDREGOSA O GRAVOSA	Zonas con fragmentos rocosos o consolidados. Si tienen diámetros menores o iguales a 7.5 cm. son denominados gravas, más grandes se denominan piedras o guijarros. Normalmente se pueden utilizar herramientas manuales o equipos mecánicos simples, en estas áreas.
L I T I C A	Se usa cuando se presenta roca continua dura y coherente dentro de una profundidad de 50 cm. a partir de la superficie.
PETRICA	Suelos que muestran una capa que consta del 60% o más; en volumen, de concreciones oxidicas con otros fragmentos gruesos o de plintita endurecida o piedra ferroginosa con un espesor de 25 cm. por lo menos, cuya parte superior se presenta dentro de una profundidad de 100 cm. a partir de la sup.
PETROCALCICA	Suelos en los que la parte superior de un horizonte petrocálcico se presenta dentro de una profundidad de 100 cm. a partir de la superficie.
PETROGIPSICA	Suelos en los que la parte superior de un horizonte petrogípsico se presenta dentro de una profundidad de 100 cm.
PETROFERRICA	Suelos en los cuales la parte superior de un horizonte petroférico se presenta dentro de una profundidad de 100 cm.
FREATICA	Suelos que tienen una capa freática entre 2 y 3 m. a partir de la superficie.
FRAGIPAN	Suelos que tienen un fragipán cuya parte superior se presenta dentro de una profundidad de 100 cm. a partir de la sup.
DURICA	Suelos que tienen un duripán, cuya parte superior se presenta dentro de una profundidad de 100 cm. a partir de la sup.
S A L I N A	Suelos que en algún horizonte, dentro de una profundidad de 100 cm. a partir de la superficie, muestra valores de la conductividad eléctrica del extracto de saturación mayores de 4 mmhos/cm. a 25°C.
ALCALINA (SODICA)	Suelos que tienen más del 6% de saturación con sodio intercambiable en algún horizonte, dentro de una profundidad de 100 cm. a partir de la superficie.
CERRADO	Es un nombre brasileño para designar llanuras de campo abierto de las sabanas tropicales, con vegetación compuesta de gramíneas altas y árboles de bajo porte, que están muy extendidas en el centro del Brasil.

SIMBOLOGIA...

-  DURICA.
-  PEDREGOSA.
-  GRAVOSA.
-  LITICA.
-  SIN FASE.



MAPA 11 - FASES FISICAS DEL SUELO (Plano Base)

### 3.4.2.2.1. Calificación por fases.

Para evaluar las fases de suelos presentes, se sigue un procedimiento similar al de las unidades de suelos, por lo tanto cada fase se califica de acuerdo al cultivo y nivel de inversión (ver Cuadro No. 5, Pág. 49). Las clasificaciones son 0, -1, y N; cero cuando la fase no representa una limitación para el desarrollo del cultivo, y por lo tanto la clasificación agroclimática permanece ; menos uno cuando presenta limitaciones y la clase se degrada una categoría, y; N (N1 y N2), cuando por la fase la zona es considerada como no apta para la producción del cultivo bajo estudio.

También en algunas fases se reportan dos calificaciones; 0/-1 y -1/N ó -1/N2, los criterios de aplicación son los mismos que se mencionaron para con las unidades de suelo, de ésta manera las clases muy aptas (MA), aptas (A) y marginalmente aptas (mA) en la clasificación agroclimática se conservarán o decrecerán en base a las normas anteriormente establecidas.

De acuerdo a los criterios aplicados, se obtiene el MAPA No. 12 (Pág.50), que califica las fases físicas del suelo, para sorgo con nivel de inversión alto, que genera el MAPA No. 13 (Pág.51), que muestra la modificación que sufre la clasificación agroclimática para el sorgo a ese nivel de inversión.

En cuanto al sorgo con nivel de inversión bajo, se obtiene el MAPA No. 14 (Pág.52), que califica las fases físicas del suelo para el sorgo con ese nivel de inversión, que a su vez genera el MAPA No. 15 (Pág. 53), que representa la modificación que sufre la clasificación agroclimática.

### 3.4.2.3. Texturas del Suelo

En relación a las clases texturales el sistema FAO/UNESCO reconoce tres, y se representan mediante un número en el mapa Edafológico publicado por el INEGI (15) para el Estado de la manera siguiente (Ver MAPA No 16, Pág.54):

C L A S E :	INCLUYE LAS TEXTURAS SIGUIENTE :
1. Textura Gruesa	Arenas, arenosos, francos y franco-arenosos con menos del 18 % de arcilla.
2. Textura Media	Franco arenoso, Francos, franco-

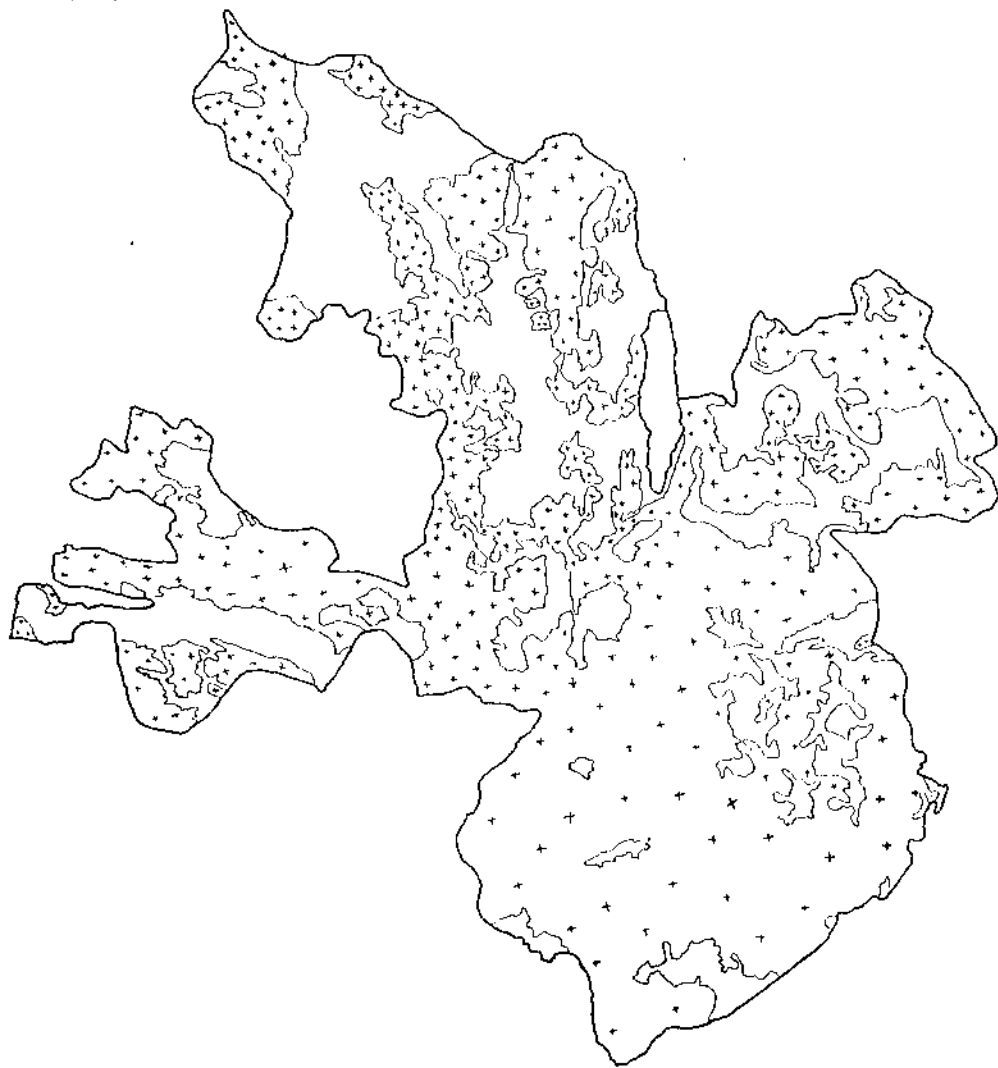
CUADRO No. 5.- MODIFICACIONES POR FASE PARA EL  
CULTIVO DE SORGO EN CONDICIONES DE SECANO  
( FAO, 1980)

F A S E	NIVEL DE INVERSION	
	B A J O	A L T O
PEDREGOSA	-1	N2
G R A V O S A	-1	N2
L I T I C A	-1	N2
P E T R I C A	0	0
P E T R O C A L C I C A	0 / -1	-1 / N2
P E T R O G Y P S I C A	0 / -1	-1 / N2
P E T R O F E R R I C A	0 / -1	-1 / N2
F R E A T I C A	0	0
F R A G I P A N	0 / -1	0 / -1
D U R I C A	0 / -1	0 / -1
S A L I N A	-1 / N2	-1 / N1
S O D I C A	0 / -1	0 / -1

NOTA: 0 : Sin limitaciones.

- 1 : presenta limitaciones y la clase  
agroclimática será degradada una categoría.

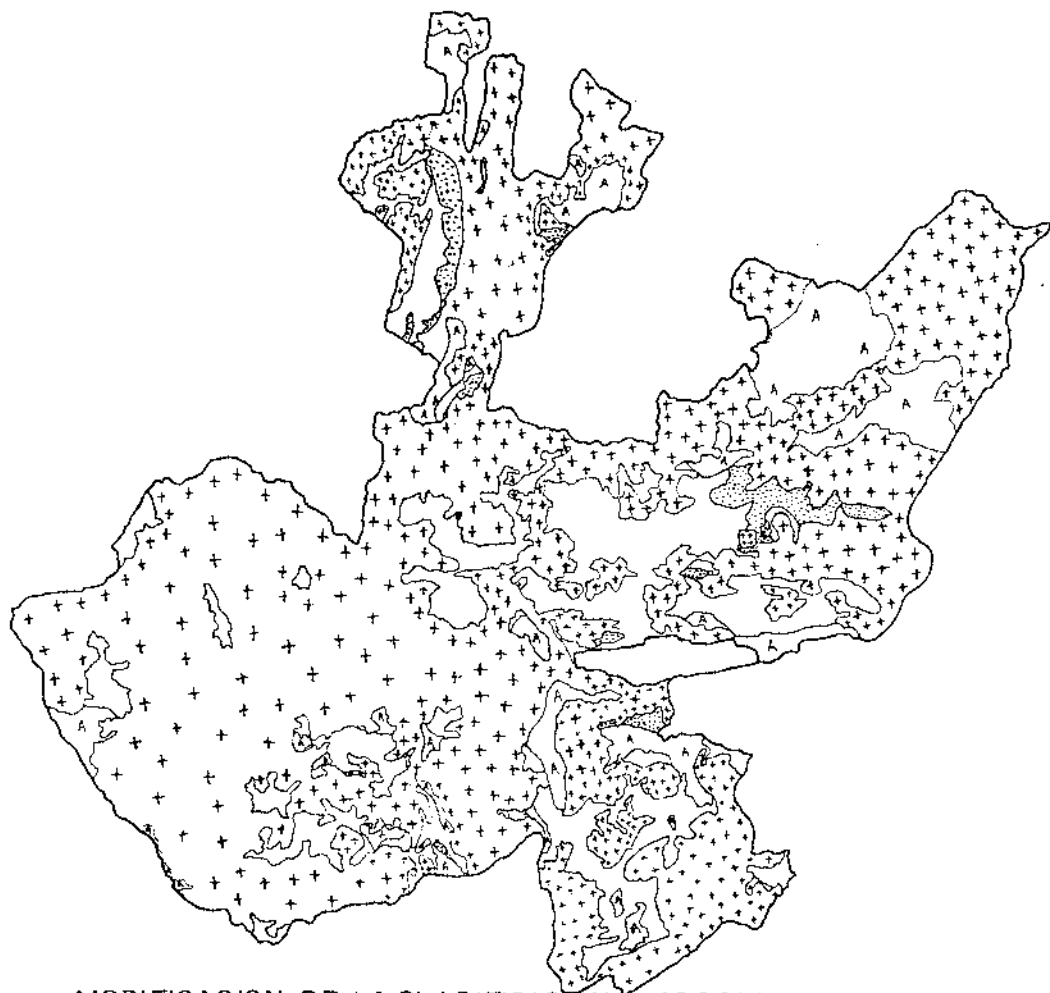
N1 y N2 : No apta.



□ SIN LIMITACIONES  
▣ NO APTA

MAPA 12 CALIFICACION DE FASES DEL SUELO PARA SORGO  
NIVEL DE INVERSION ALTO

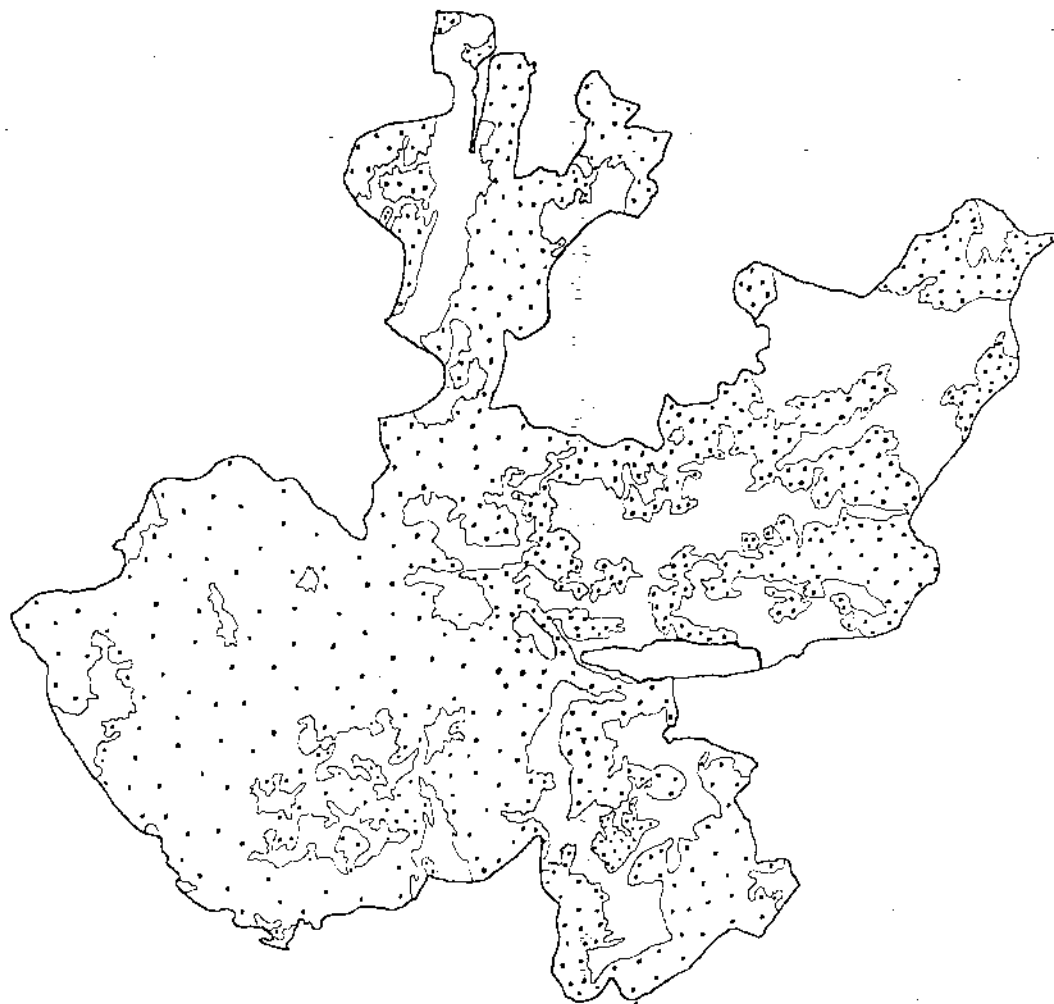
- MUY APTA
- A APTA
- MARGINALMENTE APTA
- NO APTA



MODIFICACION DE LA CLASIFICACION AGROCLIMATICA POR FASES FISICAS DEL SUELO PARA SORGO CON NIVEL DE INVERSION ALTO.



- NO SE DEGRADA  
▣ SE DEGRADA UNA CLASE



**MAPA 14** — CALIFICACION DE FASES DEL SORGO  
NIVEL DE INVERSION BAJO

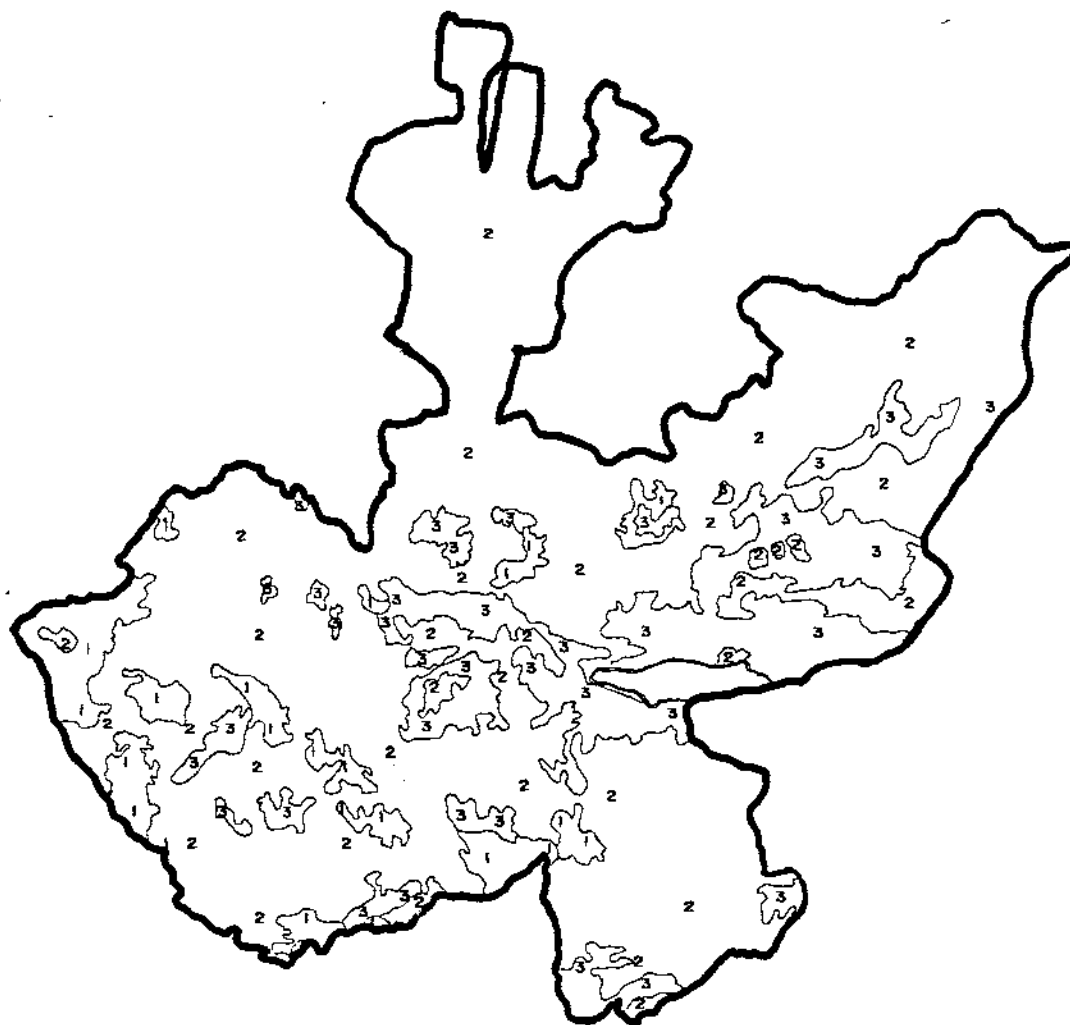
- MUY APTA
- ▣ APTA
- ▤ MARGINALMENTE APTA
- ▥ NO APTA



MAPA 15 MODIFICACION DE CLASIFICACION AGROCLIMATICA POR FASES DEL SUELO PARA SORGO CON NIVEL DE INVERSION BAJO.

SIMBOLOGIA  
TEXTURA DE SUELOS

- 1 — GRUESA  
2 — MEDIANA  
3 — FINA



MAPA 16 - TEXTURAS. (Plano Base)

arcillo-arenoso, franco limoso, limosos, franco arcillo limoso y arcillo limosos con menos del 35% arcilla y menos del 65% de arena; la fracción arena puede llegar hasta el 82% si presenta un mínimo de 18% de arcilla.

### 3. Textura Fina

Arcillas, arcilloso limoso, arcilla arenosa, franco arcillosos y franco arcilloso limosos con más del 35% arcilla.

La clase textural es asignada para el suelo que predomina en cada asociación de suelos, y se refiere a la textura de los 30 cm. superiores del suelo, que son los que tienen importancia para el cultivo y para la retención de agua.

#### 3.4.2.3.1. Calificación por texturas.

Las modificaciones por textura se basan en las siguientes reglas:

Todas las calificaciones de los suelos con clase de textura 1 (gruesa), decrecen una categoría, excepto para las unidades de suelos : Oc, Al, Ox, O, Tu, Po, Pl, Pf, Ph, P, y Fx, las cuales permanecen sin cambio ya que las limitaciones de la textura ligera han sido consideradas en la calificación de la unidad de suelos. Todas las calificaciones de suelos con clases de textura 2 y 3 (media y fina) permanecen sin cambio. Lo anterior significa que la clasificación agroclimática con estas dos últimas clases no se degrada.

Tomando como base la anterior, se obtiene el MAPA N<sup>o</sup> 17 (Pág.56), que califica las texturas del suelo para el sorgo, con los dos niveles de inversión, cabe aclarar que solo se obtiene una calificación para los dos niveles de inversión, ya que no varían según la metodología.

Y por lo tanto, también se obtiene una sola modificación de la clasificación agroclimática para los dos niveles de inversión, y se representa el MAPA N<sup>o</sup> 18 (Pág.57).

#### 3.4.2.4. Clases de Pendientes

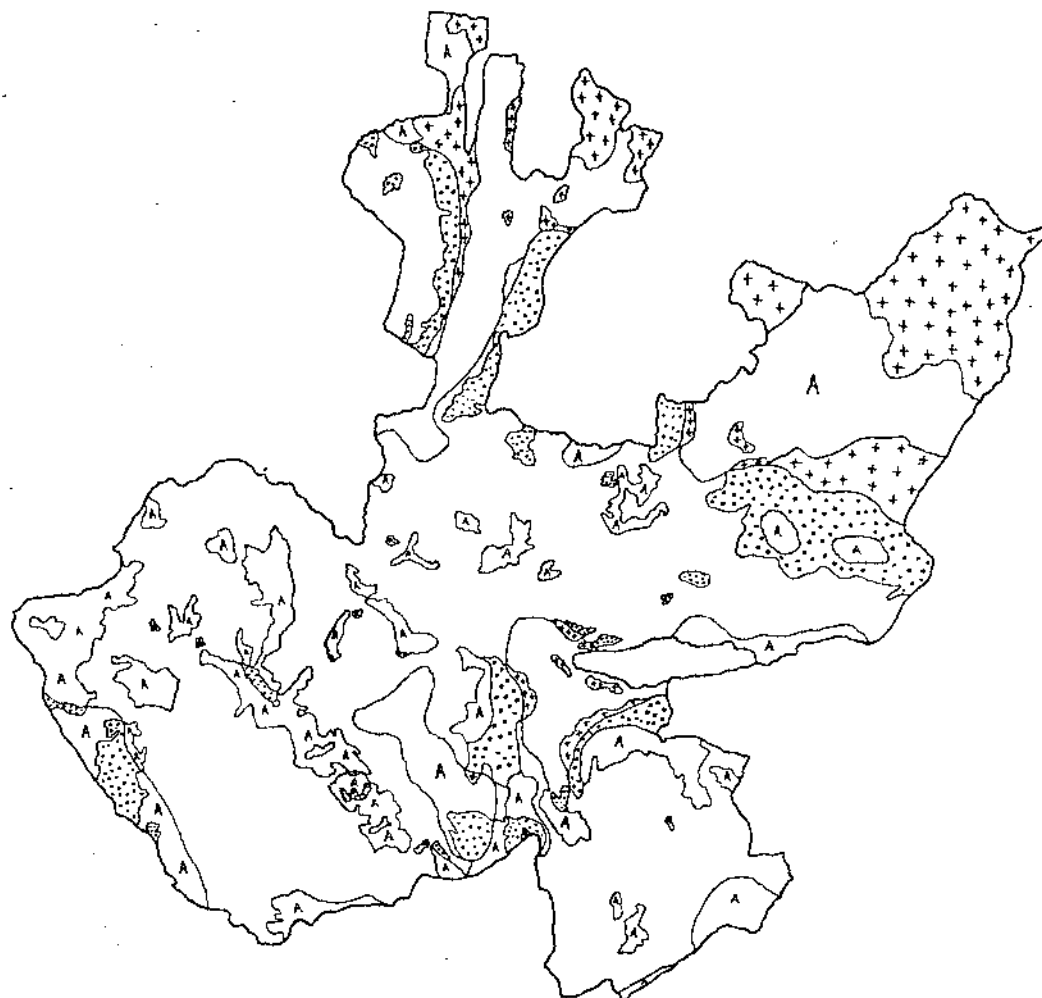
La pendiente es el elemento componente de la superficie del terreno, que tiene influencia sobre el drenaje, escorrentía, erosión, exposición, accesibilidad.

- NO SE DEGRADA  
▨ SE DEGRADA UNA CLASE



**MAPA 17** CALIFICACION DE TEXTURAS PARA SORGO CON  
NIVEL DE INVERSION ALTO y/o BAJO

- MUY APTA
- ▣ A
- ▤ MARGINALMENTE APTA
- ▥ NO APTA



MAPA 18

MODIFICACION DE LA CLASIFICACION AGRO-CLIMATICA POR TEXTURAS PARA SORGO CON NIVEL DE INVERSION ALTO Y/O BAJO

Las clases de pendientes se refieren a la inclinación que predomina en la zona que comprende una asociación de suelos.

Se distinguen 3 clases de pendientes indicadas en la Carta Edafológica (15) con las letras a, b, y c, las cuales se describen a continuación:

Clases de Pendiente	DESCRIPCION
<u>a</u>	Horizontal a suavemente ondulada, las pendientes dominantes varían entre 0 y 8%.
<u>b</u>	Fuertemente ondulado o colinado; las pendientes dominantes varían entre 8 y 30%.
<u>c</u>	Empinadamente socavado o montañoso; las pendientes dominantes están por encima del 30%.

#### 3.4.2.4.1. Modificaciones por Pendientes

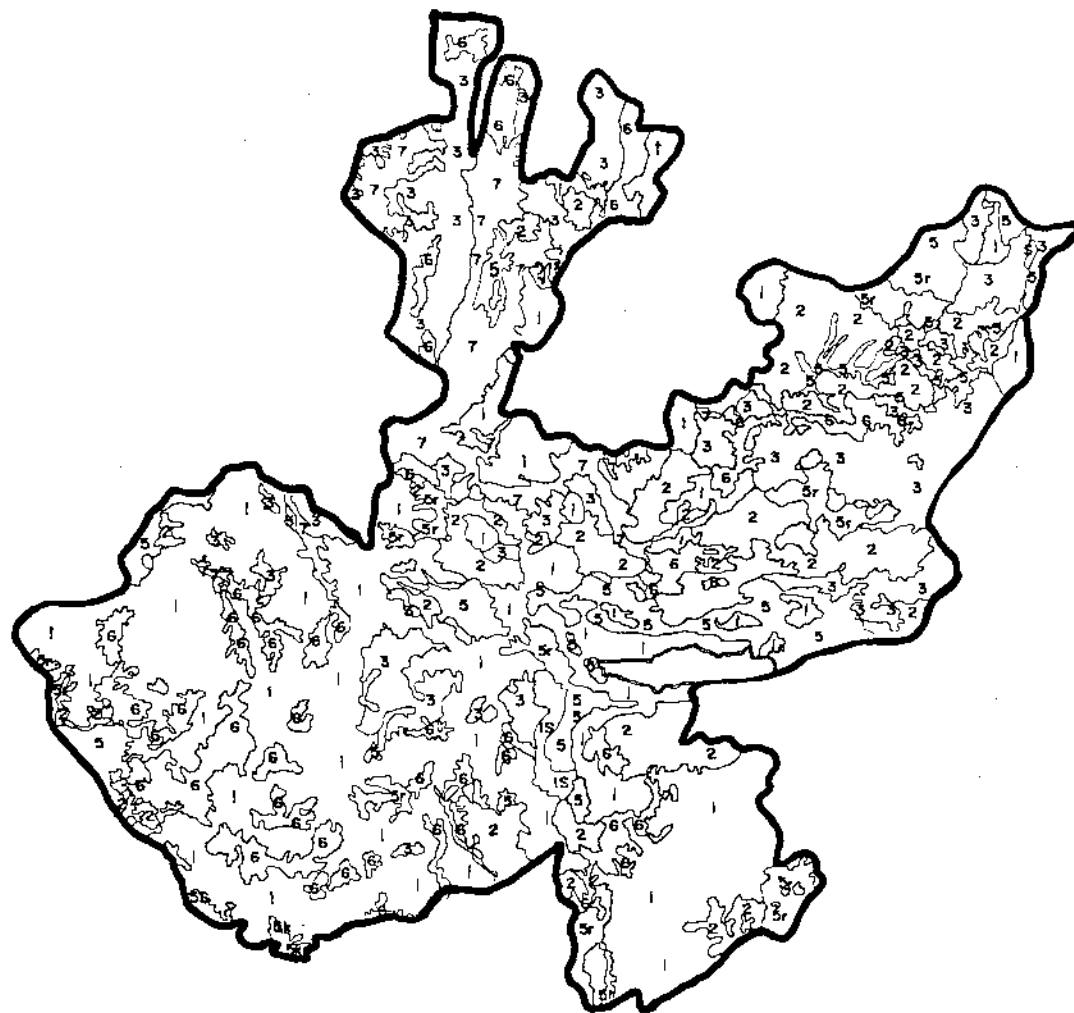
Las cartas edafológicas más recientes no reportan las clases de pendientes, originando un problema para su evaluación. La alternativa que se ha propuesto es considerar a la carta fisiográfica, publicada también por el INEGI (15), y que se representa en esta evaluación en el MAPA No. 19 (Pág. 59), y califica las pendientes de la siguiente forma:

TOPOFORMAS	% PENDIENTE	CLASE	CALIFICACION
Valles	0 - 8	a	S1
Mesetas	0 - 8	a	S1
Planicies	0 - 8	a	S1
Llanuras	0 - 8	a	S1
Lomerios	8 - 30	b	S2
Sierras	más de 30	c	N
Montañas	más de 30	c	N
Cañones	más de 30	c	N

Los investigadores Sys y Riquier, citados por Ortiz (24), lograron establecer pendientes óptimas y marginales para varios cultivos, resultando para sorgo los siguientes

**SIMBOLOGIA**

nombre	sim.
SIERRA	1.
LOMERIO	2.
MESETA	3.
BAJADA	4.
LLANURA	5.
VALLE	6.
CANON	7.
DEPRESION	8.
fases malpais	m.
pisos rocosos ó cementados	r.
salinos	s.
inundable salino.	k.



MAPA 19 - TOPOFORMAS (Plano Base)



parámetros con dos niveles de inversión:

**INVERSION ALTA:**

Pendiente Optima: 0 - 8 %  
Pendiente Marginal: 8 - 16 %

**INVERSION BAJA:**

Pendiente Optima: 0 - 8 %  
Pendiente Marginal: 8 - 20 %

Una vez establecidos los parámetros para calificar las topoformas, Ortiz (24), establece el siguiente criterio de calificación:




a) Topoformas calificadas con S1, la clasificación agroclimática se mantiene, no cambia.

b) Topoformas calificadas con S2, la clasificación agroclimática se reduce una clase, por ejemplo: si la zona es muy apta (MA) climáticamente y el suelo es S2, entonces se señala como apta (A), una clase inferior.

c) Topoformas calificadas con N, suelo no adecuado, entonces independientemente de la clasificación se considera esa área como no apta (NA).

De acuerdo a lo anterior, se obtiene el MAPA No. 20 (Pág. 61), que califica las topoformas, para el cultivo del sorgo con los dos niveles de inversión. Y en base a éste, se genera la modificación de la clasificación agroclimática para el cultivo del sorgo, y se representa en el MAPA No. 21 (Pág. 62).

Esta es considerada la última etapa de la investigación básica, y ahora tenemos el proceso de determinar las zonas agroecológicamente aptas para el cultivo de sorgo de temporal en el Estado.

-  NO SE DEGRADA
-  SE DEGRADA UNA CLASE
-  NO APTA.



MAPA 20

CALIFICACION DE TOPOFORMAS PARA SORGO CON  
NIVEL DE INVERSION ALTO Y/O BAJO.

- MUY APTA
- ▣ A
- ▤ MARGINALMENTE APTA
- ▥ NO APTA



MAPA 21 MODIFICACION DE LA CLASIFICACION AGROCLIMATICA POR TOPOFORMAS  
 PARA SORGO DE NIVEL ALTO Y/O BAJO

#### 4. RESULTADOS Y DISCUSION.

Los resultados se empiezan a manifestar, en las modificaciones que sufre la clasificación agroclimática, a partir de las calificaciones de las diferentes variables que se evaluarán, y en consecuencia las superficies se reducen en cuanto a la clase de aptitud, para el cultivo del sorgo en los dos niveles de inversión.

Respetando el orden, ya descrito durante el procedimiento seguido para aplicar la metodología, se hará una descripción de los resultados obtenidos.

##### 4.1. Inventario Climático.

Para generar el Inventario Climático, se analizarán las variables en cuanto a temperaturas, de donde resultan las divisiones climáticas mayores, que en resumen podemos decir que la mayor parte del estado, se clasificó como Trópicos Calientes (79 %), que representa alrededor de 6 millones 355 mil Ha.; localizadas principalmente en todos los valles, planicies y región costa del estado, el resto se clasificó como Trópicos Templados y que representa el 21% de la superficie; predominando en zonas ocupadas por mesetas, montañas y en la región de los Altos, influyendo en esta última, la altitud a que se encuentra localizada, y finalmente se localizó una área insignificante porcentualmente, que abarca aproximadamente 750 Ha., ubicadas alrededor del Volcán de Colima, con clima Trópicos Fríos.

Por otro lado, se estimaron los periodos de crecimiento, utilizando los modelos generados por Pájaro y Ortiz (27), y con auxilio de la Carta de isoyetas anuales, se trazaron las isolíneas de duración de periodos de crecimiento, interpolando entre isoyetas, con intervalos de 30 días.

A partir de este Inventario Climático, se llega a la clasificación Agroclimática del cultivo del sorgo, con dos niveles de inversión, tomando como base los parámetros que marca la metodología, para dividir en cuatro clases de aptitud, resultando que la mayor parte del estado, se clasifica como muy apta, para el sorgo con dos niveles de inversión.

##### 4.2. Inventario Edáfico.

**4.2.1. Sistema de Clasificación de suelos.** - Al complementar este estudio, con la evaluación del suelo, la clasificación agroclimática, va reduciendo y modificando sus cla-

ses de aptitud, dependiendo de la calificación que marca la metodología, para cada unidad de suelo. En cuanto a unidades de suelo se refiere, encontramos que predominan en la Zona Norte el suelo Feozem háplico (Hh), en la Zona Centro dominan los Regosoles eútricos (Re), y Feozem háplico (Hh), en la zona de los Altos el Planosol eútrico (We) y Vertisol pélico (Vp), en la Zona Sur y Costa predomina el Regosol eútrico (Re).

La modificación que sufre la clasificación agroclimática para sorgo con nivel de inversión alto, es mínima, predominando la reducción de clase de aptitud en la Zona de los Altos, y algunas porciones dispersas, en la parte sur, norte, centro y costa del estado. Para el nivel de inversión bajo, la modificación también, se denota principalmente en la Zona de los Altos, en la Región Ameca, y zonas dispersas del resto del estado.

**4.2.2. Fases Físicas del Suelo.** - Como segundo carácter edáfico, se evaluarán las fases físicas del suelo, que de manera general se encuentran distribuidas en el estado, de la siguiente forma:

Lítica .....	en todo el estado
Dúrica ....	principalmente en la parte norte y noreste de la región de los Altos.
Pedregosa ..	Parte Central del estado, y regiones diversas del estado.
Gravosa .....	Porción sur de la entidad.
Sin Fase ....	Diversas partes del estado.

Este factor edáfico, modifica de manera drástica, las clases de aptitud, que se tenían en la Clasificación Agroclimática.

**4.2.3. Texturas.** - Esta característica del suelo, según la calificación que propone la metodología FAO, degradan la clasificación agroclimática, solo en aquellas áreas con textura gruesa, siendo muy reducida la modificación que se realiza en ésta.

**4.2.4. Pendientes.** - De acuerdo a las topoformas, que presenta el estado, según la carta fisiográfica y la calificación que recibe cada una, de acuerdo a Sys y Riquier (1980), citados por Ortiz (24), se modifica la clasificación agroclimática, reduciendo las clases de aptitud, para los dos niveles de inversión, observandose que en aquellas zonas donde existen accidentes topográficos mayores, la clase de aptitud resulta no apta para los dos niveles de inversión.

### 4.3. Zonificación Agroecológica.

Ya que se tienen, los mapas modificados de la clasificación agroclimática, se transponen uno sobre de otro, de acuerdo al nivel de inversión que tiene, y se generan los dos últimos mapas, que representarán, primeramente, el "Plano Agroecológico para Sorgo con nivel de Inversión Alto" (MAPA No. 22, pág. 66), y por último el "Plano Agroecológico para Sorgo con nivel de Inversión Bajo" (MAPA No. 23, pág. 67).

Estos planos, están clasificados de acuerdo a su tipo de aptitud, teniendo en el Cuadro No.6 (Pág.68), los rendimientos estimados por Ortiz (25), para cada una de las clases de aptitud, para los dos niveles de inversión, además de incluirse la división política del estado, para determinar la superficie municipal, apta para el cultivo del sorgo de temporal, con dos niveles de inversión.

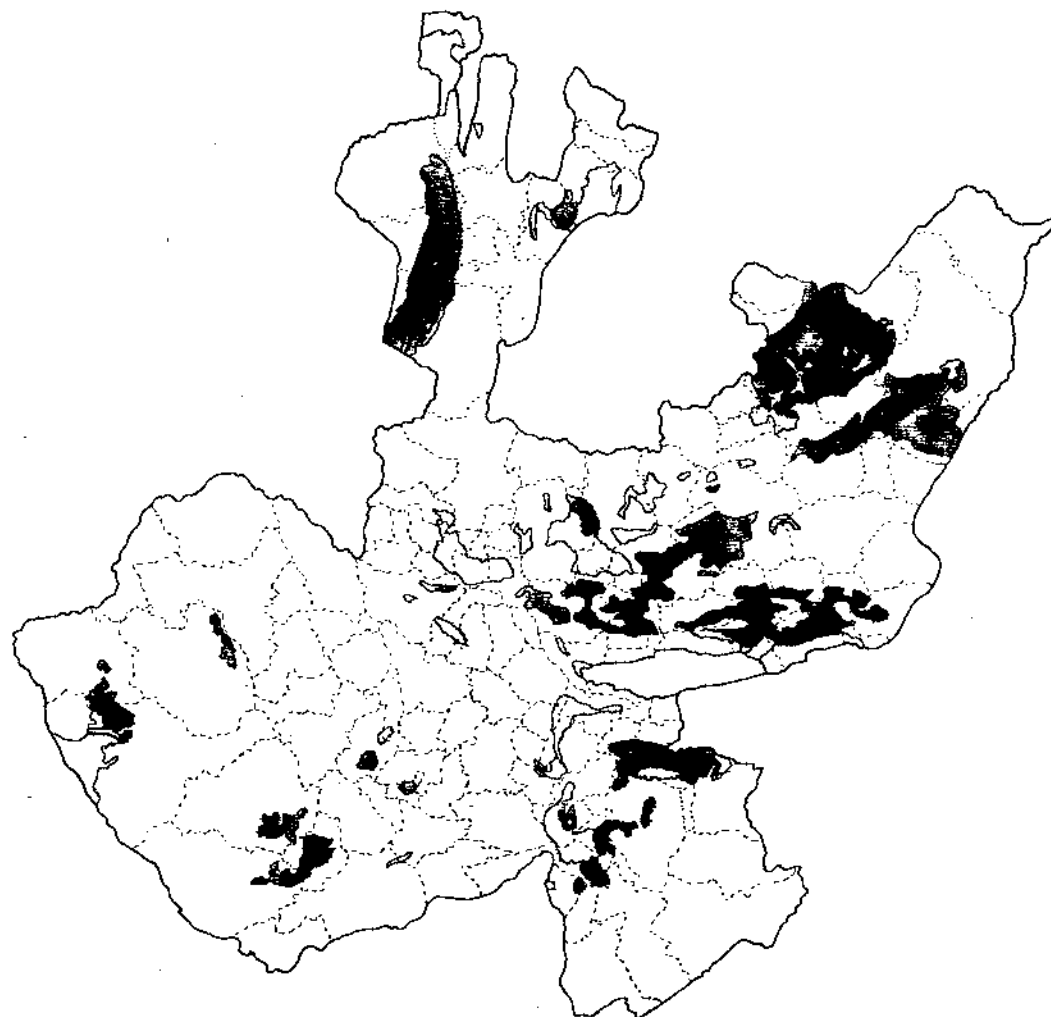
**4.3.1. Quantificación de las zonas de aptitud agroecológica.** - Con el fin de facilitar la interpretación de los resultados obtenidos en la zonificación, se utilizarán tres criterios que a continuación se describen y ejemplifican:






#### 4.3.1.1.- Índice de Aptitud Global (Iag).

- 1) Se estimó la superficie por el método de la cuadrícula de cada una de las clases de aptitud existentes en cada municipio. (Cabe recordar que los mapas originales, son a una Escala 1:1'000,000)
- 2) Se transforma la superficie de cada clase a porcentaje en relación al área total del municipio
- 3) Se multiplica el porcentaje por un número codificador, que para este caso se le asignó la siguiente valorización:






Superficie Muy Apta ....	4
Apta .....	3
Marginalmente Apta ...	2
No Apta .....	1

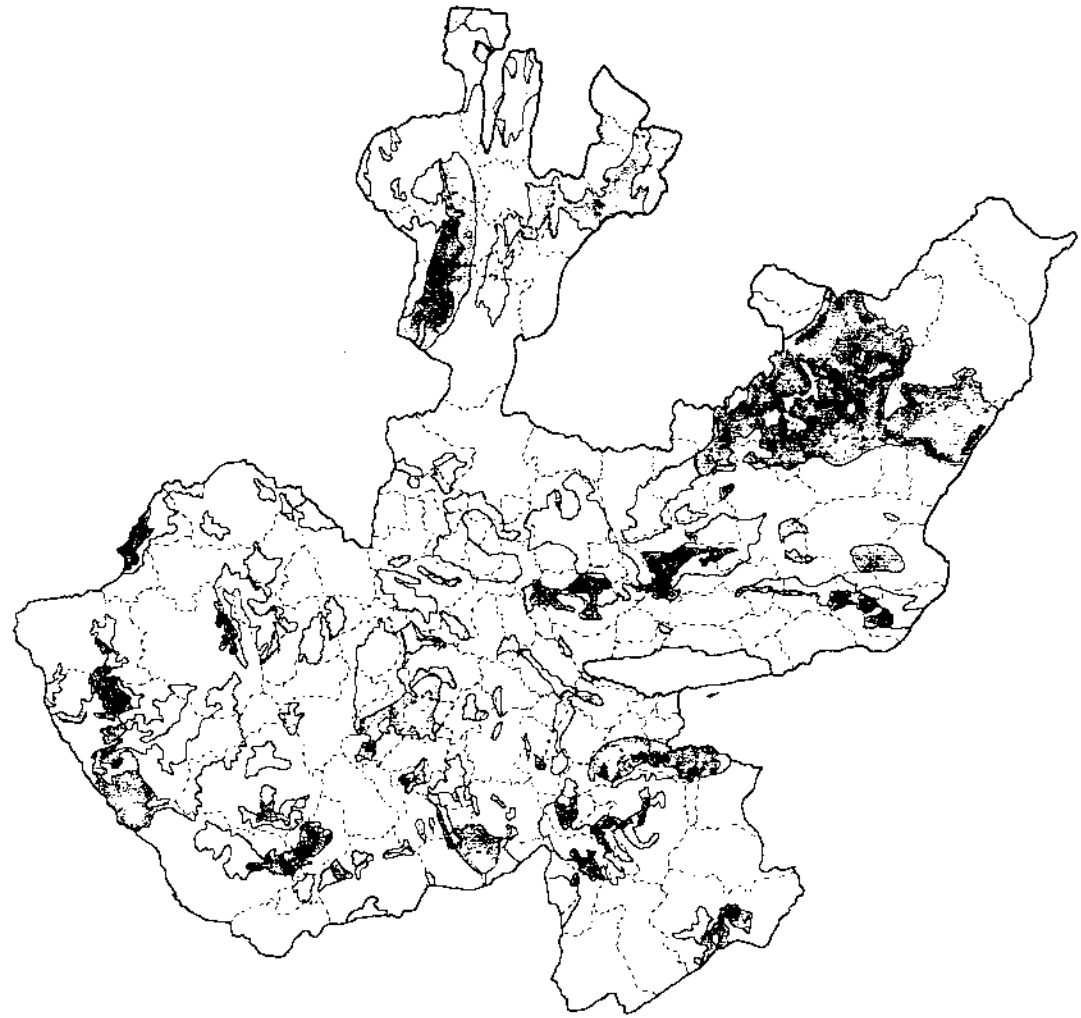
Por lo que a mayor aptitud, mayor será la potencialidad para la producción de un cultivo determinado en un municipio dado, en este caso el sorgo. Este aspecto lo define la metodología según Ortiz (25), como Índice de aptitud global (Iag), que resulta de una clasificación ponderada por superficie que considera todas las clases de aptitud y fluctúa de 1 a 4. Se obtiene codificando las clases de aptitud asignándole mayor valor a la mejor clase de aptitud. También se conoce en que nivel de inversión se tiene mayor aptitud para un cultivo dado, en este caso el



-  MUY APTA
-  APTA
-  MARGINALMENTE APTA
-  NO APTA
-  LIMITE MUNICIPAL

**MAPA 22** PLANO AGROECOLOGICO PARA SORGO CON NIVEL DE INVERSION ALTO

-  MUY APTA
-  APTA
-  MARGINALMENTE APTA
-  NO APTA
-  --- LIMITE MUNICIPAL



MAPA 23 PLANO AGROECOLOGICO PARA SORGO CON NIVEL DE INVERSION BAJO



CUADRO No. 6 .- RENDIMIENTOS EN TON/HA, EN FUNCION DE LA CLASIFICACION DE APTITUD AGROCLIMATICA PARA LA PRODUCCION DE SORGO EN CONDICIONES DE TEMPORAL (Ortiz, 1987)

DIVISION CLIMATICA	NIVEL DE INVERSION	CLASES DE APTITUD 2_/						
		NA	mA	A	MA	A	mA	NA
TROPICAL CALIENTE	ALTO	0.0 - 1.0	1.0 - 2.0	2.0 - 4.1	4.1 - 5.1	2.0 - 4.1	1.0 - 2.0	0.0 - 1.0
	BAJO	0.0 - 0.3	0.3 - 0.5	0.5 - 1.0	1.0 - 1.3	0.5 - 1.0	0.3 - 0.5	0.0 - 0.3
TROPICAL TEMPLADO	ALTO	0.0 - 1.6	1.6 - 3.1	3.1 - 6.2	6.2 - 7.8	3.1 - 6.2	1.6 - 3.1	0.0 - 1.6
	BAJO	0.0 - 0.4	0.4 - 0.8	0.8 - 1.6	1.6 - 2.0	0.8 - 1.6	0.4 - 0.8	0.0 - 0.4

1\_/ D.C.= DIVISION CLIMATICA :

2\_/ CLASES DE APTITUD:

MA : Muy Apta

A : Apta

mA : marginalmente apta

NA : No Apta

sorgo.

Para explicar detalladamente el procedimiento de cuantificación de zonas, daremos el siguiente ejemplo:

1ro.- Tenemos una superficie conocida de un municipio determinado, para este caso La Barca, con una extensión territorial de 37, 948 Ha., en el cual según el plano agroecológico para sorgo con nivel de inversión alto, tenemos las siguientes superficies:

Clase de Aptitud:	Superficie (Ha.):
Muy Apta (MA)	17,500
Apta ( A )	16,700
Marginalmente Apta (mA)	0
No Apta	3,748
	-----
Total :	37,948 Ha.

2do.- Convertimos a porcentajes la superficie de cada una de las clase de aptitud, resultando lo siguiente:

Clase de Aptitud:	Superficie (%):
Muy Apta (MA)	46.11 %
Apta ( A )	44.01 %
Marginalmente Apta (mA)	0 %
No Apta	9.88 %
	-----
Total :	100.00 %

3ro.- Se multiplica el porcentaje de cada una de las clases de aptitud por un número codificador, ya establecido en los parrafos anteriores.

Clase de Aptitud:	Sup. (%) :
Muy Apta (MA)	46.11 % X 4 = 1.8444
Apta ( A )	44.01 % X 3 = 1.3203
Marginalmente Apta (mA)	0 % X 2 = 0.0
No Apta	9.88 % X 1 = 0.0988
	-----
Total :	100.00 % Suma: 3.2636

Así llegamos al Índice de aptitud global (Iag), que nos dice que en el municipio de La Barca, tenemos un Iag = 3.2636 para el cultivo del sorgo con un nivel de inversión alto, el cual resultó ser el mayor de todos los municipios, lo que nos indica la potencialidad que tiene dicho municipio para el cultivo del sorgo con nivel de inversión alto, y que se refleja en la realidad, ya que La Barca se ha distinguido, como el principal productor de

sorgo en la entidad.

De esa manera se calcula, el Índice de aptitud global para los demás municipios, para el cultivo del sorgo, en sus dos niveles de inversión. Para el sorgo con nivel de inversión alto, se presentan los resultados de manera general en el cuadro No. 7 (Pág. 71), y para el de nivel bajo en el Cuadro No. 8 (Pág. 75).

#### 4.3.1.2.- Índice de Aptitud Parcial ( Iap )

Otro criterio de cuantificación de las superficies, que se utilizó, fué el Índice de aptitud parcial (Iap), que según la metodología FAO (7), es un valor ponderado por aptitud, ésto es, las superficies Muy Aptas, Aptas y marginalmente Aptas, son transformadas a su equivalente de superficie Muy Apta.

Lo anterior se efectúa también, mediante una codificación, que según el criterio FAO (7), hace una separación de las zonas de aptitud en base al rendimiento potencial máximo. Es decir, el rendimiento de una zona Apta equivale al 80% de una zona Muy Apta, y una zona marginalmente Apta equivale al 40%. El índice se obtiene de la siguiente manera:

$$Iap = 1 (MA) + 0.8 (A) + 0.4 (mA)$$

Donde:

Iap = Índice de aptitud parcial  
MA = Superficie Muy Apta (Ha.)  
A = Superficie Apta (Ha.)  
mA = Superficie marginalmente Apta (Ha.).

El Iap se interpreta como la superficie equivalente en tierras Muy Aptas para un cultivo en las que el agricultor obtendría la máxima producción sin riesgo de pérdida económica y sin considerar a las zonas No Aptas. Es decir, las diferentes clases de aptitud son transformadas, en términos de superficie, a la mejor clase de aptitud (Muy Apta). Su importancia radica en que permite hacer comparaciones entre distritos y entre municipios para saber cuál o cuáles son los mejores para un determinado cultivo, en este caso el sorgo.

Debe notarse la diferencia entre superficie equivalente de tierras Muy Aptas (Iap), de la superficie de las clases de aptitud. En el primer caso, sólo es una transformación, en términos de superficie, de las clases de aptitud mA, A y MA, a la clase MA, que nos sirve para hacer comparaciones de aptitud de cultivos entre diferen-

CUADRO No. 7.- CLASIFICACION AGROECOLOGICA DE LA SUPERFICIE PARA  
SORGO CON NIVEL DE INVERSION ALTO  
( Ha. )

NUM	MUNICIPIO	CLASES DE APTITUD				SUPERFICIE			PRODUCCION	
		MA	A	mA	NA	TOTAL	Iag 1_/	Iap 2_/	Iae 3_/	POTENCIAL (TON.) 4_/
001	ACATIC	300		18,600	17,339	36,239	1.5381	7,740	300	29,280
002	ACATLAN DE J.				17,685	17,685	1.0000			
003	AHUALULCO DEL M.		10,700		5,020	15,720	2.3613	8,560	8,560	32,635
004	AMACUECA		300		14,438	14,738	1.0407	240	240	915
005	AMATITAN				20,744	20,744	1.0000			
006	AMECA	2,800	800		64,973	68,573	1.1458	3,440	3,440	15,320
007	ANTONIO ESC.		1,300		9,194	10,494	1.2478	1,040	1,040	3,965
008	ARANDAS			1,000	122,802	123,802	1.0081	400		2,350
009	EL ARENAL				18,181	18,181	1.0000			
010	ATEMAJAC DE BLA.				19,157	19,157	1.0000			
011	ATENGO				41,242	41,242	1.0000			
012	ATENGUILLO				66,255	66,255	1.0000			
013	ATOTONILCO	8,900			54,915	63,815	1.4184	8,900	8,900	40,940
014	ATOYAC		5,600		17,981	23,581	1.4750	4,480	4,480	17,080
015	AUTLAN DE N.				96,290	96,290	1.0000			
016	AYOTLAN	11,700	2,100		38,057	51,857	1.7579	13,380	13,380	60,225
017	AYUTLA				91,377	91,377	1.0000			
018	BOLAROS	22,600		16,100	111,279	149,979	1.5594	29,040	22,600	141,795
019	CABO CORRIENTES	5,200			194,906	200,106	1.0780	5,200	5,200	23,920
020	CAGADAS DE O.		5,100	1,000	41,062	47,162	1.2375	4,480	4,080	17,055
021	CASIMIRO CAST.	12,800			33,380	46,180	1.8315	12,800	12,800	58,880
022	CIHUATLAN				71,370	71,370	1.0000			
023	CIUDAD GUZMAN		11,900	3,400	14,229	29,529	1.9211	10,880	9,520	41,395
024	CD. VENUSTIANO C.				44,901	44,901	1.0000			
025	COCULA		100		45,098	45,198	1.0044	80	80	305
026	COLOTLAN		25,900	1,000	23,615	50,515	2.0452	21,120	20,720	80,495
027	CONCEPCION DE B.A.			9,000	36,471	45,471	1.1979	3,600		21,150
028	CUAUTITLAN		600		117,267	117,867	1.0102	480	480	1,830
029	CUAUTLA				25,502	25,502	1.0000			
030	CUGUIO		8,800		79,296	88,096	1.1998	7,040	7,040	26,840
031	CHAPALA				38,558	38,558	1.0000			
032	CHIMALTITAN				97,003	97,003	1.0000			
033	CHIQUILISTLAN				43,231	43,231	1.0000			
034	DEGOLLADO	5,400			25,105	30,505	1.5311	5,400	5,400	24,840
035	EJUTLA				47,221	47,221	1.0000			

CUADRO No. 7 .- ( Continuación ..... )

NUM	MUNICIPIO	CLASES DE APTITUD				SUPERFICIE TOTAL	Iag 1_/	Iap 2_/	Iae 3_/	PRODUCCION POTENCIAL (TON.) 4_/
		MA	A	mA	NA					
036	EL GRULLO				15,720	15,720	1.0000			
037	EL LIMON	2,000			11,756	13,756	1.4362	2,000	2,000	9,200
038	EL SALTO	1,300			2,850	4,150	1.9398	1,300	1,300	5,980
039	ENCARNACION DE D.		1,800	61,000	66,897	129,697	1.4981	25,840	1,440	96,990
040	ETZATLAN				30,627	30,627	1.0000			
041	GOMEZ FARIAS		2,900		48,193	51,093	1.1135	2,320	2,320	8,845
042	GUACHINANGO				48,319	48,319	1.0000			
043	GUADALAJARA		18,791			18,791	3.0000	15,033	15,033	57,313
044	HOSTOTIPACUILLO				69,794	69,794	1.0000			
045	HUEJUCAR				55,023	55,023	1.0000			
046	HUEJUQUILLA EL A.		28,200		43,526	71,726	1.7863	22,560	22,560	86,010
047	IXTL. DE LOS MEMB.	8,600			9,825	18,425	2.4003	8,600	8,600	39,560
048	IXTL. DEL RIO	1,900	9,200		45,394	56,494	1.4266	9,260	9,260	36,800
049	JALOSTOTITLAN		9,700	14,200	24,244	48,144	1.6979	13,440	7,760	50,885
050	JAMAY		5,900		11,549	17,449	1.6763	4,720	4,720	17,995
051	JESUS MARIA				56,988	56,988	1.0000			
052	JILOTLAN DE LOS D.				153,278	153,278	1.0000			
053	JOCOTEPEC			3,000	35,436	38,436	1.0781	1,200		7,050
054	JUANACATLAN	5,600			3,308	8,908	2.8859	5,600	5,600	25,760
055	JUCHITLAN				40,388	40,388	1.0000			
056	LA BARCA	17,500	16,700		3,748	37,948	3.2636	30,860	30,860	131,435
057	LAGOS DE MORENO		3,500	34,800	246,636	284,936	1.1467	16,720	2,800	62,875
058	LA HUERTA	7,300			167,671	174,971	1.1252	7,300	7,300	33,580
059	LA MANZANILLA				12,935	12,935	1.0000			
060	MAGDALENA		2,700		41,436	44,136	1.1223	2,160	2,160	8,235
061	MANUEL M. D.				42,249	42,249	1.0000			
062	MASCOYA				159,163	159,163	1.0000			
063	MAZAMITLA		5,400	11,300	1,018	17,718	2.2473	8,840	4,320	33,420
064	MEXICACAN				20,499	20,499	1.0000			
065	MEZQUITIC	2,200		17,000	295,906	315,106	1.0749	9,000	2,200	35,620
066	MIXTLAN				41,852	41,852	1.0000			
067	OCOTLAN	15,200	900		8,670	24,770	2.9136	15,920	15,920	72,665
068	OJUELOS DE JAL.				131,662	131,662	1.0000			
069	PIHUAMO				100,785	100,785	1.0000			
070	PONCITLAN		2,700		64,561	67,261	1.0803	2,160	2,160	8,235
071	FUERTE VALLARTA				130,067	130,067	1.0000			
072	FURIFICACION	9,600			184,161	193,761	1.1486	9,600	9,600	44,160

CUADRO No. 7 .- ( Continuación ..... )

NUM	MUNICIPIO	CLASES DE APTITUD				SUPERFICIE TOTAL	Iag 1_/	Iap 2_/	Iae 3_/	PRODUCCION POTENCIAL (TON.) 4_/
		MA	A	mA	NA					
073	QUITUPAN		3,300	2,400	60,131	65,831	1.1367	3,600	2,640	13,665
074	S.CRISTOBAL DE B.				63,693	63,693	1.0000			
075	SAN DIEGO DE A				43,232	43,232	1.0000			
076	S JUAN DE LOS L.		3,400	36,700	47,347	87,447	1.4974	17,400	2,720	96,615
077	SAN JULIAN				26,844	26,844	1.0000			
078	SAN MARCOS				29,285	29,285	1.0000			
079	S MARTIN DE BDL.	38,900		15,100	45,199	99,199	2.3286	44,940	38,900	214,425
080	SAN MARTIN HGO		3,000		29,457	32,457	1.1849	2,400	2,400	9,150
081	SAN MIGUEL EL A.			13,000	21,389	34,389	1.3780	5,200		30,550
082	S SEBASTIAN DEL O;				140,013	140,013	1.0000			
083	STA MA DE LOS ANG;		1,000		27,494	28,494	1.0702	800	800	3,050
084	SAYULA	500	4,300		24,676	29,476	1.3427	3,940	3,940	15,415
085	TALA	800	7,300		30,824	38,924	1.4367	6,640	6,640	25,945
086	TALPA DE ALLENDE	5,800			222,152	227,952	1.0763	5,800	5,800	26,680
087	TAMAZULA DE G	7,400	200	3,500	121,348	132,448	1.1971	8,960	7,560	39,900
088	TAPALPA				44,215	44,215	1.0000			
089	TECALITLAN	200			132,444	132,644	1.0045	200	200	920
090	TECLOTLAN				79,587	79,587	1.0000			
091	TECHALUTA		1,300		7,466	8,766	1.2966	1,040	1,040	3,965
092	TENAMAXTLAN		1,100		32,699	33,799	1.0651	880	880	3,355
093	TEOCALTICHE		2,100	55,700	33,577	91,377	1.6555	23,960	1,680	89,955
094	TEOQUITATLAN		7,900		33,367	41,267	1.3829	6,320	6,320	24,095
095	TEPATITLAN	800	1,600	25,900	124,978	153,278	1.2055	12,440	2,080	58,418
096	TEQUILA		100		136,314	136,414	1.0015	80	80	305
097	TEUCHITLAN		15,600		12,953	28,553	2.0927	12,480	12,480	47,580
098	TIZAPAN EL ALTO				27,332	27,332	1.0000			
099	TLAJOMULCO DE Z.	20,200			43,493	63,693	1.9514	20,200	20,200	92,920
100	TLAQUEPAQUE	6,400	600		20,088	27,088	1.7531	6,880	6,880	31,270
101	TOLIMAN				49,126	49,126	1.0000			
102	TOMATLAN	12,600	33,500	3,600	216,050	265,750	1.4079	40,840	39,400	165,535
103	TONALA	500	5,800		5,658	11,958	2.0955	5,140	5,140	19,990
104	TONAYA				49,128	49,128	1.0000			
105	TONILA		800		21,799	22,599	1.0708	640	640	2,440
106	TOTATICHE		2,700	8,600	42,998	54,298	1.2578	5,600	2,160	21,135
107	TOTOTLAN	10,900		100	18,285	29,285	2.1200	10,940	10,900	50,290
108	TUXCACUESCO		900		25,629	26,529	1.0679	720	720	2,745
109	TUXCUECA		100		29,794	29,894	1.0067	80	80	305

CUADRO No. 7 .- ( Continuación ..... )

: NUM :	MUNICIPIO :	CLASES DE APTITUD :				SUPERFICIE : TOTAL :	Iag 1_/ :	Iap 2_/ :	Iae 3_/ :	PRODUCCION: POTENCIAL : (TON.) 4_/ :
		MA :	A :	mA :	NA :					
: 110 :	TUXPAN :	7,900 :	8,800 :		38,323 :	55,023 :	1.7506 :	14,940 :	14,940 :	63,180 :
: 111 :	UNION DE SAN ANT. :			57,100 :	11,679 :	68,779 :	1.8302 :	22,840 :		85,650 :
: 112 :	UNION DE TULA :	3,200 :	700 :		29,507 :	33,407 :	1.3293 :	3,760 :	3,760 :	16,855 :
: 113 :	VALLE DE GPE. :		1,600 :		50,012 :	51,612 :	1.0620 :	1,280 :	1,280 :	4,880 :
: 114 :	VALLE DE JUAREZ :			3,900 :	5,238 :	9,138 :	1.4268 :	1,560 :		9,165 :
: 115 :	VILLA CORONA :				17,937 :	17,937 :	1.0000 :			
: 116 :	VILLA GUERRERO :				109,203 :	109,203 :	1.0000 :			
: 117 :	VILLA HIDALGO :			800 :	50,293 :	51,093 :	1.0157 :	320 :		1,200 :
: 118 :	YAHUALICA :				52,075 :	52,075 :	1.0000 :			
: 119 :	ZACDOLCO DE T. :		1,900 :		47,227 :	49,127 :	1.0774 :	1,520 :	1,520 :	5,795 :
: 120 :	ZAPOPAN :	8,100 :	22,800 :		58,415 :	89,315 :	1.7826 :	26,340 :	26,340 :	106,800 :
: 121 :	ZAPOTILTIC :	4,700 :	4,400 :		41,992 :	51,092 :	1.4482 :	8,220 :	8,220 :	35,040 :
: 122 :	ZAPOTITLAN DE VAD. :				48,074 :	48,074 :	1.0000 :			
: 123 :	ZAPOTLAN DEL REY :	8,900 :	700 :		22,490 :	32,090 :	1.8757 :	9,460 :	9,460 :	43,075 :
: 124 :	ZAPOTLANEJO :	21,300 :		800 :	42,202 :	64,302 :	2.0062 :	21,620 :	21,300 :	99,180 :
: : :	TOTALES :	300,000 :	319,091 :	418,600 :	6,976,009 :	8,013,700 :	1.2442 :	722,713 :	555,273 :	3,075,266 :

1\_/ Indice de aptitud global.

2\_/ Indice de aptitud parcial.

3\_/ Indice de aptitud económico.

4\_/ PARA LA ESTIMACION DE LA PRODUCCION POTENCIAL, NO SE TOMA EN CUENTA LA SUPERFICIE NO APTA.

CLASES DE APTITUD:

- MA : Superficie Muy Apta.
- A : Superficie Apta.
- mA : Superficie marginalmente Apta
- NA : Superficie No Apta.

CUADRO No. 8. - CLASIFICACION AGROECOLOGICA DE LA SUPERFICIE PARA  
SORGO CON NIVEL DE INVERSION BAJO  
( Ha. )

NUM	MUNICIPIO	CLASES DE APTITUD				SUPERFICIE TOTAL	Iag 1_/	Iap 2_/	Iae 3_/	PRODUCCION POTENCIAL (TON.)
		MA	A	mA	NA					
001	ACATIC	200	25,900		10,139	36,239	2.4460	20,920	20,920	19,655
002	ACATLAN DE J.	800	800		16,085	17,685	1.2262	1,440	1,440	1,520
003	AHUALULCO DEL M.		14,200		1,520	15,720	2.8066	11,360	11,360	10,650
004	AMACUECA		600		14,138	14,738	1.0814	480	480	450
005	AMATITAN		900		19,844	20,744	1.0868	720	720	675
006	AMECA	2,400	23,600		42,573	68,573	1.7933	21,280	21,280	20,460
007	ANTONIO ESC.		3,800		6,694	10,494	1.7242	3,040	3,040	2,850
008	ARANDAS			9,300	114,502	123,802	1.0751	3,720		5,580
009	EL ARENAL		2,700		15,481	18,181	1.2970	2,160	2,160	2,025
010	ATEMAJAC DE BLA.			1,900	17,257	19,157	1.0992	760		1,140
011	ATENGO		27,800		13,442	41,242	2.3481	22,240	22,240	20,850
012	ATENGUILLO		11,900	1,900	52,455	66,255	1.3879	10,280	9,520	10,065
013	ATOTONILCO	1,300	9,800	1,100	51,615	63,815	1.3855	9,580	9,140	9,285
014	ATOYAC		4,100	300	19,181	23,581	1.3605	3,400	3,280	3,195
015	AUTLAN DE N.				96,290	96,290	1.0000			
016	AYOTLAN	6,200	1,700		43,957	51,857	1.4242	7,560	7,560	8,405
017	AYUTLA		12,400	3,200	75,777	91,377	1.3064	11,200	9,920	11,220
018	BOLANOS	16,800	13,300	25,800	94,079	149,979	1.6854	37,760	27,440	42,711
019	CABO CORRIENTES	5,200	10,700		184,206	200,106	1.1849	13,760	13,760	14,005
020	CAGADAS DE O.		6,800	37,300	3,062	47,162	2.0793	20,360	5,440	20,020
021	CASIMIRO CAST.	11,300	1,000		33,880	46,180	1.7774	12,100	12,100	13,745
022	CIHUATLAN				71,370	71,370	1.0000			
023	CIUDAD GUZMAN	6,900	8,000		14,629	29,529	2.2428	13,300	13,300	13,935
024	CD. VENUSTIANO C.		2,100	3,100	39,701	44,901	1.1626	2,920	1,680	2,815
025	COCULA		400		44,798	45,198	1.0177	320	320	300
026	COLOTLAN			26,900	23,615	50,515	1.5325	10,760		10,760
027	CONCEPCION DE B.A.			8,500	36,971	45,471	1.1869	3,400		5,100
028	CUAUTITLAN	2,500	15,800	3,200	96,367	117,867	1.3589	16,420	15,140	16,716
029	CUAUTLA		400		25,102	25,502	1.0314	320	320	300
030	CUQUID		22,000	4,800	61,296	88,096	1.5539	19,520	17,600	18,420
031	CHAPALA		800		37,758	38,558	1.0415	640	640	600
032	CHIMALTITAN			7,300	89,703	97,003	1.0753	2,920		2,920
033	CHIQUILISTLAN		3,900	1,100	38,231	43,231	1.2059	3,560	3,120	3,585
034	DEFRILLADO	5,200	12,200		13,105	30,505	2.3113	14,960	14,960	15,130
035	ECUATEPEC			500	46,721	47,221	1.0106	200		200



CUADRO No. 8 ( Continuación..... )

NUM	MUNICIPIO	CLASES DE APTITUD				SUPERFICIE TOTAL	Iag 1_/	Iap 2_/	Iae 3_/	PRODUCCION POTENCIAL (TON.)
		MA	A	mA	NA					
036	EL GRULLO				15,720	15,720	1.0000			
037	EL LIMON	1,500	500	1,600	10,156	13,756	1.5161	2,540	1,900	2,740
038	EL SALTO		3,100		1,050	4,150	2.4940	2,480	2,480	2,325
039	ENCARNACION DE D.		700	51,400	77,597	129,697	1.4071	21,120	560	21,085
040	ETZATLAN		300		30,327	30,627	1.0196	240	240	225
041	GOMEZ FARIAS	800	2,400	11,500	36,393	51,093	1.3660	7,320	2,720	7,320
042	GUACHINANGO		10,000		38,319	48,319	1.4139	8,000	8,000	7,500
043	GUADALAJARA		16,800		1,991	18,791	2.7881	13,440	13,440	12,600
044	HOSTOTIPAQUILLO		11,200	1,900	56,694	69,794	1.3482	9,720	8,960	9,160
045	HUEJUCAR			1,500	53,523	55,023	1.0273	600		600
046	HUEJUQUILLA EL A.		25,300	8,600	37,826	71,726	1.8254	23,680	20,240	22,415
047	IXTL. DE LOS MEMB.				18,425	18,425	1.0000			
048	IXTL. DEL RIO		21,900		34,594	56,494	1.7753	17,520	17,520	16,425
049	JALOSTOTITLAN		5,900	42,244		48,144	2.1225	21,618	4,720	21,323
050	JAMAY				17,449	17,449	1.0000			
051	JESUS MARIA		200	9,600	47,188	56,988	1.1755	4,000	160	3,990
052	JILOTLAN DE LOS D:		7,100	14,900	131,278	153,278	1.1899	11,640	5,680	11,285
053	JOCOTEPEC		2,200		36,236	38,436	1.1145	1,760	1,760	1,650
054	JUANACATLAN	2,700			6,208	8,908	1.9093	2,700	2,700	3,105
055	JUCHITLAN		600	15,200	24,588	40,388	1.4061	6,560	480	6,530
056	LA BARCA				37,948	37,948	1.0000			
057	LAGOS DE MORENO			24,500	260,436	284,936	1.0860	9,800		9,800
058	LA HUERTA	9,200	31,100	1,700	132,971	174,971	1.5229	34,760	34,080	34,585
059	LA MANZANILLA				12,935	12,935	1.0000			
060	MAGDALENA		3,800		40,336	44,136	1.1722	3,040	3,040	2,850
061	MANUEL M. D.				42,249	42,249	1.0000			
062	MASCOTA		25,200	16,800	117,163	159,163	1.4222	26,880	20,160	25,620
063	MAZAMITLA		4,300	12,100	1,318	17,718	2.1683	8,280	3,440	10,485
064	NEXTICACAN		500	15,800	4,199	20,499	1.8196	6,720	400	6,695
065	MEZQUITIC	1,600	21,100	47,900	244,506	315,106	1.3012	37,640	18,480	46,405
066	NIXTLAN		7,100		34,752	41,852	1.3393	5,680	5,680	5,325
067	OCOTLAN				24,770	24,770	1.0000			
068	OJUELOS DE JAL.				131,662	131,662	1.0000			
069	PIHUAMO				100,785	100,785	1.0000			
070	PONCITLAN				67,261	67,261	1.0000			
071	PUERTO VALLARTA	10,100	17,100		102,867	130,067	1.4959	23,780	23,780	24,440
072	PURIFICACION	7,500	39,200	1,100	145,961	193,761	1.5264	39,300	38,860	38,685

CUADRO No. 8 ( Continuación..... )

NUM	MUNICIPIO	CLASES DE APTITUD				SUPERFICIE TOTAL	Iag 1_/	Iap 2_/	Iae 3_/	PRODUCCION: POTENCIAL (TON.)
		MA	A	mA	NA					
073	QUITUPAN		2,700	3,200	59,931	65,831	1.1306	3,440	2,160	3,945
074	S.CRISTOBAL DE B.		400		63,293	63,693	1.0126	320	320	300
075	SAN DIEGO DE A				43,232	43,232	1.0000			
076	S JUAN DE LOS L.		4,300	72,700	10,447	87,447	1.9297	32,520	3,440	32,305
077	SAN JULIAN		1,400	700	24,744	26,844	1.1304	1,400	1,120	1,330
078	SAN MARCOS				29,285	29,285	1.0000			
079	S MARTIN DE BQL.	37,500	10,400	28,400	22,899	99,199	2.6301	57,180	45,820	59,445
080	SAN MARTIN HGO		4,100		28,357	32,457	1.2526	3,280	3,280	3,075
081	SAN MIGUEL EL A.			16,500	17,889	34,389	1.4798	6,600		6,600
082	S SEBASTIAN DEL O:		14,700	200	125,113	140,013	1.2114	11,840	11,760	11,105
083	STA MA DE LOS ANG:			6,900	21,594	28,494	1.2422	2,760		2,760
084	SAYULA	1,100	4,400		23,976	29,476	1.4105	4,620	4,620	4,565
085	TALA	1,100	10,500		27,324	38,924	1.6243	9,500	9,500	9,140
086	TALPA DE ALLENDE	6,300	22,100		199,552	227,952	1.2768	23,980	23,980	23,820
087	TAMAZULA DE G	3,600	14,100	4,500	110,248	132,448	1.3284	16,680	14,880	16,515
088	TAPALPA			1,500	42,715	44,215	1.0339	600		900
089	TECALITLAN		3,200		129,444	132,644	1.0482	2,560	2,560	2,400
090	TECOLOTLAN		7,400	6,700	65,487	79,587	1.2701	8,600	5,920	8,900
091	TECHALUTA		3,500	100	5,166	8,766	1.8099	2,840	2,800	2,665
092	TENAMAXTLAN		9,500	21,200	3,099	33,799	2.1894	16,080	7,600	15,605
093	TEOCALTICHE		2,600	68,600	20,177	91,377	1.8076	29,520	2,080	29,390
094	TEOQUITLAN			2,900	38,367	41,267	1.0703	1,160		1,160
095	TEPATITLAN	3,000	20,500	6,800	122,978	153,278	1.3706	22,120	19,400	22,905
096	TEQUILA		6,700		129,714	136,414	1.0982	5,360	5,360	5,025
097	TEUCHITLAN		13,100		15,453	28,553	1.9176	10,480	10,480	9,825
098	TIZAPAN EL ALTO				27,332	27,332	1.0000			
099	TLAJOMULCO DE Z.	12,400	5,900		45,393	63,693	1.7693	17,120	17,120	18,685
100	TLAQUEPAQUE	3,800	6,900		16,388	27,088	1.9303	9,320	9,320	9,545
101	TOLIMAN	500	3,200	11,700	33,726	49,126	1.3990	7,740	3,060	7,655
102	TOMATLAN	10,900	136,500	48,200	70,150	265,750	2.3317	139,380	120,100	134,190
103	TONALA	500	4,900		6,558	11,958	1.9450	4,420	4,420	4,250
104	TONAYA		1,000	10,600	37,528	49,128	1.2565	5,040	800	4,990
105	TONILA	900	11,700		9,999	22,599	2.1549	10,260	10,260	9,810
106	TOTATICHE			20,300	33,998	54,298	1.3739	8,120		8,120
107	TOTOTLAN	2,100	6,100		21,085	29,285	1.6317	6,980	6,980	6,990
108	TUXCACUESCO	3,300	3,800	200	19,229	26,529	1.6672	6,420	6,340	6,725
109	TUXCUECA				29,894	29,894	1.0000			

CUADRO No. 8 ( Continuación..... )

: NUM :	: MUNICIPIO :	: CLASES DE APTITUD :				: SUPERFICIE TOTAL :	: Iag 1_/ :	: Iap 2_/ :	: Iae 3_/ :	: PRODUCCION POTENCIAL (TON.) :
		: M A :	: A :	: m A :	: N A :					
: 110 :	: TUXPAN :	: 6,600 :	: 16,300 :	: :	: 32,123 :	: 55,023 :	: 1.9523 :	: 19,640 :	: 19,640 :	: 19,815 :
: 111 :	: UNION DE SAN ANT. :	: :	: :	: 65,700 :	: 3,079 :	: 68,779 :	: 1.9552 :	: 26,280 :	: :	: 26,280 :
: 112 :	: UNION DE TULA :	: 3,200 :	: 7,700 :	: 8,000 :	: 14,507 :	: 33,407 :	: 1.9878 :	: 12,560 :	: 9,360 :	: 12,655 :
: 113 :	: VALLE DE GPE. :	: :	: 300 :	: 40,400 :	: 10,912 :	: 51,612 :	: 1.7944 :	: 16,400 :	: 240 :	: 16,385 :
: 114 :	: VALLE DE JUAREZ :	: :	: 250 :	: 5,300 :	: 3,588 :	: 9,138 :	: 1.6347 :	: 2,320 :	: 200 :	: 3,368 :
: 115 :	: VILLA CORONA :	: :	: 3,800 :	: 200 :	: 13,937 :	: 17,937 :	: 1.4349 :	: 3,120 :	: 3,040 :	: 2,930 :
: 116 :	: VILLA GUERRERO :	: :	: :	: 13,500 :	: 95,703 :	: 109,203 :	: 1.1236 :	: 5,400 :	: :	: 5,400 :
: 117 :	: VILLA HIDALGO :	: :	: :	: 600 :	: 50,493 :	: 51,093 :	: 1.0117 :	: 240 :	: :	: 240 :
: 118 :	: YAHUALICA :	: :	: 400 :	: 18,100 :	: 33,575 :	: 52,075 :	: 1.3629 :	: 7,560 :	: 320 :	: 7,540 :
: 119 :	: ZACDALCO DE T. :	: :	: :	: 7,200 :	: 41,927 :	: 49,127 :	: 1.1466 :	: 2,880 :	: :	: 2,880 :
: 120 :	: ZAPOPAN :	: 1,100 :	: 60,700 :	: :	: 27,515 :	: 89,315 :	: 2.3962 :	: 49,660 :	: 49,660 :	: 46,790 :
: 121 :	: ZAPOTILIC :	: 4,400 :	: 6,400 :	: :	: 40,292 :	: 51,092 :	: 1.5089 :	: 9,520 :	: 9,520 :	: 9,860 :
: 122 :	: ZAPOTITLAN DE VAD. :	: :	: 7,400 :	: 7,600 :	: 33,074 :	: 48,074 :	: 1.4659 :	: 8,960 :	: 5,920 :	: 8,590 :
: 123 :	: ZAPOTLAN DEL REY :	: 300 :	: :	: :	: 31,790 :	: 32,090 :	: 1.0280 :	: 300 :	: 300 :	: 345 :
: 124 :	: ZAPOTLANEJO :	: 20,600 :	: 14,200 :	: :	: 29,502 :	: 64,302 :	: 2.4028 :	: 31,960 :	: 31,960 :	: 34,340 :
: :	: :	: :	: :	: :	: :	: :	: :	: :	: :	: :
: :	: T O T A L E S :	: 215,400 :	: 948,250 :	: 913,044 :	: 5,937,006 :	: 8,013,700 :	: 1.4312 :	: 1,339,218 :	: 974,000 :	: 1,346,513 :

1\_/ Indice de aptitud global.

2\_/ Indice de aptitud parcial.

3\_/ Indice de Aptitud económico.

4\_/ PARA LA ESTIMACION DE LA PRODUCCION POTENCIAL, NO SE TOMA EN CUENTA LA SUPERFICIE NO APTA.

CLASES DE APTITUD :

M A : Superficie Muy Apta.

A : Superficie Apta.

m A : Superficie marginalmente Apta.

N A : Superficie No Apta.

tes áreas y saber cuál es la mejor y no están cartografiadas como tales, en tanto que en el segundo caso, se trata de las clases de aptitud resultado de la zonificación agroecológica, las cuales se encuentran cartografiadas en los planos agroecológicos.

El Iag e Iap difieren en que el primero permite hacer comparaciones de aptitud de cultivos en una misma zona, en tanto que el Iap permite comparar la aptitud de algún cultivo, entre diferentes zonas (distritos y municipios).

Tomando el ejemplo, que se expuso del municipio de La Barca, tendríamos en ese municipio un Índice de aptitud parcial como sigue:

Clase de Aptitud:	Superficie (Ha.):		
Muy Apta (MA)	17,500	X 1	= 17,500
Apta (A)	16,700	X 0.8	= 13,360
Marginalmente Apta (mA)	0	X 0.4	= 0
No Apta	3,748		
		-----	-----
Total :	37,948 Ha.		30,860 Ha.

Como vemos, el Índice de aptitud parcial, para el municipio de La Barca, resultó en 30,860 Ha., para el desarrollo del cultivo de sorgo con nivel de inversión alto.

Este índice también, se integró en los cuadros 7 y 8, donde se observa las diferencias entre municipios, en cuanto al grado de aptitud, para los dos niveles de inversión respectivamente.

#### 4.3.1.3.- Índice de Aptitud Económico (Iae).

Finalmente el Índice de aptitud Económico (Iae), se define como el valor ponderado por las clases de aptitud que se espera sean económicamente redituables, ésto es, sólo considera a las zonas Muy Aptas y Aptas, que son transformadas a su equivalente de superficie Muy Apta. Para su cálculo se consideran los mismos factores de ponderación que el Iap, es decir, 1 Muy Apta y 0.8 para Apta.

$$Iae = 1 (MA) + 0.8 (A)$$

Donde:

Iae = Índice de Aptitud Económico.

MA = Superficie Muy Apta (Ha.)

A = Superficie Apta (Ha.)

El Iae se interpreta como la superficie equivalente

de tierras Muy Aptas para un cultivo en las que el agricultor tendría las máximas ganancias económicas. Al igual que el Iap, este valor permite hacer comparaciones entre distritos y entre municipios y saber cuál o cuáles son los mejores en términos de ganancias para un cultivo en particular.

Así, con el ejemplo que hemos venido exponiendo tendremos un Iae para el municipio de La Barca, como sigue:

Clase de Aptitud:	Superficie (Ha.):		
Muy Apta (MA)	17,500	X 1 =	17,500
Apta (A)	16,700	X 0.8 =	13,360
Marginalmente Apta (mA)	0		
No Apta	3,748		
		-----	-----
Total :	37,948 Ha.		30,860 Ha.

Como vemos, el resultado en este caso en particular del municipio de La Barca, es igual que el Iae, pero en este caso se interpreta como la superficie, donde el agricultor obtendría las máximas ganancias económicas, y en forma general se presentan los Iae obtenidos en los Cuadros No. 7 y 8, para el resto de los municipios del estado.

**4.3.2. Estimación de la producción potencial.**- Dado que es también importante generar una estimación de la producción potencial, que podría alcanzarse, en los mismos cuadros (7 y 8), se reportan los datos resultado de la producción potencial, para los dos niveles de inversión, que se calcularon en base a los rendimientos estimados por Ortiz (25), que se consiguan en el Cuadro No. 6 (Pág. 68).

Ya que Ortiz (25), cita dos niveles de rendimiento, para cada clase de aptitud, en los dos tipos de inversión, y para las divisiones climáticas que predominan en el estado, se tomó como parámetro, el promedio de los rangos de rendimiento que estima, el investigador citado. Cabe mencionar que en la producción potencial, no se toma en cuenta la superficie No Apta (NA), debido a que algunos municipios sólo tenían superficie con este tipo de aptitud, y para efectos comparativos no resultaba práctico.

**4.3.3. Resultados obtenidos a nivel Estatal.**- A nivel Estatal, se encontraron los siguientes índices de aptitud, de acuerdo a los dos niveles de inversión.

Para el nivel de inversión Alto, encontramos que el Estado de Jalisco, muestra un Iag = 1.2442 para el cultivo del sorgo, un Iap de 722 Mil Ha., un Iae de 555 Mil Ha., y una producción potencial de 3 millones de toneladas de

grano (se excluye la producción probable de la superficie No Apta), todo esto derivado de la clasificación agroclimática que se tuvo para este nivel de inversión, que fue como sigue:

Superficie Muy Apta .....	300,000	Ha.
Superficie Apta .....	319,091	Ha.
Superficie marginalmente Apta ..	418,600	Ha.
Superficie No Apta .....	6'976,009	Ha.

En cuanto al nivel de inversión bajo, encontramos a nivel estatal, los siguientes índices: Un Iag = 1.4312 para el cultivo del sorgo, un Iap de 1'339,218 Ha., un Iae de 974,000 Ha., y una producción probable de 1 millón 346 mil toneladas de este grano (también se excluye la producción probable en la superficie No Apta), todo lo anterior generado de la clasificación agroclimática, para el nivel de inversión bajo, que resultó como sigue:

Superficie Muy Apta .....	215,400	Ha.
Superficie Apta .....	948,250	Ha.
Superficie marginalmente Apta ..	913,044	Ha.
Superficie No Apta .....	5'937,006	Ha.

**4.3.4. Análisis de rendimientos.** Con los resultados de la clasificación agroecológica, se estimaron los rendimientos en campo de las áreas según su aptitud productiva, en base a los rendimientos obtenidos en los últimos cinco ciclos agrícolas (32), para realizar un comparativo con los rendimientos que marca el método encontrándose los siguientes rangos de producción en campo:

RENDIMIENTO EN CAMPO  
(TON)

CLASE DE APTITUD	MAXIMO	MINIMO	PROMEDIO
Muy Apto	5.20	4.20	4.70
Apto	4.19	3.00	3.60
Marginalmente Apto	2.99	1.00	2.00

Y de acuerdo a Ortiz (24), los rendimientos que estima para un nivel de inversión alta de acuerdo a la metodología son los siguientes:

RENDIMIENTO SEGUN METODO  
(TON)

CLASE DE APTITUD	MAXIMO	MINIMO	PROMEDIO
Muy Apto	5.10	4.10	4.60
Apto	4.00	2.00	3.00
Marginalmente Apto	1.90	1.00	1.45

Como podemos observar, los rangos de rendimientos varían mayormente en cuanto se reduce la clase de aptitud, siendo más similares en la clase Muy Apta y apta, además de ser mayores los rendimientos en campo que los obtenidos teóricamente según el método.

La explicación de este comportamiento se facilita, si se conoce el manejo agronómico que realizan los agricultores y las causas responsables de los altos rendimientos.

En primer lugar, se debe estar consciente que sin importar la aptitud de los terrenos, los productores tienen la tendencia a realizar sus labores agrícolas de acuerdo a patrones comunes, es decir, generalmente procuran tener el mismo número de plantas por hectárea; fertilizan con las mismas dosis y con algunas peculiaridades, tratan de resolver problemas fitosanitarios mediante procedimientos similares, y se tiene presencia de condiciones naturales favorables, éstas son aprovechadas en razón de ese manejo agronómico y de la calidad de los terrenos.

Cuando los manejos agronómicos no son los adecuados, incluso se pueden revertir los efectos de condiciones favorables y así, los largos periodos de crecimiento, convenientes para los cultivos, se traducen en más tiempo para que las plagas y/o enfermedades, manifiesten sus efectos nocivos.

**4.3.5. Análisis Económico.** Con el objeto de conocer la viabilidad económica, se efectuaron análisis considerando, para condiciones de campo, costos de producción promedio de un millón 965 mil 383 pesos por hectárea (tabla 7 del apéndice, pág. 94), y un precio medio rural de la tonelada a razón de 510 mil pesos, obteniendo los siguientes valores de la producción para los rendimientos máximos, mínimo y promedio de cada aptitud, y solo para el nivel de inversión alto, ya que los de nivel bajo, no presentan redituabilidad con el costo de producción mencionado.

VALOR DE LA PRODUCCION POR HECTAREA  
RENDIMIENTOS TEORICOS

CLASE DE APTITUD	MAXIMO	MINIMO	PROMEDIO
Muy apta	2'601,000	2'091,000	2'346,000
Apta	2'040,000	1'020,000	1'530,000
Marginalmente apta	969,000	510,000	739,500

Y para realizar un análisis comparativo se calculó el valor de la producción con los rendimientos en campo, que resultó como sigue:

VALOR DE LA PRODUCCION POR HECTAREA  
RENDIMIENTOS EN CAMPO

CLASE DE APTITUD	MAXIMO	MINIMO	PROMEDIO
Muy apta	2'652,000	2'142,000	2'397,000
Apta	2'136,900	1'530,000	1'836,000
Marginalmente apta	1'524,900	510,000	1'020,000

Como se podrá observar en los rendimientos teóricos, solamente los niveles de la aptitud Muy Apta, y el nivel máximo de la apta, presentan redituabilidad con respecto a los costos de producción. En cuanto a los rendimientos en campo, el comportamiento anterior es similar, excepto que en el nivel promedio, las pérdidas son menores que en el rendimiento teórico.

Para obtener una visión más amplia de este análisis, en la tabla No. 8 del apéndice (Pág. 95), se enlistan los rendimientos promedios por municipio, obtenidos en los últimos cinco ciclos agrícolas (32), y enmarcando que los rendimientos que estén por debajo del mínimo necesario para recuperar la inversión que es de 3.85 ton/ha., no son redituables en la actualidad según el costo de producción estimado.

#### 4.4. Discusión de Resultados.

Como cualquier otra metodología, los resultados dependen de la calidad de la información que se utilice, en este sentido, se pueden tener problemas con datos provenientes de estaciones meteorológicas, que carezcan de registros o que no sean confiables, anomalías que en parte se pueden subsanar utilizando, por ejemplo, procedimientos de ajustes de cifras, mediante modelos que consideren las temperaturas medias anuales y las medias mensuales de las que se tenga duda, sin embargo, nada substituye a una buena información.

Tan importante como la metodología en sí, lo constituye el manejo e interpretación de los resultados en campo, por la manera de cómo pueden utilizarse, para replantear, conceptos de investigación y asistencia agrícola.

La elaboración de el Inventario Climático de acuerdo con la metodología FAO (5), presenta algunos inconvenientes principalmente por la falta de información por lo que se consideró como alternativa, la elaboración de inventarios climáticos, a partir de datos escasos propuesta por Pájaro y Ortiz (27), utilizada como vía de solución para aquellas regiones que no cuentan con una completa red de estaciones meteorológicas, que proporcionen los datos que



requieren las metodologías más completas. Así, mediante esta variante, se determinan de una forma más rápida y con mayor facilidad las divisiones climáticas mayores y los periodos de crecimiento.

Una consideración que se debe tomar muy en cuenta es la referente a la Escala 1:1'000,000 pues no es posible dar recomendaciones a nivel parcelario dado la relación al área mínima cartografiada, puesto que en los resultados las superficies menores a 100 Ha., no aparecen, pudiendo ser muchas de ellas para el cultivo del sorgo.

Se puede decir, que en términos de temperaturas y precipitaciones el Estado de Jalisco, es apto para el cultivo del sorgo, principalmente en todo el centro; exceptuando pequeñas áreas del norte y región de los Altos, debido a lo errático del temporal y presencia de heladas tempranas, que traen como consecuencia periodos de crecimiento cortos (menores de 120 días), los cuales no son suficientes para completar el ciclo vegetativo óptimo del cultivo.

En general, se puede mencionar que las zonas más productivas desde el punto vista edáfico, presentan en ubicación el mismo comportamiento que el inventario climático, debido a que los efectos del clima actúan como modificadores de las propiedades físicas y/o químicas del suelo.

Para el Estado de Jalisco la clase de aptitud agroecológica predominante es la No Apta, puesto que en la mayor parte de la entidad existen serias limitaciones para los cultivos de temporal. En segundo término se encuentra la clase marginalmente Apta, posteriormente la Apta, y finalmente la Muy Apta, localizadas estas tres últimas en los lugares que satisfacen algunos o todos los requerimientos climáticos, edáficos y fisiográficos que demanda el cultivo del sorgo.

Al establecer la comparación entre el nivel alto y bajo de inversión, se aprecia que este último presenta superficie mayor que el primero (excepto superficie Muy Apta), no obstante el volumen de producción potencial es menor.

De acuerdo al análisis económico que se realizó, nos encontramos que solamente en la superficie con aptitud Muy Apta, y en la Apta con rendimiento teórico máximo, se obtiene utilidad, según el costo de producción estimado, por lo cual, se determina que solamente en alrededor de 400 mil ha., de la zonificación con nivel de inversión alta, el cultivo del sorgo sería rentable, y no en 555 mil

ha., como se determinó mediante el método. Además comparando la superficie promedio que se siembra con sorgo de temporal, que es de 193,105 ha. (32), encontramos que solamente se aprovecha el 50% del potencial estatal de superficie con potencial productivo. Sin olvidar que en la práctica, un alto porcentaje del área clasificada con aptitud sorguera, está ocupada por otros cultivos.

Debido a que por la insuficiencia de recursos económicos que sufre el país, es difícil esperar que la producción crezca en función de la ampliación de la frontera agrícola, máxime que es política nacional incrementar la producción en base a la productividad, adquiere relevancia la conclusión de que es precisamente en zonas de mayor aptitud, donde la eficiencia es menor, ya que mediante estrategias técnicas apropiadas, en relativamente poco tiempo, se podrían elevar los índices de rendimiento, con el consiguiente aumento en la cosecha sorguera del estado.

Un aspecto, que escapa a la metodología, es el uso actual del suelo, recomendando utilizar los criterios agrónomos, ecológicos y económicos para la interpretación de los resultados en campo, ya que como se explicó en las características del método, éste trata de evitar la degradación de los suelos, u ocasionar trastornos ecológicos. Esta recomendación se da, ya que algunas zonas agroecológicas, caen en lugares donde actualmente el uso del suelo es bosque, particularmente en las mesetas que pertenecen a la región huichol en los municipios de Bolaños y San Martín de Bolaños, y en áreas del municipio de Mazamitla entre otros, un caso ilustrativo sería el municipio de Guadalupe, que obviamente es zona urbana en su totalidad, sin embargo, en la zonificación agroecológica resulta apta para el cultivo del sorgo.

## 5. CONCLUSIONES

Sobre la metodología empleada, podemos decir que es un método rápido, es confiable y cumple con los objetivos de planeación agrícola y conocimiento del potencial productivo de las diversas zonas agrícolas.

La metodología FAO, adaptada por Ortiz (24), resulta práctica para las condiciones en que se encuentra la estadística meteorológica del país, en comparación con otras metodologías más complejas.

Otro aspecto importante de la metodología, es sin duda la evaluación que se hace de las características edáficas, ya que esto ofrece una mayor precisión en la delimitación de zonas, que metodologías anteriores, que sólo consideraban los requerimientos climáticos del cultivo.

Los resultados concuerdan en gran parte con el comportamiento actual de la superficie sorguera en el estado, principalmente en la regiones de La Barca y Guzmán.

Desde el punto de vista económico, se concluye que existen alrededor de 400 mil ha., que presentan viabilidad de ser reutilizadas en el Estado. Actualmente solamente se cultivan alrededor de 200 mil ha., ya que la mayor parte de la superficie con aptitud sorguera, la ocupan otros cultivos o tiene otro tipo de uso.

De acuerdo a los precios actuales de producción, y precios del sorgo en campo, resulta incoosteable cultivarlo con un nivel de inversión bajo, como lo indica la metodología.

La metodología cuida el aspecto ecológico, ya que determina zonas con un uso y rendimiento sostenido, que justifique los insumos empleados, sin afectar las características deseables de los terrenos agrícolas.

Como consideración final, podemos decir, que la metodología sirvió para delimitar las zonas agroecológicas para el cultivo del sorgo, en el estado de Jalisco, de una manera sencilla, rápida y con un grado de precisión aceptable, en base a la información que se utilizó.

Al dirigir la planeación agrícola hacia áreas de potencial productivo, se evitarán sin duda las pérdidas debidas a las condiciones climáticas desfavorables, aunando lo primero con un manejo agronómico adecuado del cultivo.

## 6. RECOMENDACIONES.

Como cualquier otro método, los resultados que se obtengan dependerán del manejo y criterio que se utilice para interpretarlos.

Se debe tener cuidado, en analizar el uso actual del suelo, tomando criterios agronómicos, ecológicos y económicos para la interpretación de los resultados.

Con respecto a los niveles de inversión, dependerán del cultivo a zonificar, pues no todos tendrán dos niveles de inversión, como señala la metodología, un ejemplo sería el maíz, que si tiene dos niveles de inversión bien diferenciados, en los productores que lo cultivan como medio de subsistencia y los productores comerciales.

Se puede lograr una zonificación más específica contando con información metereológica más detallada por ejemplo, a nivel municipal o regional, contando para ello con el complemento necesario que viene siendo la información cartográfica del INEGI, a escala 1:50,000.

Los aumentos en productividad no deberán suscribirse a la espera de un buen temporal, sino de hacer uso de un manejo integral del cultivo de acuerdo a su aptitud potencial en determinada zona. Es decir, desarrollar tecnologías de acuerdo a cada aptitud productiva.

BIBLIOTECA FACULTAD DE AGRONOMIA

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

1. Castaños, C.M.; y De la Mora, J. 1991. Evaluación Agroecológica en Jalisco. Caso Maíz. Coordinación General de Desarrollo Rural, Gobierno del Estado de Jalisco.
2. Esquivel D, A. 1991. Evaluación agroecológica del Estado de Jalisco para el cultivo del Maíz y Frijol. Tesis Profesional, Universidad Autónoma de Chapingo, México.
3. Dirección General de Distritos de Temporal y Unidades de Temporal, 1980. Zonificación Fenoclimatológica para Jalisco. S.A.R.H.
4. \_\_\_\_\_ 1981. Caracterización Agropecuaria de Zonas Temporaleras en Función de la Productividad de Maíz y Sorgo en el Estado de Jalisco y Nayarit. S.A.R.H.
5. F.A.O., 1978 (A). Agro-ecological zones project. World soil resources report N°. 48. Methodology and results for Africa.
6. \_\_\_\_\_ 1978 (B). Agro-ecological zones project. Report 48/2. Results for Southwest Asia.
7. \_\_\_\_\_ 1980. Informe del Proyecto de Zonas Agroecológicas, Vol. 3, Metodología y Resultados para América del Sur y Central.
8. \_\_\_\_\_ 1985. Directivas: Evaluación de tierras para agricultura en secano. Boletín de suelos No. 52.
9. García, M.R.; M.A. Morfín y J.J. Rodríguez 1989. Zonificación agroecológica de maíz de temporal con dos niveles de inversión para la República Mexicana. Tesis Profesional. Universidad Autónoma de Chapingo, México.
10. González, A.I.; F.A. Turrent ; V.J. Ruiz y S.R. Avelaño (1990). Provincias agronómicas de las tierras para de labor bajo temporal, en México. Instituto Nacional Investigaciones Forestales y Agropecuarias. México.

11. Hernández, E. P. 1990. Zonificación agroecológica del frijol (*Phaseolus vulgaris* L.) en condiciones de temporal, con dos niveles de inversión para la República Mexicana. Tesis Ingeniero Agrónomo especialista en suelos. UACH. Chapingo, México.
12. Hernández X., 1953. Regiones Agrícolas de México. Universidad Autónoma de Chapingo.
13. Informática y Sistemas, 1979. Definición de Parámetros Ecológicos y Manejo para la Jerarquización de Zonas Productoras de Maíz y Frijol en el Estado de Zacatecas. Subdelegación de Planeación. S.A.R.H. Zacatecas, México.
14. Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática 1990 (A). Anuario Estadístico del Estado de Jalisco. Edición 1990. Aguascalientes, Ags.
15. \_\_\_\_\_ 1980. Carta de Clasificación de suelos FAO/UNESCO del Estado, Escala 1:1'000,000; Carta Fisiográfica del Estado, Escala 1:1'000,000. Carta de Isoyetas e Isotermas del Estado, Escala 1:1'000,000. Aguascalientes, Ags.
16. \_\_\_\_\_ 1990 (B). Jalisco en Síntesis. 3ra Edición. Aguascalientes, Ags.
17. Leland, R. H. 1982. El Sorgo. Guía para su mejoramiento genético. Grupo Editorial Gaceta. Universidad Autónoma de Chapingo, México.
18. Morales, C.N. 1983. Aplicación de zonas agroecológicas (FAO) para la evaluación a la aptitud de producción de maíz, frijol, y trigo en la parte sur del Estado de Zacatecas. Tesis de Maestría, Colegio de Postgraduados, Chapingo, México.
19. Moreno, S. F., 1983. Evaluación de la capacidad alimentaria del Estado de Tlaxcala a nivel municipal de acuerdo al enfoque de zonas agroecológicas (FAO). Tesis Maestría en Ciencias. Colegio de Postgraduados, Chapingo, México.
20. Nuño R, R. 1988. Determinación de zonas de eficiencia agroclimática para el maíz. Tesis de Maestría en Ciencias. Escuela de Graduados. Facultad de Agronomía de la Universidad de Guadalajara.

21. Orozco, S. A. 1990. Zonificación Agroclimatológica del Cultivo del Maíz en el Estado de Aguascalientes. Tesis Profesional de la Facultad de Agronomía de la Universidad de Guadalajara.
22. Ortiz M, R., 1963. El Plan Jalisco sus realizaciones y límites. 1er Congreso Nacional de la Ciencia del Suelo. México.
23. Ortiz S, C.A. 1984 . Elementos de agrometeorología cuantitativa con aplicaciones en la República Mexicana. Universidad Autónoma de Chapingo.
24. \_\_\_\_\_ 1987. Evaluación de las tierras de México para la producción de maíz, frijol y sorgo en condiciones de temporal. Cuadernos de edafología. Colegio de Postgraduados Chapingo.
25. \_\_\_\_\_; L. Tijerina; D. Pájaro; L.A. Aceves; E. Ojeda; D.K. Villalpando y G. Haro 1988 . Evaluación de la aptitud de las tierras de la república mexicana para la producción en condiciones de temporal de ocho cultivos básicos. Manual de la Metodología. Colegio de Postgraduados. Universidad Autónoma de Chapingo. México.
26. Pájaro H., D. 1984. Estimación de periodos de crecimiento a partir de la precipitación total anual. Trabajo final del curso de agrometeorología. Colegio de Postgraduados. Chapingo, México.
27. \_\_\_\_\_ y C.A. Ortiz S. 1989. Estimación del periodo de crecimiento por disponibilidad de agua y libre de heladas para la República Mexicana. Centro de Edafología. Colegio de Postgraduados. Montecillo, México.
28. Plan Operativo-1-"A", P.V. 1991/91. Determinación de la Viabilidad Económica y Asignación de Recursos Financieros, para el Sorgo T.M.F., Banco de Crédito Rural de Occidente, S.N.C.
29. Plan Nacional Hidráulico. 1985. Proyecto de Temporal Linares-Montemorelos-Allende. S.A.R.H.
30. Programa Operativo Anual Ampliado 1991. Gobierno del

Estado de Jalisco. Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos.

31. Ramirez R, A. 1990. Problemática del maíz en el Estado de Jalisco. Tesis Profesional. Universidad Autónoma de Chapingo, México.
32. Resultados de los programas de producción estatal. Ciclos P.V. 86,87,88,89,90. Subdelegación de Política Sectorial y Concertación. Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos.
33. Romero, P.J. 1989. Las zonas agroclimáticas en el valle de Tepalcatepec, Michoacán. Ponencia presentada al II Congreso de Agroclimatología. Chapingo, México.
34. Solis, A.R. 1988. Zonificación agroecológica para cinco cultivos en el Distrito de Desarrollo Rural Integral No. III, Texcoco, Méx. Tesis Ingeniero Agrónomo especialista en suelos. UACH. Chapingo, México.
35. Tarín, R. J. M., 1987. Validación de la metodología de zonas agroecológicas propuesta por la FAO para el área de influencia de Chapingo, Tesis UACH. Chapingo, México.
36. Variables Climáticas de Jalisco, 1958 - 1990. Servicio Meteorológico Nacional.
37. Villalpando I, F. 1990. Apuntes de Agroclimatología para el primer semestre. Escuela de Graduados. Facultad de Agronomía. Universidad de Guadalajara.



# APPENDICE

ESTACION METEOROLOGICA	LOCALIZACION		
	LATITUD	LONGITUD	ALTITUD (msnm)
1 .- AGOSTADERO	21° 22'	102° 20'	1,760
2 .- AJOJUCAR	21° 34'	102° 26'	1,745
3 .- ATOTONILCO	20° 33'	102° 31'	1,600
4 .- ATOYAC	20° 00'	103° 31'	1,350
5 .- ATEQUIZA	20° 24'	103° 08'	1,520
6 .- ATENGUILLO	20° 24'	104° 30'	1,310
7 .- BOLAÑOS	21° 49'	103° 48'	910
8 .- CALERA	21° 31'	102° 36'	1,905
9 .- CHAPALA	20° 18'	103° 11'	1,523
10 .- CIHUATLAN	19° 14'	104° 35'	20
11 .- COLOTLAN	20° 07'	103° 34'	1,665
12 .- CUQUID	20° 56'	103° 01'	1,799
13 .- EL FUERTE	20° 18'	102° 46'	1,527
14 .- EL GRULLO	19° 48'	104° 13'	880
15 .- EL NOGAL	19° 52'	103° 46'	1,900
16 .- EL TUITO	20° 19'	105° 19'	600
17 .- ENCARNACION	21° 32'	102° 14'	1,848
18 .- GUADALAJARA	20° 40'	103° 25'	1,583
19 .- HUEJUQUILLA	22° 37'	103° 54'	1,750
20 .- HUEJUCAR	22° 21'	103° 12'	1,865
21 .- IXTLAHUACAN DEL RIO	20° 52'	103° 14'	1,650
22 .- JESUS MARIA	20° 36'	102° 13'	2,100
23 .- JUCHITLAN	20° 05'	104° 06'	1,237
24 .- LA DESEMBOCADA	20° 44'	105° 09'	20
25 .- LAGOS DE MORENO	21° 22'	101° 55'	1,880
26 .- MASCOTA	20° 32'	104° 48'	1,240
27 .- PALO VERDE	20° 38'	102° 57'	1,739
28 .- PONCITLAN	20° 23'	102° 55'	1,530
29 .- PURIFICACION	19° 43'	104° 36'	380
30 .- QUITO	19° 31'	103° 25'	1,070
31 .- QUITUPAN	19° 56'	102° 52'	1,593
32 .- SAN BERNARDO	21° 38'	102° 24'	1,800
33 .- SAN DIEGO	21° 00'	101° 59'	1,940
34 .- SAN GASPAS	21° 17'	102° 30'	1,790
35 .- SAN GREGORIO	19° 44'	103° 16'	1,845
36 .- SAN JUANICO DE A.	21° 39'	102° 31'	1,800
37 .- SAN MIGUEL EL ALTO	20° 59'	102° 24'	1,850
38 .- SAN SEBASTIAN	20° 47'	104° 51'	1,400
39 .- TAMAZULA	19° 40'	103° 14'	1,285
40 .- TACOTAN	20° 02'	104° 18'	1,330
41 .- TAPALPA	19° 57'	103° 45'	2,060
42 .- TEPATITLAN	20° 49'	102° 46'	1,800
43 .- TEOCALICHE	21° 26'	102° 34'	1,750
44 .- TOTATICHE	21° 56'	103° 27'	1,770
45 .- TOLIMAN	19° 36'	103° 55'	740
46 .- TOMATLAN	19° 56'	105° 15'	35
47 .- TOTOTLAN	20° 32'	102° 48'	1,540
48 .- UNION DE S.A.	21° 07'	102° 00'	1,930
49 .- UNION DE TULA	19° 57'	104° 16'	1,340
50 .- VALLE DE GPE	21° 01'	102° 37'	1,820
51 .- VENUSTIANO C.	19° 45'	103° 46'	1,276
52 .- VILLA GUERRERRO	21° 59'	103° 36'	1,785
53 .- VILLA OBREGON	21° 09'	102° 41'	1,870

TABLA No. 7. COSTOS DE PRODUCCION DE SORGO, TMF

CONCEPTO	IMPORTE
PREFARACION DE SUELOS	330,000
Limpia de Terreno	60,000
Barbecho	130,000
Rastreo	80,000
Empareje	60,000
SIEMBRA	240,000
Semilla	110,000
Siembra	130,000
FERTILIZACION	342,080
Fertilizante	282,080
Aplicación	40,000
Acarreo y Maniobras	20,000
LABORES DE CULTIVO	70,000
Escarda y/o deshierbe	70,000
CONTROL DE PLAGAS Y ENFERMEDADES	349,300
Insecticidas y Acaricidas	117,300
Aplic. de Insect. y Acaricidas	40,000
Herbicida	102,000
Aplic. de Herbicida	40,000
Pajareo	50,000
COSECHA	230,000
Trilla	150,000
Acarreo	80,000
GASTOS DIRECTOS :	1,561,380
GASTOS INDIRECTOS :	404,003
TOTAL COSTO POR HA. :	1,965,383

Fuente: Estimado en base a la PD - 1 "A" para Sorgo TMF, de Banrural para el ciclo FV 91/91.

TABLA No. 8. RENDIMIENTOS PROMEDIOS MUNICIPALES DEL CULTIVO DE SORGO GRANO DE TEMPORAL.

MUNICIPIO	RENDIMIENTO PROMEDIO (TON/HA.)	MUNICIPIO	RENDIMIENTO PROMEDIO (TON/HA.)	MUNICIPIO	RENDIMIENTO PROMEDIO (TON/HA.)
ACATIC	2.970	GUACHINANGO	3.600	STA MA DE ANG	3.000
ACATLAN DE J.	4.500	GUADALAJARA	N.R.	SAYULA	3.000
AHUALULCO DEL M.	4.300	HOSTOTIPAQUILLO	4.400	TALA	3.600
AMACUECA	3.500	HUEJUCAR	3.600	TALPA DE A.	N.R.
AMATITAN	4.200	HUEJUQUILLA EL	2.000	TAMAZULA DE G	4.200
AMECA	4.100	IXTL. DE LOS MEM	3.900	TAPALPA	N.R.
ANTONIO ESC.	4.900	IXTL. DEL RIO	3.500	TECALITLAN	N.R.
ARANDAS	3.600	JALOSTOTITLAN	N.R.	TECOLOTLAN	1.500
EL ARENAL	3.520	JAMAY	5.200	TECHALUTA	3.770
ATEMAJAC DE BLA	N.R.	JESUS MARIA	4.200	TENAMAXTLAN	3.500
ATENGO	3.200	JILQTLAN DE LOS	2.000	TEOCALTICHE	N.R.
ATENGUILLO	2.500	JOCOTEPEC	4.600	TECQUITATLAN	3.160
ATOTONILCO	4.800	JUANACATLAN	4.000	TEPATITLAN	3.600
ATOYAC	4.910	JUCHITLAN	2.000	TEQUILA	4.300
AUTLAN DE N.	2.240	LA BARCA	4.500	TEUCHITLAN	4.100
AYOTLAN	4.900	LAGOS DE MORENO	1.167	TIZAPAN EL A.	3.900
AYUTLA	N.R.	LA HUERTA	1.900	TLAJOMULCO	3.200
BOLAKOS	N.R.	LA MANZANILLA	N.R.	TLAQUEPAQUE	5.200
CABO CORRIENTES	N.R.	MAGDALENA	4.500	TOLIMAN	2.500
CANADAS DE D.	N.R.	MANUEL M. D.	N.R.	TOMATLAN	2.400
CASIMIRO CAST.	4.500	MASCOTA	4.200	TONALA	4.600
CIHUATLAN	1.800	MAZAMITLA	N.R.	TONAYA	2.000
CIUDAD GUZMAN	3.650	MEXTICACAN	N.R.	TONILA	N.R.
CD. VENUSTIANO	N.R.	MEZQUITIC	1.830	TOTATICHE	4.000
COCULA	4.300	MIXTLAN	N.R.	TOTOTLAN	4.800
COLOTLAN	3.200	OCOTLAN	4.500	TUXCACUESCO	2.100
CONCEPCION B.A.	N.R.	OJUELOS DE JAL.	N.R.	TUXCUECA	4.900
CUAUTITLAN	2.470	PIHUAMO	N.R.	TUXPAN	3.500
CUAUTLA	N.R.	PONCITLAN	4.500	UNION SAN ANT.	1.500
CUQUIO	3.870	PUERTO VALLARTA	3.100	UNION DE TULA	4.110
CHAPALA	4.600	PURIFICACION	2.000	VALLE DE GPE.	N.R.
CHIMALTITAN	N.R.	QUITUPAN	3.600	VALLE DE J.	N.R.
CHIQUILISTLAN	2.000	S. CRISTOBAL DE	N.R.	VILLA CORONA	3.000
DEGOLLADO	4.900	SAN DIEGO DE A	2.800	VILLA GUERRERO	3.700
EJUTLA	N.R.	S JUAN DE LAGOS	N.R.	VILLA HIDALGO	N.R.
EL GRULLO	3.930	SAN JULIAN	N.R.	YAHUALICA	N.R.
EL LIMON	3.280	SAN MARCOS	3.700	ZACDOLCO DE T.	4.500
EL SALTO	4.300	S MARTIN DE B.	4.000	ZAPOPAN	3.800
ENCARNACION D.	N.R.	SAN MARTIN HGO	4.500	ZAPOTILTIC	N.R.
ETZATLAN	4.500	S MIGUEL EL A.	N.R.	ZAPOTITLAN VAD	N.R.
GOMEZ FARIAS	3.000	S SEBASTIAN D.	2.400	ZAPOTLAN REY	4.870
				ZAPOTLANEJO	4.300

N.R. : NO HAY REPORTE.

FUENTE: RESULTADOS DE LOS PROGRAMAS DE PRODUCCION AGRICOLA ESTATAL, 1986-1990, Subdelegación de Política Sectorial y Concertación, Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos.

TABLA No. 9 . RESULTADOS AGRICOLAS DE LA PRODUCCION  
DE SORGO GRANO DE TEMPORAL POR DISTRITOS

1/	CICLO	SUPERFICIE ( HA. )		PRODUCCION	RENDIMIENTO
		SEMBRADA	COSECHADA	OBTENIDA TON.	PROMEDIO TON/HA.
1	PV 86/86	N.R.			
2	PV 86/86	11,022	10,418	34,801	3.340
3	PV 86/86	19,116	18,555	74,484	4.014
4	PV 86/86	136	136	546	4.012
5	PV 86/86	6,303	6,079	17,920	2.948
6	PV 86/86	119,525	118,146	581,416	4.921
7	PV 86/86	25,463	19,335	63,871	3.303
8	PV 86/86	N.R.			
1	PV 87/87	9,340	9,244	38,027	4.114
2	PV 87/87	11,615	11,583	40,770	3.520
3	PV 87/87	17,017	16,748	67,520	4.032
4	PV 87/87	658	472	795	1.684
5	PV 87/87	2,423	2,411	4,803	1.992
6	PV 87/87	118,314	117,207	484,163	4.131
7	PV 87/87	32,606	31,531	104,811	3.324
8	PV 87/87	248	218	861	3.950
1	PV 88/88	11,145	10,949	43,614	3.983
2	PV 88/88	11,778	11,559	44,220	3.826
3	PV 88/88	17,964	17,760	74,308	4.184
4	PV 88/88	1,581	1,150	2,332	2.028
5	PV 88/88	2,492	2,492	6,549	2.628
6	PV 88/88	122,294	120,689	568,135	4.707
7	PV 88/88	34,796	34,554	122,025	3.531
8	PV 88/88	N.R.			
1	PV 89/89	12,335	12,335	40,661	3.296
2	PV 89/89	10,932	10,647	35,109	3.298
3	PV 89/89	16,428	16,114	61,903	3.842
4	PV 89/89	1,133	1,071	3,675	3.431
5	PV 89/89	4,374	4,167	10,822	2.597
6	PV 89/89	121,889	120,456	494,955	4.109
7	PV 89/89	36,929	30,809	110,605	3.590
8	PV 89/89	214	187	508	2.717
1	PV 90/90	9,534	9,412	38,463	4.087
2	PV 90/90	10,195	10,113	31,717	3.136
3	PV 90/90	10,525	10,379	39,139	3.771
4	PV 90/90	904	904	1,990	2.201
5	PV 90/90	3,494	3,469	12,468	3.594
6	PV 90/90	115,082	108,562	336,950	3.104
7	PV 90/90	35,453	29,803	105,510	3.540
8	PV 90/90	266	260	1,302	5.008

1/ DTO : NUMERO DEL DISTRITO DE DESARROLLO RURAL.

N.R. : No se reporta siembra de sorgo grano, solo sorgo forraje.

FUENTE: RESULTADOS DE LOS PROGRAMAS DE PRODUCCION AGRICOLA ESTATAL, 1986-1990  
Subdelegación de Política Sectorial y Concertación, Secretaría de  
Agricultura y Recursos Hidráulicos.