

# Universidad de Guadalajara

---

FACULTAD DE AGRICULTURA



## " CARACTERIZACION AGROCLIMATICA EN LA CUENCA ENDORREICA, ZACOALCO-SAYULA "

*Tesis Profesional*

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

FELIPE BERNACHE PEREZ

LAS AGUJAS, MPIO. DE ZAPOPAN, JAL., 1989



Noviembre 9 de 1988

C. PROFESORES:

ING. EDUARDO RODRIGUEZ DIAZ, DIRECTOR  
ING. JAVIER VASQUEZ NAVARRO, ASESOR  
ING. JOSE ANTONIO SANDOVAL MADRIGAL, ASESOR

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

" CARACTERIZACION AGROCLIMATICA EN LA CUENCA ENDORREICA, ZACOTALCO - SA YULA "

presentado por el (los) PASANTE (ES) FELIPE BERNACHE PEREZ

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  
"AÑO ENRIQUE DIAZ DE LEÓN"  
"PIENSA Y TRABAJA"  
EL SECRETARIO

ING. JOSE ANTONIO SANDOVAL MADRIGAL

srd'



# UNIVERSIDAD DE GUADALAJARA

Facultad de Agricultura

Expediente .....

Número .....

Noviembre 10 de 1988

ING. ANDRES RODRIGUEZ GARCIA  
DIRECTOR DE LA FACULTAD DE AGRICULTURA  
DE LA UNIVERSIDAD DE GUADALAJARA  
PRESENTE

Habiendo sido revisada la Tesis del (los) Pasante (es)  
FELIPE BERNACHE PEREZ

titulada:

" CARACTERIZACION AGROCLIMATICA EN LA CUENCA ENDORREICA, ZACOALCO - SAYULA "

Damos nuestra Aprobación para la impresión de la misma.

DIRECTOR

ING. EDUARDO RODRIGUEZ DIAZ

ASESOR

ING. JAVIER VASQUEZ NAVARRO

ASESOR

ING. JOSE ANTONIO SANDOVAL MADRIGAL

strd'

Al contestar este oficio sírvase citar fecha y número

## AGRADECIMIENTO

A mi Facultad de Agronomía, por mi formación académica.

A mi Director de Tesis, Ing. Eduardo Rodríguez, por su -  
paciencia y estímulo que me brindó.

A mis Asesores, Ings. Javier Vásquez Navarro y José Anto-  
nio Sandoval Madrigal, quienes me brindaron todo su apoyo e -  
interés, para realizar este trabajo.

## DEDICATORIAS

A mis padres

Fortino Bernache y Ma. de Jesús Pérez  
Por su esmero y preocupación para que  
yo terminara mis estudios académicos.

A mi esposa y mi hijo  
Dulce Ma. y Felipe de Jesús  
Por su cariño que siempre me  
brindaron, en el transcurso-  
de mi carrera profesional.

A mis hermanos  
Lucina, Fortino, Alicia, Eugenia,  
Juana, Ma. de Jesús, Ernesto, - -  
Filiberto y Blanca.

A mis maestros y compañeros.

TABLA DE CONTENIDO

	Pág.
I. INTRODUCCION . . . . .	1
II. OBJETIVOS . . . . .	2
III. REVISION DE LITERATURA. . . . .	3
3.1 Elementos básicos para el manejo de instrumental me- teorológico . . . . .	3
3.1.1 Medición de la lluvia. . . . .	3
3.1.1.1 Pluviómetro . . . . .	3
3.1.2 Medición de la temperatura . . . . .	5
3.1.2.1 Termómetro tipo six de máxima y mínima . . . . .	5
3.1.3 Medición de la evaporación . . . . .	7
3.1.3.1 Tanque estandar tipo "A" . . . . .	7
a.- Tanque evaporímetro . . . . .	7
b.- Plataforma . . . . .	7
c.- Cilindro de reposo . . . . .	11
d.- Micrómetro . . . . .	11
e.- Lectura . . . . .	11
3.2 Importancia de los factores primarios del clima en - la agricultura . . . . .	14
3.2.1 Temperatura . . . . .	14
3.2.1.1 La temperatura y la adaptabilidad de culti- vos . . . . .	14
3.2.2 Precipitación . . . . .	15
3.2.3 Transpiración . . . . .	15
3.2.4 Terminología. . . . .	16
3.3 Período de crecimiento . . . . .	16
3.3.1 Período de crecimiento determinado por la disponibi- lidad de agua . . . . .	17
3.3.1.1 Inicio del período de crecimiento . . . . .	17
3.3.1.2 Período húmedo . . . . .	18
3.3.1.3 Terminación de la estación lluviosa . . . . .	18
3.3.1.4 Terminación del período de crecimiento . . . . .	18
3.4 Período de crecimiento determinado por la disponibi- lidad de agua y temperatura. . . . .	18
3.5 Distribución del agua en el mundo. . . . .	20
3.5.1 Evaluación de la sequía . . . . .	20
3.5.2 El tiempo y la planificación agrícola . . . . .	21
3.5.3 Información meteorológica para la agricultura. . . . .	21
3.5.4 Predicciones especiales para la agricultura . . . . .	22

	Pág.
3.5.4.1 Siembra . . . . .	22
3.5.4.2 Enfermedades y plagas . . . . .	23
3.5.4.3 Heladas . . . . .	23
3.5.4.4 Recolección y almacenamiento de semillas y frutos . . . . .	23
3.6 El clima y la agricultura. . . . .	23
3.6.1 Utilidad de las estadísticas climatológicas en la - agricultura . . . . .	24
IV. DESCRIPCIÓN DE ÁREA EN ESTUDIO . . . . .	26
4.1 Situación geográfica . . . . .	26
4.1.1 Modo de la formación de la cuenca . . . . .	26
4.1.2 Tipos de vegetación. . . . .	27
4.1.3 El área de estudio . . . . .	27
4.1.4 Clasificación de los suelos de la cuenca endorreica - Zacoalco-Sayula . . . . .	27
4.1.4.1 Solonchak . . . . .	27
4.1.4.2 Solonetz. . . . .	27
4.1.4.3 Feozem . . . . .	28
4.1.4.4 Vertisol. . . . .	28
4.1.5 Localización de las estaciones climatológicas . . . . .	29
V. MATERIALES Y MÉTODOS. . . . .	33
5.1 Cálculo de probabilidades de lluvia . . . . .	33
5.1.1 Distribución acumulativa . . . . .	33
5.2 Cálculo de probabilidades de heladas . . . . .	34
5.2.1 Distribución acumulativa . . . . .	34
5.3 Cálculo de probabilidades de Evapotranspiración . . . . .	34
VI. RESULTADOS . . . . .	36
6.1 Estación de crecimiento determinado por la temperatu- ra . . . . .	36
6.2 Estación de crecimiento determinado por la disponibi- lidad de agua. . . . .	40
6.3 Resumen de los resultados. . . . .	41
6.3.1 Teocuitatlán . . . . .	41
6.3.2 Atoyac . . . . .	42
6.3.3 Amacueca . . . . .	42
VII. DISCUSIÓN DE RESULTADOS. . . . .	46
a. Conclusiones . . . . .	46
b. Recomendaciones . . . . .	46
VIII. BIBLIOGRAFÍA . . . . .	47

## A P E N D I C E

Pág.

### FIGURAS

Nº 1	Pluviómetro	4
2	Termómetro de máxima y mínima	6
3	Lectura de las temperaturas máxima, mínima y ambiente	8
4	Tanque evaporímetro	9
5	Plataforma	10
5.A	Cilindro de reposo	12
6	Micrómetro	13

### GRAFICAS

Nº 1	Tipo de estaciones de crecimiento	19
2	Probabilidad de heladas de 0°C a 3°C	38
3	Estación Teocuitatlán	43
4	Estación Atoyac	44
5	Estación Amacueca	45

### CUADROS

Nº 1	Producción en el municipio de Atoyac, Jalisco	30
2	Producción en el municipio de Teocuitatlán, Jalisco	31
3	Producción en el municipio de Amacueca, Jalisco	32
4	Ocurrencia de heladas tempranas y tardías en la - - estación de Teocuitatlán, Jalisco	37
5	Cálculo de heladas en la estación de Teocuitatlán.- Jalisco	39



## I INTRODUCCION

En nuestro país la mayoría de los cultivos se desarrollan bajo condiciones de temporal, los cuales están condicionados-- entre otros, por los factores climáticos y estos influyen -- grandemente en el buen o mal desarrollo de los vegetales.

En la mayor parte de la cuenca endorreica Zacoalco-Sayula del estado de Jalisco, se establecen cultivos de temporal; y-- este tipo de cultivos están limitados por la cantidad de agua que se concentra en la estación lluviosa del año. Sin embar-- go, la cantidad total caída durante esta época, así como su -- duración, son sumamente variables de un año a otro, por lo -- que nunca se tiene certeza en el volumen precipitado para el -- normal desarrollo de los cultivos. También se debe considerar el efecto que tienen las heladas tempranas o tardías que redu-- ce el período de crecimiento del cultivo. La sequía intraesti-- val, de ser muy prolongada, puede afectar el cultivo, etc.

Con lo anteriormente expuesto, uno de los principales ob-- jetivos de la caracterización agroclimática, es establecer re-- laciones cuantitativas entre el crecimiento y el desarrollo -- de las plantas o la producción de cultivos con los fenómenos-- atmosféricos.

Esta relación puede ser muy útil, para tratar de resolver los problemas relativos a la introducción de cultivos en -- áreas nuevas o ya cultivadas, en este caso, la cuenca endo--- rreica Zacoalco-Sayula.

## II OBJETIVOS

1.- Conocer la fecha más favorable para la siembra y cosecha de cultivos de interés.

2.- Proporcionar información sobre los cultivos aptos para esta zona agrícola, con mayor probabilidad de éxito.

3.- Analizar el efecto de la sequía intraestival que pueda tener en los cultivos.

### III REVISIÓN DE LITERATURA

#### 3.1 Elementos básicos para el manejo de instrumental meteorológico

##### 3.1.1 Medición de la lluvia

Gómez Morales Benjamín y Arteaga Ramírez Ramón (1987). La cantidad de lluvia se expresa por la altura en milímetros de la lámina de agua que se formaría en un suelo horizontal, impermeable o sin filtración, sin escurrimiento superficial y sin que exista evaporación en dicho suelo. Si se presentara nieve o granizo, se expresaría en la misma forma; sólo se tendría que esperar que la capa que se formara en el suelo pasara al estado líquido.

En los registros meteorológicos es frecuente expresar las cantidades, sin especificar si el agua recogida proviene de lluvia, nieve, granizo o combinación de éstos; en tal caso, recibe el nombre de precipitación.

##### 3.1.1.1 Pluviómetro

Instrumento que se utiliza para medir la cantidad de precipitación; está formado principalmente de dos partes (fig. 1).

Cilindro metálico receptor.- Este tiene una longitud de 45.5 cm. y un diámetro de 17.6 cm.; la parte superior termina en una boca receptora con diámetro de 15.95 cm., lo cual da como resultado una superficie receptora de  $200 \text{ cm}^2$ .

Probeta graduada.- La graduación está en milímetros y décimas de milímetros. Su diámetro guarda una relación con el diámetro de la boca receptora, la cual es variable según el fa-

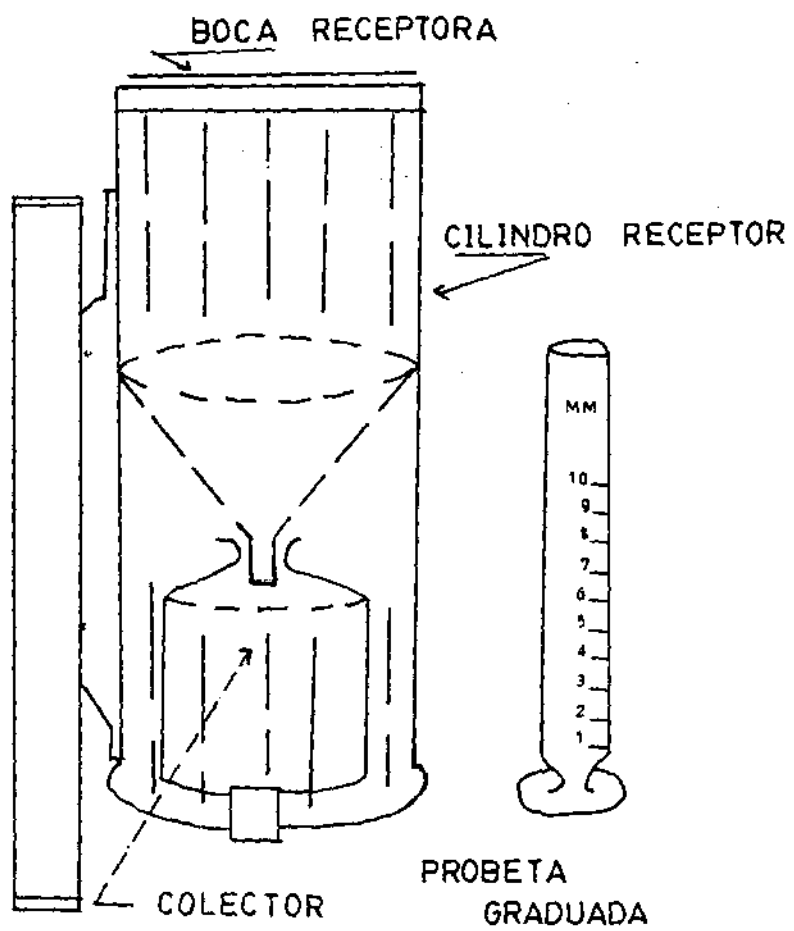


Fig 1 PLUVIOMETRO

bricante, por lo regular es diez veces menor; ésto es, para que un milímetro de agua en el cilindro colector tome una altura diez veces mayor en la probeta, a fin de facilitar la apreciación de las décimas de milímetro.

Para medir la precipitación se vacía el agua acumulada en el colector a la probeta graduada y se hace la lectura.

La boca receptora del pluviómetro debe estar a 1.2 m. de altura sobre el suelo y en posición completamente horizontal. El aparato estará colocado en un lugar despejado lejos de construcciones, árboles, cultivos, etc., y deberá cuidarse que el interior del mismo esté limpio de hojas, tierra y otros objetos que pueden alterar la medición exacta de la precipitación.

### 3.1.2 Medición de la temperatura

#### 3.1.2.1 Termómetro tipo six de máxima y mínima

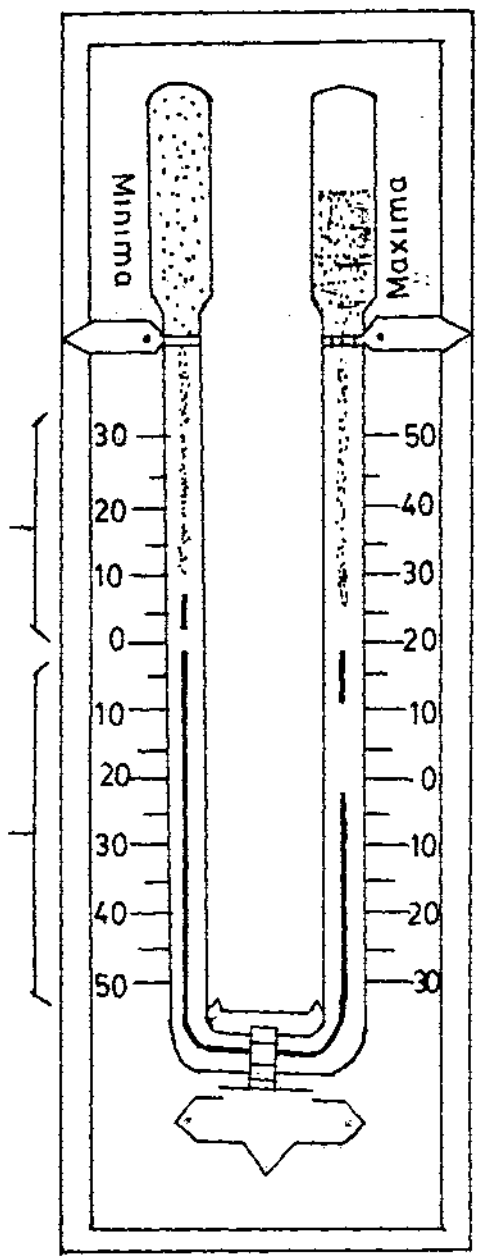
Consiste en un tubo en forma de U (fig. 2), el cual tiene dos tubos B y C llenos parcialmente de mercurio y parte del tubo B y los depósitos A y D, están llenos de guayacol.

El mecanismo del funcionamiento es el siguiente: al aumentar la temperatura, el guayacol del depósito A y del tubo B tiende a dilatarse, y este aumento de volumen ejerce una presión sobre la columna de mercurio del tubo C, que hace que ésta ascienda y empuje un índice pequeño con alma de acero que no podrá bajar al descender la temperatura, pues no se mueve por su propio peso; de esta forma queda indicada la temperatura máxima.

Guayacol

Lecturas negativas temp abajo de 0°C

Lecturas positivas temp arriba de 0°C



Mercurio

Lecturas negativas temp abajo de 0°C

Lecturas positivas temp arriba de 0°C

Fig 2 TERMOMETRO DE MAXIMA Y MINIMA

Al descender la temperatura se contrae el guayacol contenido en el depósito A y tubo B, lo que hace que la columna de mercurio del tubo C descienda y ascienda la columna del tubo B, la cual hará subir al índice hasta cierta altura, que será la temperatura mínima.

Para poner el termómetro en condiciones de funcionar al día siguiente, bastará con un imán para hacer bajar el índice de la temperatura máxima y con unas enérgicas sacudidas para bajar el índice de la temperatura mínima. En la (fig. 3) se muestra la forma como se toma las lecturas.

### 3.1.3 Medición de la evaporación

Se mide en un tanque expuesto a la intemperie y establecido en condiciones tales, que la evaporación se realice en ellos en un modo semejante a la de los depósitos o cursos de agua, ya sea naturales o artificiales, como lagos, ríos, presas, canales, etc., y que los datos obtenidos se puedan aplicar a tales masas de agua.

#### 3.1.3.1 Tanque estandar tipo "A"

Este aparato consta de lo siguiente:

a.- Tanque evaporímetro.- Es un depósito cilíndrico, de lámina de hierro galvanizado, cuyas dimensiones son: 1.22 m. de diámetro en su base y 0.26 m. de altura (fig. 4).

b.- Plataforma.- Formada por once barrotes de madera armada con clavos cuyas dimensiones y disposiciones se ven en la (fig. 5).

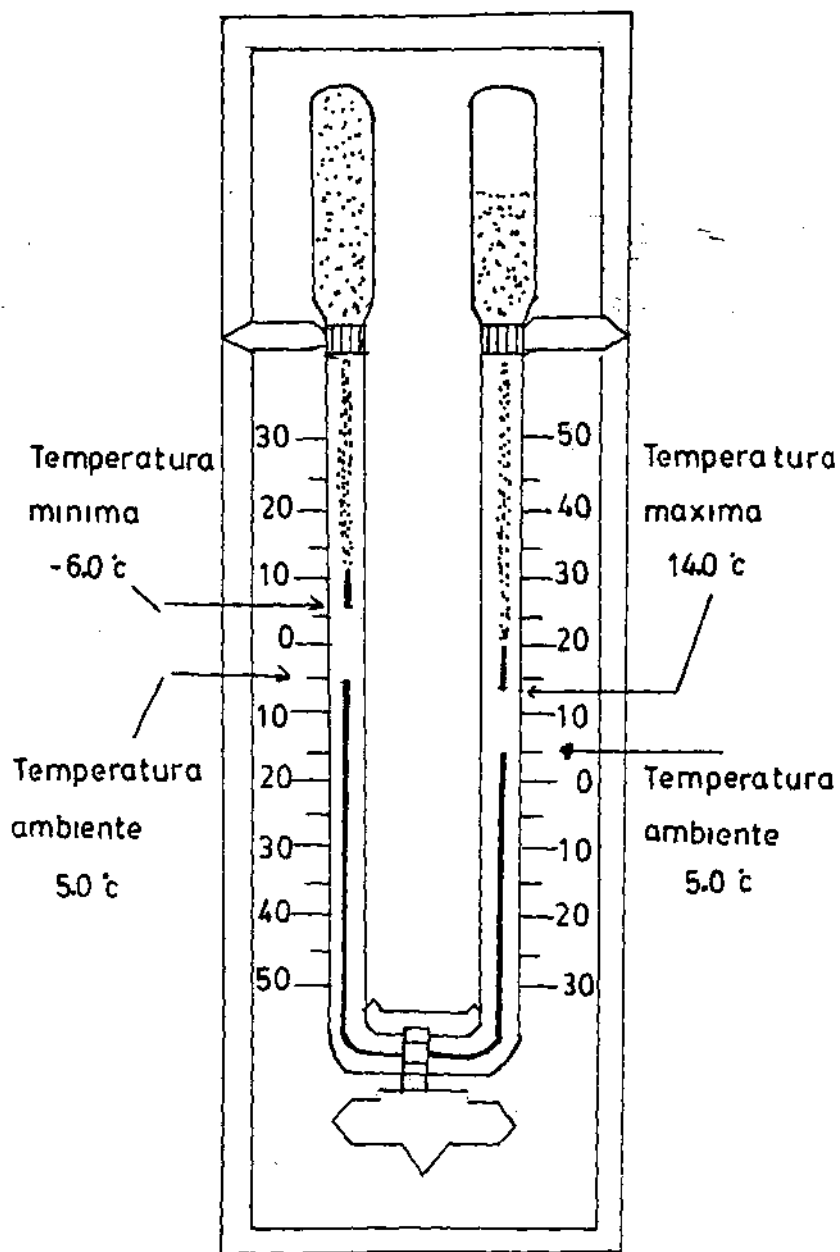


Fig. 3 Lectura de las temperaturas maxima, minima y ambiente



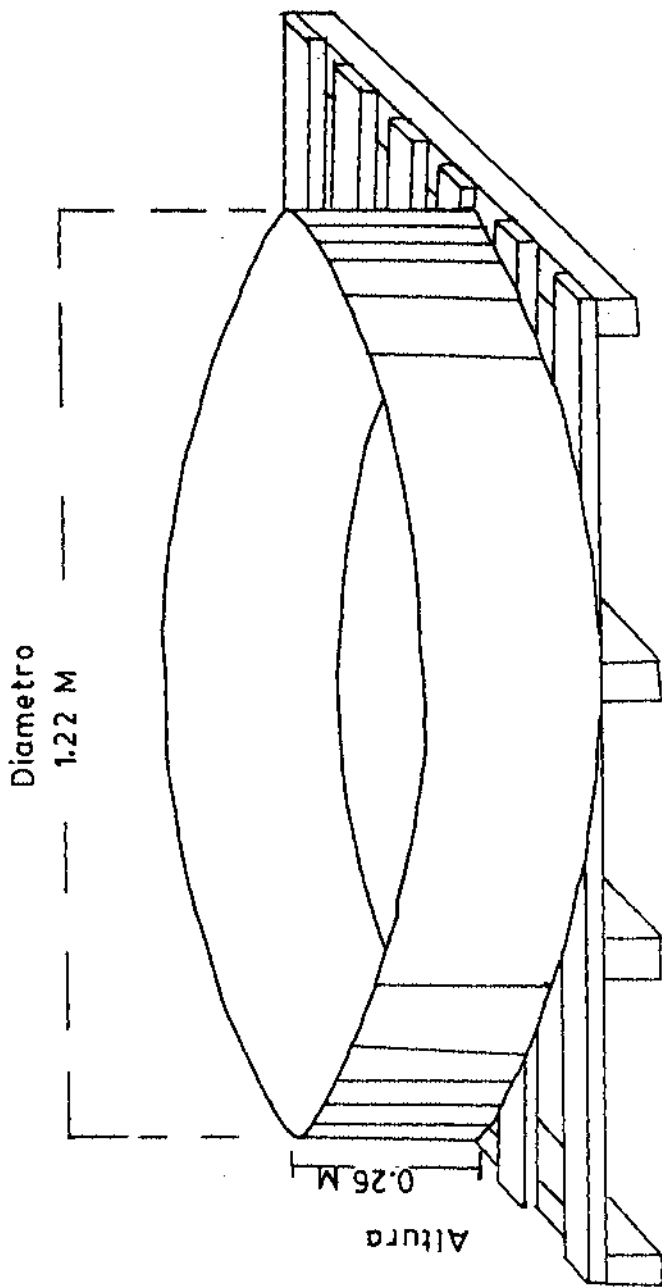


Fig 4 TANQUE EVAPORIMETRO

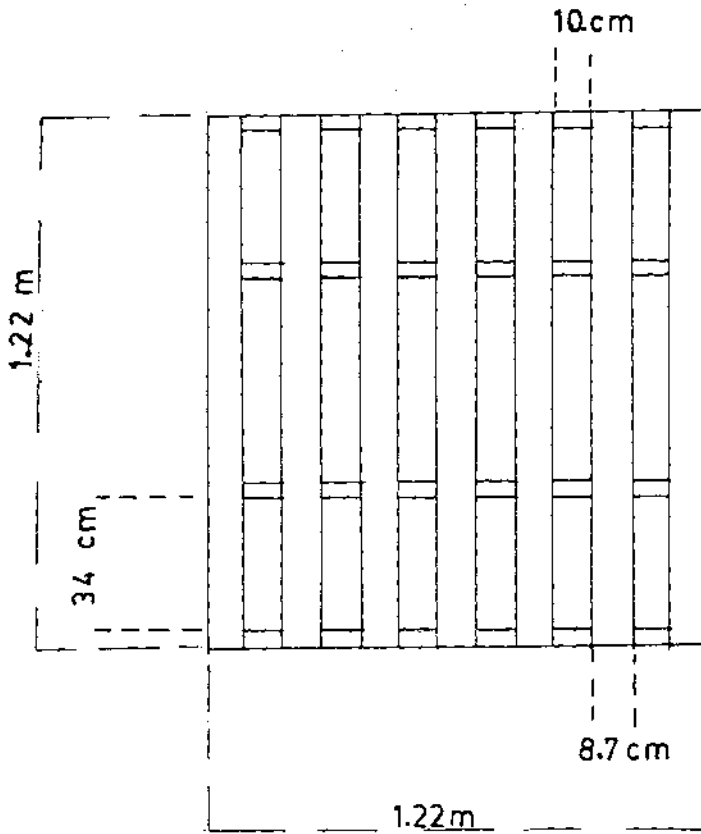


Fig 5 PLATAFORMA

c.- Cilindro de reposo.- Es un aditamento para conseguir que una parte de la superficie del agua permanezca en completa quietud y permita medir con precisión su nivel (fig. 5.A).

d.- Micrómetro.- Está formado principalmente por un tornillo terminado en punta fina, cuya cabeza es un disco graduado. El tornillo pasa a través de una tuerca que lleva tres pequeños brazos radiales (fig. 6) y que se hallan fijados con solidez a uno de éstos; hay una escala dividida en milímetros, colocada paralelamente al tornillo y tan inmediata a la cabeza de éste, que sin dificultad se aprecia cuál es la división de su arista que queda al borde del disco. Cada vuelta del tornillo es de 1 mm., o sea, que el borde de su disco avanza 1 mm. a lo largo de la escala graduada.

El disco está dividido en diez partes iguales, marcadas con la numeración 10, 20, 30, etc., y de dimensiones tales, que es fácil apreciar décimas partes del espacio correspondiente a cada división; esto es, centésimas partes de una vuelta completa del disco, es decir, centésimas de milímetros.

Para utilizar el micrómetro, se apoyan los tres pequeños brazos (c) en la boca del cilindro de reposo y se hace avanzar el tornillo, hasta que la punta toque la superficie de agua. La precisión de esta operación se habrá logrado en el momento en que se observe que se ponen en contacto la punta del tornillo y dicha superficie.

e.- Lectura.- La cifra (fig. 6) que mide el nivel del agua,

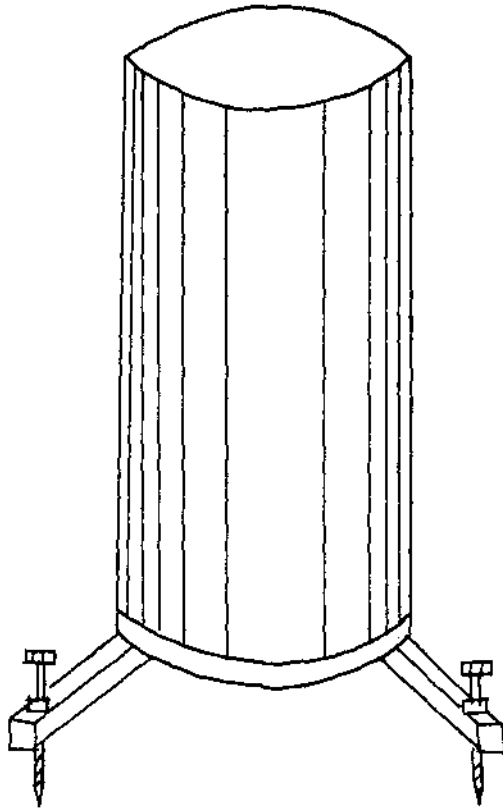


Fig 5A. CILINDRO DE REPOSO

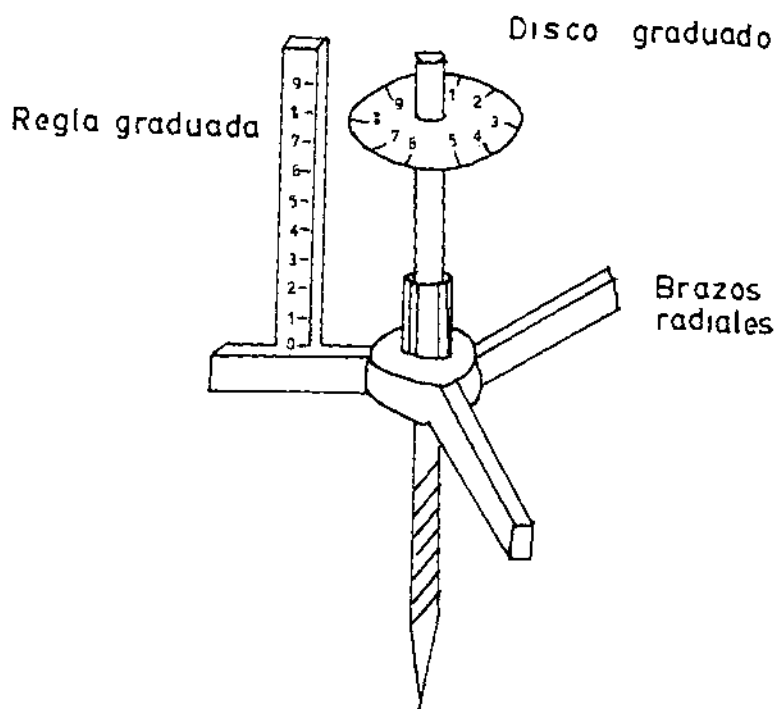


Fig 6 MICROMETRO

se obtiene leyendo primeramente la indicación en milímetros - que señala el filo del disco (a), sobre la regla (b) y sumando a dicha cantidad el número de centésimas de milímetro, que se puede apreciar en el disco, tomando como referencia la - arista de la regla graduada.

La observación se hará a las 7:00 a.m., todos los días.

### 3.2 Importancia de los factores primarios del clima en la agricultura

#### 3.2.1 Temperatura

Ortiz Solorio A. Carlos (1984). A la temperatura clásicamente se le ha considerado como "la esencia del clima", siendo tal vez, el elemento climático que más ha sido estudiado y que mejor se conocen sus relaciones con el desarrollo de las plantas.

La temperatura, además, afecta los mecanismos hormonales involucrados en la fructificación y la floración de las plantas. En algunas especies, temperaturas bajas estimulan la floración; mientras que en otras, se requieren temperaturas relativamente altas, antes de que la floración se inicie.

La temperatura como factor de predicción del rendimiento tiene poco valor discriminante, pero es muy importante para establecer la distribución y adaptación de las plantas.

##### 3.2.1.1 La temperatura y la adaptabilidad de cultivos

Cada especie vegetal tiene ciertas temperaturas críticas, algunas veces llamadas "temperaturas cardinales", que define-

los requerimientos de calor necesario para su crecimiento y desarrollo. Estas temperaturas cardinales generalmente incluyen:

Mínima.- La temperatura más baja, a la cual la planta puede crecer.

Óptima.- La temperatura a la cual el crecimiento y el desarrollo son más favorables.

Máxima.- La temperatura más alta, a la cual la planta crece.

Letales.- Provocan la muerte de la planta. Estas temperaturas son más extremas que los valores máximos y mínimos.

### 3.2.2 Precipitación

R. F. Daubenmire (1982). El agua es de suma importancia en muchos aspectos, ya que como principal solvente universal, disuelve todos los minerales contenidos en el suelo. Además, constituyen el medio por el cual los solutos entran en la planta y fluyen por los tejidos, y al permitir la solución y la ionización dentro de la planta. Asimismo, constituye el material de sustrato en la fotosíntesis y es esencial para el mantenimiento de la turgencia, sin la cual las células no podrían funcionar activamente.

### 3.2.3 Transpiración

Torres Ruiz Edmundo (1983), la define como la pérdida de vapor de agua por los vegetales, principalmente por los estomas (de un 80 a un 90% de la transpiración, ocurre por los estomas). Cuando éstos están abiertos se lleva a cabo la difu--

sión del vapor de agua hacia la atmósfera. Esta difusión siempre se llevará a cabo, excepto cuando la atmósfera tenga una presión de vapor igual o mayor que la de los espacios intracelulares. El grado de intensidad con que se realiza la transpiración, depende de la diferencia en la presión del vapor existente entre las hojas y el aire (micro climas) que rodea a las plantas.

#### 3.2.4 Terminología

El término que aquí utilizaremos y su significado, son los propuestos por la O.M.M. (1966), citado por Ortiz Solorio. En determinadas condiciones, Evaporación Potencial (EV), es la cantidad de vapor de agua que puede ser emitida desde una superficie libre de agua.

Transpiración, es la pérdida de agua liberada hacia la atmósfera, a través de los estomas de la planta. Evapotranspiración (ET), es la suma de las cantidades de agua evaporada desde el suelo y transpirada por las plantas. Evapotranspiración Potencial (ETP), es la máxima cantidad de agua, capaz de ser perdida por una capa continua de vegetación que cubre todo el terreno, cuando es ilimitada la cantidad de agua suministrada al suelo.

### 3.3 Período de crecimiento

FAO (1978), citado por Ortiz Solorio. En su proyecto de zonas agroecológicas utiliza a la Evapotranspiración Potencial (ETP), en la definición de los periodos de crecimiento. Por periodos de crecimiento se considera el número de días du



rante el año en el que existe disponibilidad de agua y temperaturas favorables para el desarrollo de los cultivos.

Villalpando Ibarra J. (1988). Uno de los parámetros más importantes en la evaluación de recursos agroclimáticos en una región, es la determinación de los periodos o estaciones de crecimiento disponibles para el desarrollo de los cultivos. La estación de crecimiento, básicamente está determinada por la disponibilidad de agua y temperatura favorables para el desarrollo y producción de cultivos.

En regiones tropicales, la estación de crecimiento está determinada por el periodo de tiempo en que existe humedad en el suelo, para el desarrollo de cultivos; mientras que en regiones templadas, además de la disponibilidad de humedad, la estación de crecimiento está definida por la disponibilidad de temperatura favorable.

En regiones con agricultura de riego, la estación de crecimiento, además de la temperatura favorable, está determinada por el régimen de radiación solar, la humedad ambiental y otros factores más.

### 3.3.1 Periodo de crecimiento determinado por la disponibilidad de agua

#### 3.3.1.1 Inicio del periodo de crecimiento

La determinación del inicio del periodo de crecimiento, está basado en el comienzo de la estación lluviosa. Específicamente se obtiene cuando  $P > 0.5$  ETP. El valor de 0.5 ETP no es casual, sino que fue determinado considerando las necesidades de agua para la germinación de las semillas y cuando  $P$  es

igual o mayor a 0.5, se satisface ese hecho (gráfica No. 1).

### 3.3.1.2 Período húmedo

Un período de crecimiento normal se define cuando existe un período húmedo. El período húmedo es el intervalo de tiempo en el cual la precipitaciones mayor a la Evapotranspiración Potencial ( $P > ETP$ ).

Cuando existe un período húmedo no solamente se satisfacen las demandas de la evapotranspiración de los cultivos a una completa o máxima cobertura, sino que también el déficit de humedad en el perfil de suelo.

### 3.3.1.3 Terminación de la estación lluviosa

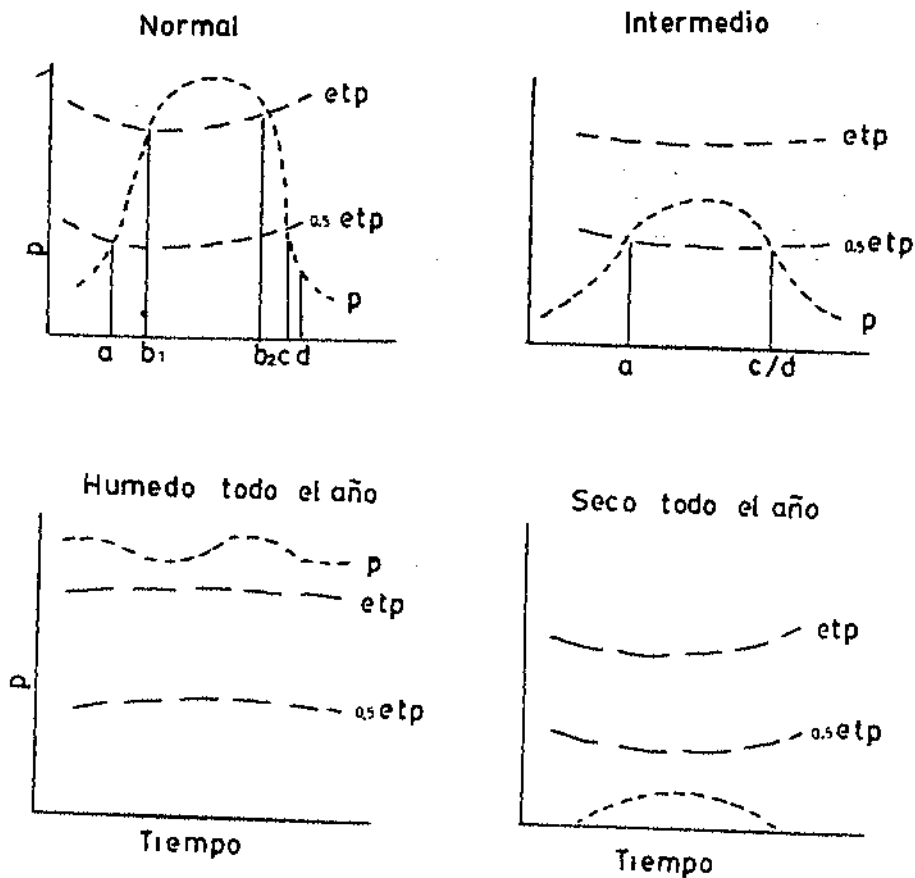
La estación lluviosa termina cuando la  $P \leq 0.5 ETP$ , después del período húmedo.

### 3.3.1.4 Terminación del período de crecimiento

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.

## 3.4 Período de crecimiento determinado por la disponibilidad de agua y temperatura

Después de establecer el período con agua disponible para el desarrollo de cultivos, se evalúa este período en relación a la temperatura. La FAO (1978), consideró a la temperatura media diaria; y Ortiz (1981) para México, a la temperatura media mensual, ambas con un valor de  $6.5^{\circ}\text{C}$  para establecer un límite de temperatura favorable para el desarrollo de los-

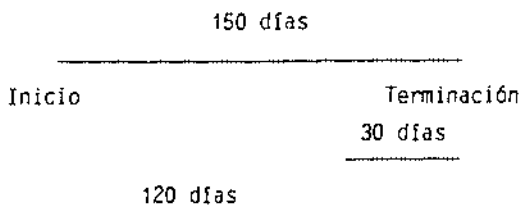


- a: Comienzo de las lluvias y del periodo de crecimiento.  
 b<sub>1</sub> b<sub>2</sub>: Comienzo y final respectivamente, del período húmedo.  
 c: Final de lluvias y de la estación lluviosa.  
 d: Final de período de crecimiento.  
 p: Precipitación.  
 etp: Evapotranspiración potencial.

Grafica 1  
 Tipos de estaciones de crecimiento

cultivos.

De esta forma el periodo con temperaturas inferiores a  $6.5^{\circ}\text{C}$  es restada al periodo con disponibilidad de agua, como se ilustra a continuación:



Periodo con agua disponible = 150 días

Periodo con temperaturas menores a  $6.5^{\circ}\text{C}$  = 30 días

Periodo de crecimiento = 120 días

### 3.5 Distribución del agua en el mundo

Aguilera Contreras Mauricio (1980). El agua es un recurso natural, imprescindible para cualquiera de los tipos de vida existentes en la Tierra, por lo que es importante conocer la cantidad y distribución de los diferentes estados y clases de ésta en el mundo, para lograr un mejor aprovechamiento.

#### 3.5.1 Evaluación de la sequía

Mosiño y García (1966), citado por Teresa Reyna T. la sequía intraestival, o periodo relativamente seco que se presenta en la temporada lluviosa, afecta una gran parte del país. Estos autores, al estudiar las áreas afectadas por dicho fenómeno hicieron notar que de las 1 900 estaciones meteorológicas que funcionan en el país, dentro del lapso de 1921 a 1960,

cerca de la mitad, presentan este receso de lluvia. Le han llamado otros autores a esta etapa, relativamente seca, "canícula", "sequía de agosto"; y los autores antes mencionados le han denominado "sequía intraestival" o "sequía de medio verano".

### 3.5.2 El tiempo y la planificación agrícola

Fuentes Yagüe J. Luis (1983). Cualquier agricultor sabe que la agricultura y el tiempo están íntimamente relacionados, pero a pesar de esta dependencia indudable, no se ha concedido en este asunto la atención que se merece la compleja agricultura actual, con sus altos rendimientos y no menos elevadas inversiones, no se puede prescindir del tiempo a la hora de tomar decisiones:

- Previsión de siembra o de labores, en relación con la humedad de la tierra y de la temperatura ambiental.
- Racionalización de riesgos con relación a la evaporación y la lluvia caída.
- Defensa contra heladas o plagas de campo, etc.

Los daños ocasionados por fenómenos meteorológicos adversos, son considerables: las heladas, ocasionan en nuestra cosecha de frutales y productos hortícolas unas pérdidas que suelen rebasar el 10% del valor de cosechas; las plagas y enfermedades de las plantas, cuyo ciclo vital depende, en gran medida, del tiempo atmosférico, originan pérdidas que alcanzan un 15% del valor de los productos.

### 3.5.3 Información meteorológica para la agricultura

La información meteorológica es de suma utilidad, cuan-

do se pretende introducir otros cultivos o establecer métodos de cultivo o nuevas variedades de los cultivos ya existentes, o cuando se quiera cultivar en zonas cultivadas anteriormente.

El régimen de precipitación, el período libre de heladas, las horas insolación, la temperatura ambiental, etc., son factores de los que depende el éxito de un nuevo cultivo. El conocimiento de la fenología de la planta introducida, contribuye al éxito de la nueva empresa. Se sabe, por ejemplo, que el maíz es muy sensible a la sequía durante el período de floración; se debe cultivar por lo tanto, en regiones que aseguren un grado de humedad conveniente en el suelo durante ese período, bien sea porque llueve durante esa época, o porque el tipo de suelo asegure dicha humedad precedente de precipitaciones anteriores.

#### 3.5.4 Predicciones especiales para la agricultura

Las predicciones más importantes relativas a la agricultura, se refieren a: la época de siembra o plantación, tratamiento contra plagas y enfermedades de las plantas, prevención de heladas, y recolección y almacenamiento de productos.

##### 3.5.4.1 Siembra

En muchos casos, el estado del terreno al efectuar la siembra, condiciona en gran medida el posterior desarrollo del cultivo; en otros casos, la necesidad de una resiembra supone un aumento considerable de los costos de producción. Es conveniente que las predicciones incluyan previsiones relati-

vas a la temperatura y humedad del suelo, puesto que estos factores influyen más que ningún otro, en la germinación y crecimiento inicial de la planta.

#### 3.5.4.2 Enfermedades y plagas

Las condiciones atmosféricas influyen, de una forma más o menos decisiva, en la aparición y desarrollo de determinadas plagas y enfermedades de los cultivos.

El pronóstico del tiempo venidero permite prever la intensidad del ataque, con lo que se tomarán las medidas preventivas necesarias para hacerle frente.

#### 3.5.4.3 Heladas

En regiones donde los cultivos sensibles al frío tienen un elevado valor, los avisos de riesgos de heladas, durante los períodos críticos, permiten organizar la defensa de una forma oportuna y eficiente.

#### 3.5.4.4 Recolección y almacenamiento de semillas y frutos

Las predicciones meteorológicas contribuyen eficazmente para que los agricultores, en época de recolección, tomen las medidas pertinentes para retrasar o adelantar la recolección y el almacenamiento de productos susceptibles de sufrir deterioro con la lluvia o la elevada humedad relativa del aire.

### 3.6 El clima y la agricultura

Griffiths, F. John (1985). Menciona que el clima participa en la formación del ambiente de los vegetales. También determina los tipos de cultivos cuya producción es factible ob-

tener. Aunque los cultivos se ven afectados por las características del suelo, el relieve, los insectos, las enfermedades, etc., ninguno puede adquirir una importancia real en un sistema agrícola si no está bien adaptado a las condiciones del medio ambiente existente, aún cuando éstas permiten la instalación de riego necesaria.

El crecimiento de las plantas depende de todos los factores que componen el medio ambiente. A un factor no se le debe de considerar en forma aislada como óptimo para el crecimiento de una especie vegetal, sin especificar previamente los niveles aproximados o las condiciones de los demás componentes del medio ambiente. No existe ningún factor que sea más importante ni independiente a los demás. En otras palabras, ningún componente del medio ambiente actúa sólo, sino que participa de manera conjunta a un nivel mayor con los demás factores. Por lo tanto, serán necesarias las interrelaciones de todos los factores posibles, antes de definir el clima óptimo para el crecimiento de una planta y organismo específico.

### 3.6.1 Utilidad de las estadísticas climatológicas en la agricultura

L. de Fina Armando y C. Ravelo Andrés (1973), indican que las estadísticas climatológicas son muy útiles para saber de antemano si un cultivo es posible o no en una localidad.

Supóngase que se va a abrir a la agricultura una región recientemente desmontada y sistematizada, para lo cual se dispone de estadísticas climatológicas y donde se pretende cultivar algodón ¿es o no factible dicho cultivo?.



Las estadísticas que se suponen están basadas en 35 años de observaciones meteorológicas, indican que, como promedio, - en el año hay un período libre de heladas de 270 días, la temperatura media del mes más calido es de  $26.5^{\circ}\text{C}$  y la del mes más frío es de  $15^{\circ}\text{C}$ ; la lluvia media anual es de 825 mm, con varios meses en el semestre cálido (octubre a marzo), acusando un promedio mensual entre 106-150 milímetros, mientras que los 4 meses otoño-invierno (mayo-agosto), acusan entre 10-30-milímetros de promedio mensual. Con tales datos, se puede afirmar con gran seguridad que la nueva región agrícola es factible provechosamente al cultivo del algodón del cultivo, pues satisfacen las necesidades climáticas de dicha planta para producir una buena cosecha (siempre que el suelo no sea adverso para la planta).



ESCUELA DE AGRICULTURA  
BIBLIOTECA

#### IV DESCRIPCION DE AREA EN ESTUDIO

##### 4.1 Situación geográfica

La cuenca endorreica Zacoalco-Sayula, que abarca las estaciones climatológicas en estudio (Atoyac, Teocuitatlán y Amacueca), se encuentra comprendida entre las coordenadas  $19^{\circ}50'$  y  $20^{\circ}10'$  de latitud norte,  $103^{\circ}20'$  y  $103^{\circ}40'$  de longitud oeste, con una altura de 1 355 a 1 500 msnm.

De acuerdo a la clasificación de climas de Thornth Waite, se define como: PG, HE, TB, VA, ES, es decir, semiseco con gran deficiencia de agua invernal; semicálido, con baja concentración de calor en verano. La precipitación promedio anual es de 780 mm, con evaporaciones hasta de 1 300 mm anuales.

##### 4.1.1 Modo de la formación de la cuenca

Su modo de formación es tectónico, encontrando como rocas más abundantes las riolitas, basalto y brechas volcánicas.

Los suelos de la cuenca son: Feozem, Feozem halpico, Lubico, Vertisol pelico y Litosol. Entre otras características por poseer más del 30% de  $Na^+$  intercambiable y una estructura de la superficie laminar. Probablemente por eso es que la infiltración del agua en el terreno en el período de lluvias sea lenta; además, el espacio capilar y no capilar en su mayoría se encuentra saturada por cristales de sales, por lo que el agua se pierda en su mayor parte por evaporación (suelos -

salinos sódicos).

#### 4.1.2 Tipos de vegetación

De acuerdo con los resultados obtenidos por Arámbula Ceseña Araceli y Preciado Santana R. (1987), las plantas más dominantes son: Districhlis spicata (Zacate salado) y Suaeda diffusa (Romerito); las menos dominantes son: Acacia farnesiana (hizache), Atriplex (Saladillo), Chenopodium album (Quelite - cenizo), Lycium caraliniamum (Tomatillo), Opuntia streptacantha (Nopal), Sesuvium portulacastrum (Cenicilla), las cuales son halofitas.

#### 4.1.3 El área de estudio

El presente trabajo se llevó a cabo en el área de influencia de las estaciones climatológicas seleccionadas en los municipios de Atoyac, Teocuitatlán y Amacueca, en el estado de Jalisco.

#### 4.1.4 Clasificación de los suelos de la cuenca endorreica Zacoalco-Sayula

##### 4.1.4.1 Solonchak

(Del ruso Sol: sal literalmente, suelos salinos). Son suelos que se presentan en diversos climas. En zonas donde se ha acumulado el salitre, tales como lagunas y lechos de lagos, o en las partes más bajas de los valles o llanos de las zonas secas del país. Se caracterizan por presentar un alto contenido de sales en algunas partes del suelo o en todo el valle.

##### 4.1.4.2 Solonetz

(Del ruso Sol: se refiere a suelos arcillosos. son ricos

en sodio).

Estos suelos se localizan en varios climas, en zonas donde se acumulan las sales, y en particular, el álcali de sodio.

Se caracteriza por tener un subsuelo arcilloso que presenta terrones duros en forma de columnas. Este subsuelo, y a veces otras partes del suelo, presentan un contenido alto de álcali.

#### 4.1.4.3 Feozem

(Del griego Phaeo y del ruso Zemija, tierra literalmente parda). Son suelos que se encuentran en varias condiciones climáticas, desde zonas semiáridas hasta templadas o tropicales muy lluviosas; así como en diversos tipos de terrenos, desde planos hastamontañosos. Su característica es una capa superficial obscura, suave, rica en materia orgánica y en nutrientes.

Los Feozems son suelos abundantes en nuestro país y los usos que se le dan son variados, en función del clima o relieve.

#### 4.1.4.4 Vertisol

(Del latín Verto: voltear literalmente, suelo que se revuelve, que se voltea).

Son suelos que se presentan en climas templados y cálidos, en zonas en las que hay una marcada estación seca y otra lluviosa.

Se caracterizan por las grietas anchas y profundas, que-

aparecen en ellos en la época de sequía, su color frecuentemente es negro o gris. Son pegajosos cuando están húmedos; o muy duros cuando están secos, a veces salinos.

Su utilización agrícola es muy extensa, variada y productiva. Son casi siempre muy fértiles, pero presentan para su manejo problemas, ya que su dureza dificulta la labranza, con frecuentes problemas de inundación y dificultad en el drenaje.

#### 4.1.5 Localización de las estaciones climatológicas

Las estaciones pertenecen a la Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos. Se encuentran ubicadas en la cuenca endorreica Zacoalco-Sayula.

Geográficamente las estaciones se encuentran localizadas en:

- |                   |            |                         |
|-------------------|------------|-------------------------|
| a) Atoyac.-       | Latitud    | 20°01'                  |
|                   | Longitud   | 103°29'                 |
|                   | Altitud    | 1 373 msnm              |
|                   | Superficie | 452.530 km <sup>2</sup> |
| b) Teocuitatlán.- | Latitud    | 20°05'                  |
|                   | Longitud   | 103°23'                 |
|                   | Altitud    | 1 337 msnm              |
|                   | Superficie | 347.431 km <sup>2</sup> |
| c) Amacueca.-     | Latitud    | 20°01'                  |
|                   | Longitud   | 103°36'                 |
|                   | Altitud    | 1 430 msnm              |
|                   | Superficie | 125.864 km <sup>2</sup> |

Cuadro 1 PRODUCCION EN EL MUNICIPIO DE ATOYAC, JALISCO

Cultivo	Modalidad	Superficie		Rendimiento (kg/ha)	
		C/F	Total	C/F	Promedio
<u>C. Anuales</u>					
Maíz solo	T	3,227	3,227	2,735	2,735
	H	195	195	4,097	4,097
	Suma	3,422	3,422	2,813	
Frijol sólo	T	542	542	1,649	1,649
	H	57	57	1,701	1,701
	R	15	15	1,733	1,733
Sorgo	T	2,260	2,260	4,600	4,600
	H	670	670	3,700	3,700
Hortalizas	T	115	115	13,713	13,713
<u>Perennes</u>					
Alfalfa	R	213	213	74,450	74,450

Fuente: SARH, Jalisco

T = Temporal

H = Humedad

R = Riego


 ESCUELA DE AGRICULTURA  
 BIBLIOTECA

Cuadro 2 PRODUCCION EN EL MUNICIPIO DE TEOCUIATLAN, JALISCO

Cultivo	Modalidad	Superficie		Rendimiento (kg/ha)	
		C/F	Total	C/F	Promedio
<u>C. Anuales</u>					
Maíz sólo	T	3,080	3,080	3,465	3,465
	H	699	699	3,371	3,371
Frijol sólo	T	706	706	1,818	1,818
	H	315	315	853	853
	R	85	85	1,611	1,611
Sorgo	T	2,052	2,052	3,634	3,634
	H	1,407	1,407	4,245	4,245
Pepino	R	14	14	19,214	19,214
Calabaza	R	4	4	10,250	10,250
<u>Perennes</u>					
Alfalfa	R	362	362	67,280	67,280
Aguacate	R	10	10	700	700
Cítricos	R	2	2	900	900

Fuente: SARH, Jalisco

T = Temporal

H = Humedad

R = Riego

Cuadro 3 PRODUCCION EN EL MUNICIPIO DE AMACUECA, JALISCO

Cultivo	Modalidad	Superficie		Rendimiento (kg/ha)	
		C/F	Total	C/F	Promedio
<u>C. Anuales</u>					
Maíz sólo	T	1,880	1,880	2,416	2,416
	H	34	34	3,382	3,382
Frijol sólo	T	130	130	1,361	1,361
	H	3	3	1,333	1,333
Sorgo	T	2,520	2,520	4,200	4,200
	H	93	93	2,397	2,397
Trigo	T	300	300	2,400	2,400
Papa	T	35	35	25,000	25,000
<u>Perennes</u>					
Alfalfa	R	122	122	22,170	22,170
Nogal	R	120	120	1,130	1,130
Café	R	116	116	8,580	

Fuente: SARH, Jalisco

T = Temporal

H = Humedad

R = Riego



## V MATERIALES Y METODOS

Los materiales que se utilizaron en el presente trabajo, fueron tomados de los registros de las estaciones climatológicas de la SARH: de la estación Atoyac de 1976-1986, Teocuitatlán de 1976-1986 y Amacueca de 1979-1985.

Los datos que se tomaron de estas estaciones son: precipitación, evaporación y heladas de todos los meses, los cuales se fueron registrando en forma decenal.

### 5.1 Cálculo de probabilidades de lluvia

#### 5.1.1 Distribución acumulativa

Los pasos involucrados en este método, son los siguientes:

- a) Tabular los totales de lluvia, para el período dado.
- b) Ordenar las observaciones del valor más grande, al valor más pequeño.
- c) Asignar un número de orden, empezando con el número 1 para el valor más grande.
- d) Calcular la frecuencia acumulada para cada observación; ésta se calcula con la siguiente fórmula:

$$F_a = \frac{m}{N + 1} \cdot 100$$

donde:

$F_a$  = frecuencia acumulativa

$m$  = número de orden

$N$  = número total de observaciones

## 5.2 Cálculo de probabilidades de heladas

### 5.2.1 Distribución acumulativa

Las probabilidades de primera y última helada, así como el período libre de heladas se pueden calcular, haciendo uso de la distribución acumulativa.

Para calcular probabilidades con esta distribución, primero se necesita calcular la frecuencia acumulada (Fa), ésta se obtiene como sigue:

$$\text{Para última helada: } Fa = 1 - \frac{K}{m + 1}$$

$$\text{Para primera helada: } Fa = \frac{K}{m + 1}$$

donde:

K = número de orden

m = número de años con heladas

Fa = frecuencia acumulativa

## 5.3 Cálculo de probabilidades de Evapotranspiración

Para calcular la Evapotranspiración, primero se calculó la evaporación con el método de distribución acumulativa antes mencionado. Los datos que se obtuvieron se multiplicaron por 0.80, para convertir la evaporación a evapotranspiración; y ésta a su vez se multiplicó por 0.50, para obtener la ETP al 50%.

Una vez calculados estos datos, se obtuvieron los siguientes resultados:

- 1) Inicio del período de crecimiento al 70%.

- 2) Período húmedo al 70%.
- 3) Terminación de la estación lluviosa al 70%.
- 4) Terminación del período de crecimiento al 70%.
- 5) Las probabilidades de heladas en las estaciones de estudio.

## VI RESULTADOS

De las estaciones climáticas con que cuenta la SARH, en la cuenca endorreica Zacoalco-Sayula, se tomaron las más completas, las que tenían más años registrados y éstas fueron: - Atoyac con 11 años, Teocuitatlán con 11 años y Amacueca con 6 años; aunque son las estaciones más completas que tiene la SARH en sus registros, no se podrán aplicar las pruebas de homogeneidad y recorrido, debido a que son pocos años

### 6.1 Estación de crecimiento determinado por la temperatura

La estación de Atoyac es libre de heladas, la estación de Amacueca tiene un porcentaje muy bajo para considerar, sólo la estación de Teocuitatlán presenta un porcentaje considerable de heladas.

En el cuadro No. 4 aparecen las fechas de ocurrencia de heladas tempranas y tardías. Como se puede observar, en algunos años no se tuvieron heladas tempranas ni heladas tardías.

Cuadro 4 OCURRENCIA DE HELADAS TEMPRANAS Y TARDIAS EN LA ESTACION DE TEOCUIATLAN, JALISCO

Año	Ultima helada	Primera helada	Período libre de heladas
1976	Enero 09	Diciembre 10	335
1977	Febrero 15	*	319
1978	Enero 06	*	359
1979	Febrero 09	Noviembre 24	288
1980	Enero 05	*	339
1981	Enero 24	*	391
1982	*	*	365
1983	Enero 22	*	343
1984	*	*	363
1985	*	*	365
1986	*	*	365
			$\bar{x}$ 348

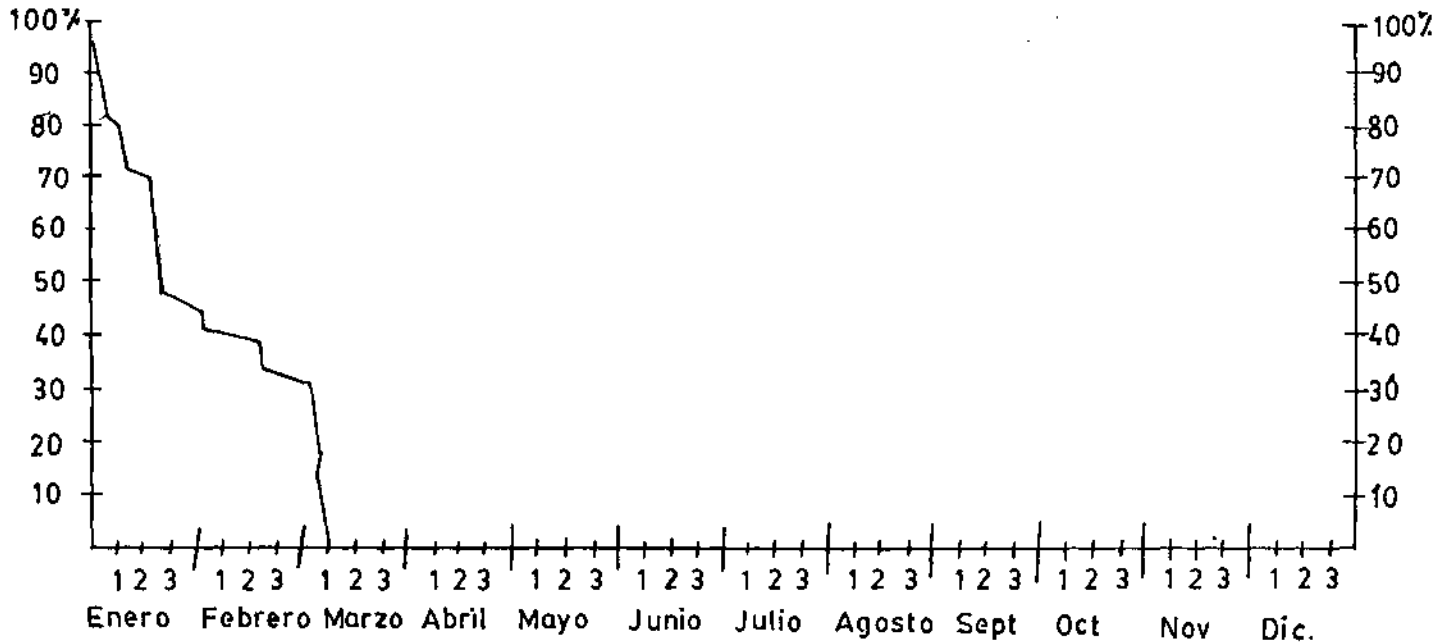
\* No se presentan heladas

Lo anterior sugiere que la primer necesidad, es conocer la frecuencia con la que se presenta una última o una primer-helada; es decir, tomando en cuenta el número de frecuencias con que se presentó este fenómeno en los once años de estudio.

Para la estación Teocuitatlán, se calcularon las fechas de primera y última helada, utilizando probabilidad (Gráfica-2).

# Estacion Teocuitatlan

Probabilidad de heladas de 0° a 3°c



Grafica 2

Cuadro 5 CALCULO DE HELADAS EN LA ESTACION DE TEOCUITATLAN, JALISCO

Mes	Días	No. de Orden	Fa
<u>HELADA TARDIA</u>			
Enero	01	01	0.96
	02	02	0.93
	03	03	0.90
	05	04	0.86
	06	05	0.82
	10	06	0.80
	11	07	0.76
	13	08	0.72
	22	09	0.70
	23	10	0.65
	23	11	0.62
	24	12	0.59
	24	13	0.55
	25	14	0.51
	25	15	0.48
Febrero	03	16	0.44
	09	17	0.41
	21	18	0.38
	26	19	0.34
Marzo	01	20	0.31
	02	21	0.27
	03	22	0.24
	04	23	0.20
	05	24	0.17
	06	25	0.13
	07	26	0.10
	08	27	0.06
	09	28	0.03

$$\text{Fórmula: } Fa = 1 - \frac{1}{m + 1}$$

Cuadro 5 Continúa

Mes	Días	No. de Orden	Fa
HELADA TEMPRANA			
Noviembre	23	01	0.33
	24	02	0.66
Fórmula: $Fa = \frac{1}{m + 1}$			

## 6.2 Estación de crecimiento determinado por la disponibilidad de agua

En las gráficas 3, 4 y 5 de las estaciones de estudio, se traza la línea de la precipitación obtenida con el 70% de probabilidad; así como la evapotranspiración potencial y el 0.5 de ETP. En el eje vertical se tabularon los valores de precipitación y ETP en mm. y en el eje horizontal el tiempo en decenas, para los meses de enero a diciembre. Con los resultados obtenidos en las gráficas, podemos determinar con un 70% de probabilidad, el inicio de temporal, inicio de período húmedo; así como fin de temporal, de período húmedo y de probabilidad de sequía intraestival.

Los resultados fueron los siguientes:

### A) Estación Teocuitatlán

Inicio de temporal  
1er decena de junio

Inicio de período húmedo  
2da decena de junio



Final de temporal	Final de período húmedo
2da decena de sept.	1er decena de sept.

Sequía intraestival  
no es significativa

#### B) Estación Atoyac

Inicio de temporal	Inicio de período húmedo
Finales de la 1er decena de junio	Finales de la 2da decena de junio

Término de temporal	Término de período húmedo
Finales de la 2da decena de septiembre	Inicio de la 3ra decena de agosto

Sequía intraestival  
no es significativa

#### C) Estación Amacueca

Inicio de temporal	Inicio de período húmedo
2da decena de junio	Inicio de la 3er decena de junio

Término de temporal	Término de período húmedo
2da decena de agosto	3er decena de julio

Sequía intraestival  
Se encuentra entre la 1er y 2da decena de agosto

### 6.3 Resumen de los resultados

#### 6.3.1 Teocuitatlán

Días con temporal: 130 días, con 70% de probabilidad.

Días con periodos de humedad: 70 días.

Heladas: sólo se presentan las tardías.

Sequía intraestival: no es significativa.

### 6.3.2 Atoyac

Días con temporal: 140 días.

Días con periodos de humedad: 40 días.

Heladas: no se presentan.

Sequía intraestival: no es significativa.

### 6.3.3 Amacueca

Días con temporal: 60 días.

Días con periodo de humedad: 5 días.

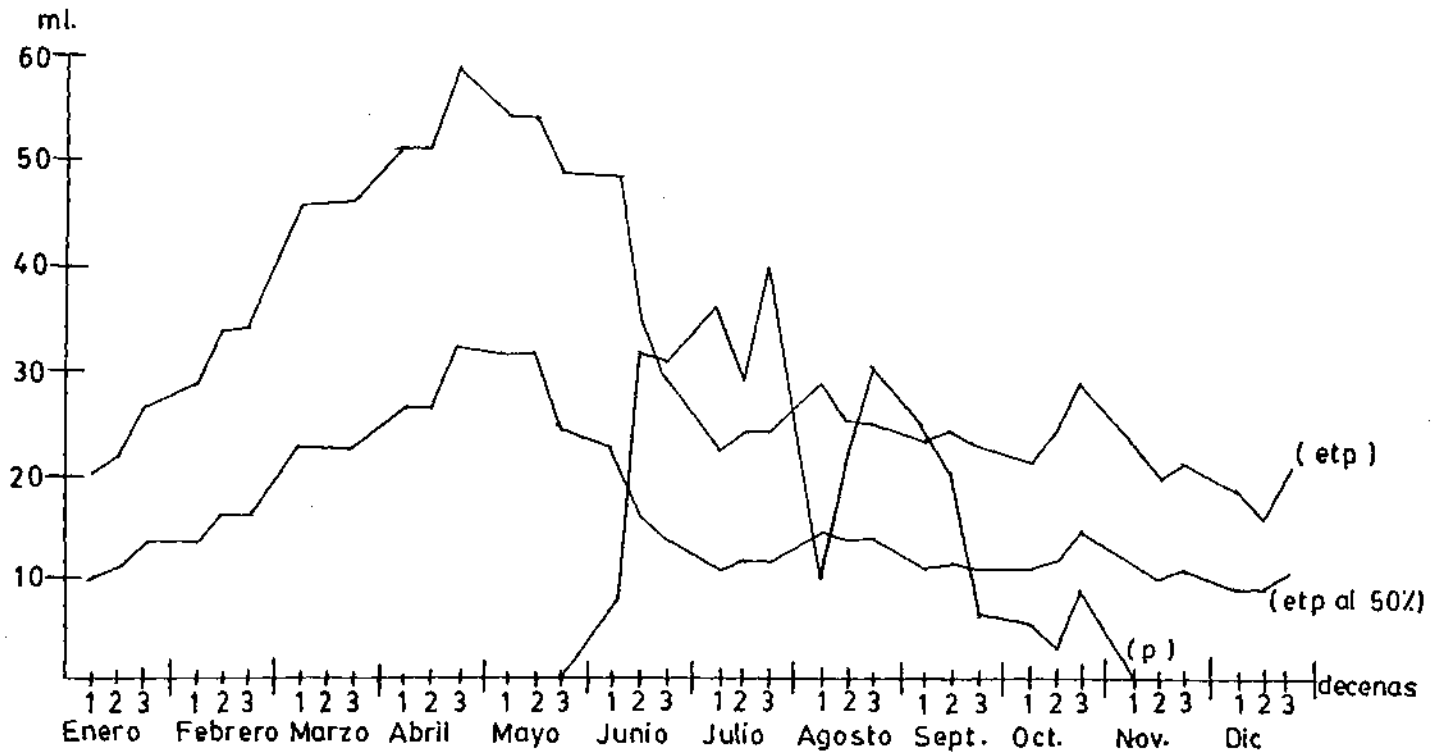
Heladas: no se presentan.

Sequía intraestival: 12 días.



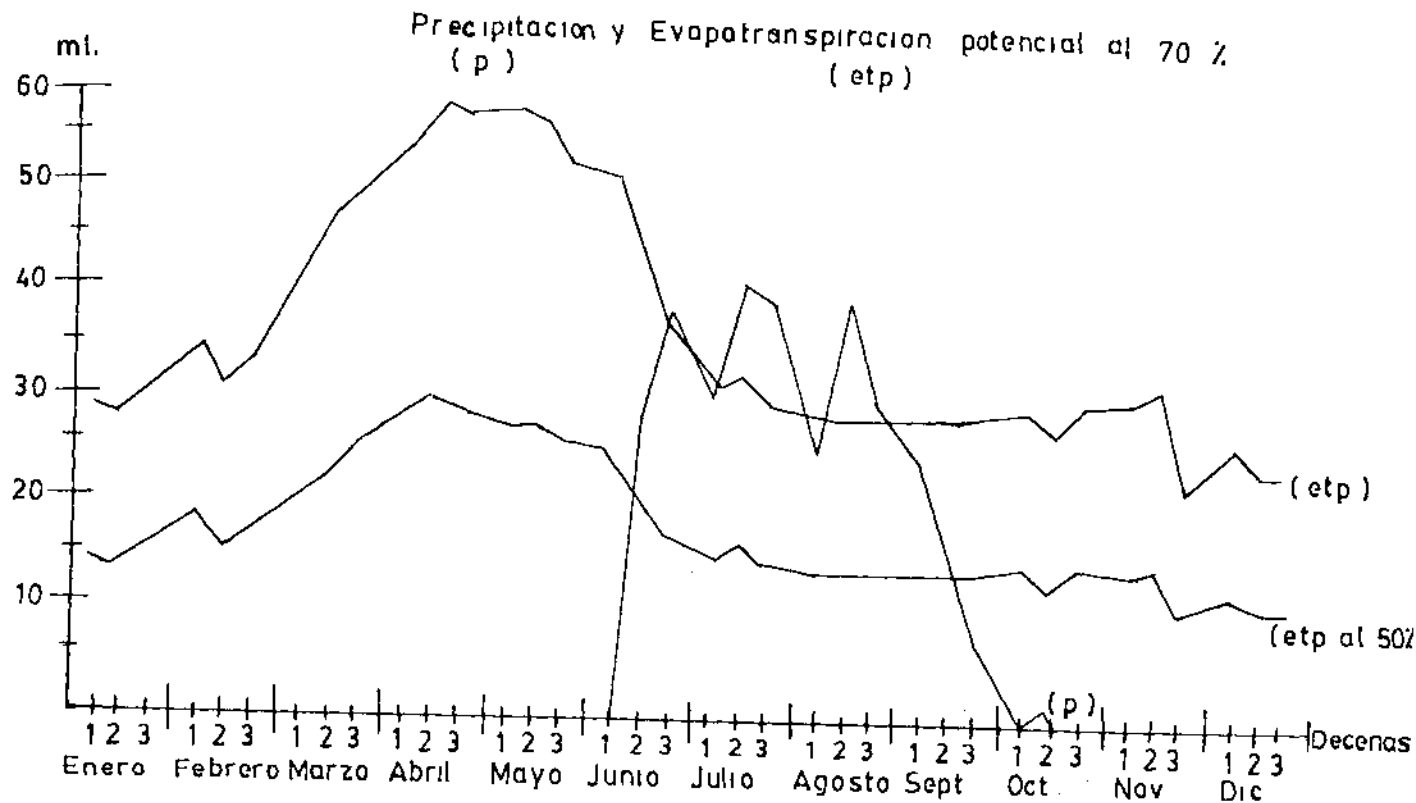
ESCUELA DE AGRICULTORES  
BIBLIOTECA

Estacion Teocuitatlan  
 Precipitacion y Evapotranspiracion potencial al 70%  
 ( p ) ( etp )



Grafica 3

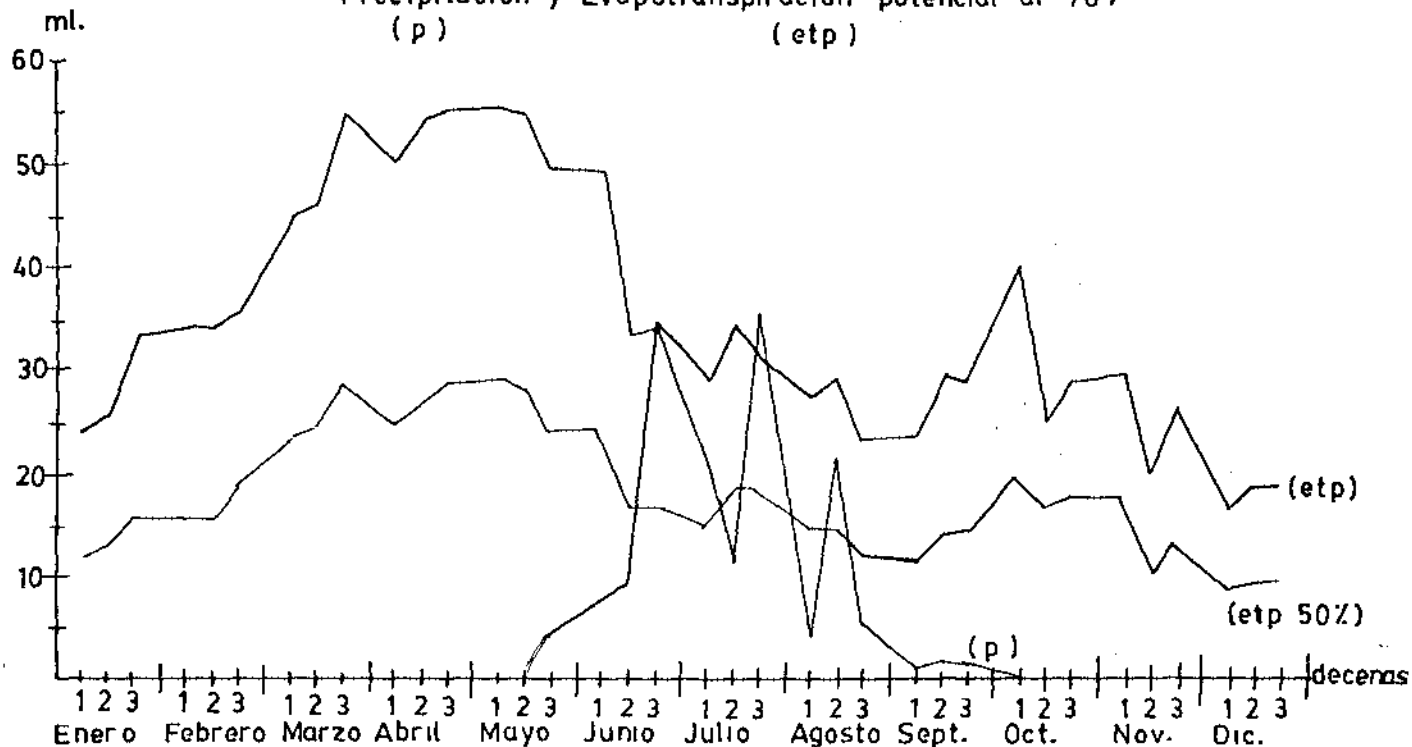
### Estacion Atoyac



Grafica 4

Estacion Amacueca

Precipitacion y Evapotranspiracion potencial al 70%  
(p) (etp)



Grafica 5

## VII DISCUSION DE RESULTADOS

### a. Conclusiones

De acuerdo con los datos obtenidos, se concluyen los siguientes puntos:

1.- En las estaciones Atoyac y Teocuitatlán, se recomienda sembrar especies o variedades que se desarrollen con un ciclo de lluvia de 135 días.

2.- En las estaciones Atoyac y Amacueca, se presentan pocas horas frío, por lo tanto, no se deben sembrar arboles caducifolios.

3.- En la estación Teocuitatlán sí se presentaron heladas, pero sólo tardías, por lo tanto, se recomienda buscar variedades, si se quiere introducir arboles caducifolios que requieran pocas horas frío.

4.- En la estación Amacueca, el ciclo de lluvia es muy corto; además que se presentó la sequía intraestival. Se concluye en buscar variedades resistentes a la sequía y además, utilizar el riego como auxilio.

5.- La información generada en este trabajo será útil a los programas de investigación agrícola y de desarrollo para la región.

### b. Recomendaciones

Se recomienda seguir trabajando estas estaciones más tiempo, para tener datos más completos y no ocurra como suce-

dió en la estación Amacueca, que por falta de datos no es muy confiable.

## VIII BIBLIOGRAFIA

- 1.- AGUILERA Contreras Mauricio y Martínez Elizondo René.- Relación Agua Suelo planta atmósfera.- Editorial Departamento de Irrigación UACH, México, D.F. 1980. Tercera edición.
- 2.- ARAMBULA Ceceña Araceli y Preciado Santana R.- Uso potencial de las plantas halofitas en la región Zacoalco-Sayula.- Tesis profesional, 1989. U. de G., Fac. de Agronomía, Guadalajara.
- 3.- DAUBENMIRE R. F.- Ecología Vegetal. Tratado de Autoecología de plantas.- Editorial Limusa, Méx., D.F., 1982, Tercera edición.
- 4.- GOMEZ Morales Benjamín S. y Arteaga Ramírez.- Elementos básicos para el manejo de instrumental meteorológico.- Ed. Compañía Continental, S.A. de C.V., Méx. - 1987.
- 5.- GRIFFITHS F. John.- Climatología aplicada.- Publicaciones culturales, S.A. de C.V.- Primera edición en español, 1985.
- 6.- FINA L. Armando de y Ravelo Andrés.- Climatología y fenología agrícola.- Ed. Universitaria de Buenos Aires,- Argentina, 1973.
- 7.- FUENTES Yagüe J. Luis.- Apuntes de meteorología agrícola.- Editorial Publicaciones de Extensión Agraria.- España, Madrid, 1983.- Tercera edición.



- 8.- JIMENEZ Calderón Leonardo.- Tesis profesional.- Plantas halofitas de los suelos de la cuenca endorreica Za-coalco-Sayula.- U. de G. Fac. de Agricultura, Guadajajara, Jal., 1983.
- 9.- ORTIZ Solorio A. Carlos.- Elementos de Agro-meteorología - cuantitativa con aplicaciones en la República Mexicana.- Ed. Imprenta Universitaria Chapingo.- Segunda edición, Méx., 1984.
- 10.- TORRES Ruiz Edmundo.- Agro-meteorología.- Editorial Diana Méx., D.F., 1983.- Primera edición.
- 11.- T. Teresa Reyna.- Relación entre la sequía intraestival y algunos cultivos en México.- Ed. UNAM, Inst. de Geografía, serie de cuadernos.- Primera edición, 1970.
- 12.- VELAZQUEZ García Jaime de Jesús.- Tesis profesional.- Caracterización agroclimática y alternativas de cultivo para una región de temporal deficiente en el estado de Hidalgo.- U. de G., Fac. de Agricultura, Guad., Jal., 1985.
- 13.- VILLALPANDO Ibarra José.- Apuntes de la clase de maestría 1988, U. de G., Fac. de Agricultura.