

---

---

**UNIVERSIDAD DE GUADALAJARA**

---

---

**FACULTAD DE AGRONOMIA**



**CARACTERIZACION AGROCLIMATICA DEL VALLE AUTLAN-EL  
GRULLO, CON RESPECTO A LA PRODUCCION DE MAIZ**

---

---

**TESIS PROFESIONAL**

**QUE PARA OBTENER EL TITULO DE  
INGENIERO AGRONOMO**

**P R E S E N T A N**

**FEDERICO OROZCO GAMA**

**JOSE DE JESUS PARTIDA**

**RAFAEL LIMON RUALCABA**

**GUADALAJARA, JALISCO. DICIEMBRE 1992**

---

---



UNIVERSIDAD DE GUADALAJARA  
FACULTAD DE AGRONOMIA

SECCION ESCOLARIDAD  
EXPEDIENTE \_\_\_\_\_  
NUMERO 0747/91

16 de octubre de 1991

C. PROFESORES:

M.C. SALVADOR MENA MUNGUIA; DIRECTOR

M.C. RICARDO NUÑO ROMERO, ASESOR

M.C. NICOLAS VAZQUEZ MIRAMONTES, ASESOR

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

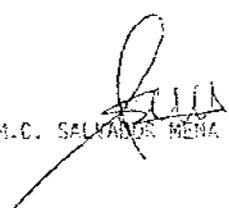
CARACTERIZACION AGROCLIMATICA DEL VALLE AUTLAN-EL GRULLO,  
CON RESPECTO A LA PRODUCCION DE MAIZ

presentado por el (los) PASANTE (ES) FEDERICO OROZCO GAMA, JOSE DE -  
JESUS PARTIDA Y RAFAEL LIMON RUVALCABA

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.

A T E N T A M E N T E  
"PIENSA Y TRABAJA"  
"AÑO LIC. JOSE GUADALUPE ZUNO HERNANDEZ"  
EL SECRETARIO

  
ING. M.C. SALVADOR MENA MUNGUIA



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

## A LA UNIVERSIDAD DE GUADALAJARA

Por la oportunidad que nos brindó para nuestra formación profesional.

## A LA FACULTAD DE AGRONOMIA

Por el apoyo manifestado durante nuestra estancia en sus aulas.

## A LOS MAESTROS Y COMPANEROS

Por la paciencia, comprensión y amistad que tuvieron con nosotros y por el compañerismo en los cinco años de convivencia.

## AL M.C. SALVADOR MENA MURGUIA

Por su valiosa asesoría como director de tesis y por su apoyo incondicional prestado.

## A LOS M.C. NICOLAS VAZQUEZ MIRAMONTES

M.C. RICARDO NUÑO ROMERO

Que como asesores de tesis en la revisión aportaron sus valiosos consejos.

## AL ING. JUAN MANUEL MENDOZA

Por sus valiosas sugerencias al presente trabajo.

## D E D I C A T O R I A S

## JOSE DE JESUS PARTIDA

A mi esposa Maria Guadalupe e hijos María Teresa y Daniel por su amor y cariño.

A mi madre Maria y tíos José, Clemente, Trinidad y Jesús por su apoyo brindado.

## RAFAEL LIMON RUVALCABA

A mi madre Maria Guadalupe y a mi abuela Rosa por haber confiado en mi persona al brindarme su apoyo moral y económico.

A mi esposa Maricela e hijos Orlando Rafael y Edgar Iván por su amor y comprensión.

A mis hermanas Gabriela Guadalupe y Rocio por su amor y apoyo.

## FEDERICO OROZCO GAMA

A mi esposa Rosa Celia e hijos Jose Federico, Karla Elizabeth y Rosa Elena por su cariño y comprensión.

A mis Padres Lorenzo y Maria Elena con amor y respeto.

A mis hermanos que me ayudaron a forjarme una carrera profesional.

## I N D I C E

No.	C O N C E P T O	PAG.
1.	Introducción.	1
2.	Revisión bibliográfica.	3
3.	Objetivo general del estudio.	8
4.	Hipótesis y Supuestos.	9
5.	Metodología.	11
5.1.	Localización geográfico del área de estudio, su extensión y descripción general del Valle Atlán-El Grullo.	12
5.2.	Análisis de la información climática existente y selección de las estaciones útiles para su uso.	12
5.3.	Estudio de la Radiación solar para determinar el régimen y su distribución en el área de estudio, expresada en cal/cm <sup>2</sup> /día.	19
5.4.	Calculo de la estación de crecimiento y su distribución en días. en el área de estudio a diferentes niveles de probabilidad.	21
5.5.	Análisis probabilístico de la temperatura y heladas y determinación de las unidades calor para el período de la estación de crecimiento y su distribución.	23
5.6.	Calculo de probabilidades de lluvia.	28
5.7.	Estimación de la evapotranspiración potencial y de las necesidades hídricas del cultivo de maíz.	30
5.8.	Estimación del rendimiento potencial del cultivo de maíz.	32
5.9.	Preparación de tablas, gráficas y mapas de la información obtenida.	36
6.	Resultados y recomendaciones.	37

No.	C O N C E P T O	PAG.
7.	Bibliografía.	60
8.	Anexos.	63
8.1.	Tablas.	64
8.2.	Figuras.	73
8.3.	Mapas.	93

## INDICE DE CUADROS

No.	C O N C E P T O	PAG.
1	SUPERFICIE DEL VALLE AUTLAN-EL GRULLO.	13
2	CARACTERISTICAS, UBICACION Y PERIODO DE OBSERVACION DE LAS ESTACIONES CLIMATOLOGICAS EN EL AREA DE ESTUDIO.	15
3	CONDICION Y ESTADO DE LAS CASETAS CLIMATOLOGICAS.	16
4	RESULTADOS DE LA PRUEBA DE RUN TEST PARA PRECIPITACION.	18
5	RADIACION SOLAR DE LAS ESTACIONES CLIMATOLOGICAS DEL VALLE AUTLAN-EL GRULLO EXPRESADA EN cal/cm <sup>2</sup> /dia.	39
6	DURACION Y CARACTERISTICAS DE LOS PERIODOS DE CRECIMIENTO CON PROBABILIDAD AL 50%.	41
7	DURACION Y CARACTERISTICAS DE LOS PERIODOS DE CRECIMIENTO CON PROBABILIDAD AL 70%.	42
8	UNIDADES CALOR ACUMULADAS PARA EL PERIODO DE CRECIMIENTO AL 50% Y 70% DE PROBABILIDAD.	44
9	UNIDADES CALOR Y UNIDADES FOTOTERMICAS POR ESTACION CLIMATOLOGICA EN EL VALLE AUTLAN - EL GRULLO AL 50%.	45
10	UNIDADES CALOR Y UNIDADES FOTOTERMICAS POR ESTACION CLIMATOLOGICA EN EL VALLE AUTLAN - EL GRULLO AL 70%.	46
11	TEMPERATURA MINIMA EN °C CON PROBABILIDADES AL 50% Y 70% POR ESTACION CLIMATOLOGICA.	48
12	TEMPERATURA MAXIMA EN °C CON PROBABILIDADES AL 50% Y 70% POR ESTACION CLIMATOLOGICA.	49
13	TEMPERATURA MEDIA EN °C POR ESTACION CLIMATOLOGICA.	50
14a	RESULTADOS DE LA PRUEBA BONDAD DE AJUSTE DE SMIRNOV PARA LOS DATOS DE LLUVIA DE LAS ESTACIONES CLIMATOLOGICAS (HOJA No.1).	52
14b	RESULTADOS DE LA PRUEBA BONDAD DE AJUSTE DE SMIRNOV PARA LOS DATOS DE LLUVIA DE LAS ESTACIONES CLIMATOLOGICAS (HOJA No.2).	53

No.	C O N C E P T O	PAG.
15	PRECIPITACION EN mm CON PROBABILIDAD AL 50% Y 70 % POR ESTACION CLIMATOLOGICA.	54
16	EVAPOTRANSPIRACION POTENCIAL AL 50% Y 70%.	55
17	EVAPOTRANSPIRACION REAL DEL CULTIVO DE MAIZ DE 150 DIAS DE CICLO VEGETATIVO.	56
18	EVAPOTRANSPIRACION REAL DEL CULTIVO DE MAIZ DE 150 DIAS DE CICLO VEGETATIVO.	57
19	ESTIMACION DEL RENDIMIENTO POTENCIAL A PARTIR DE DATOS PROMEDIOS DE 4 TIPOS DE CICLO VEGETATIVO (EN DIAS) DEL CULTIVO MAIZ.	59

## INTRODUCCION

Las diferentes latitudes, longitudes y altitudes hacen que la República Mexicana cuente con una amplia gama de climas regionales con diversos tipos de suelos y vegetación. Estas características aunadas a la topografía y a los vientos hacen que la lluvia varíe en intensidad en cada región y en cada temporada. La interacción de todos estos factores origina también la existencia de una gran diversidad de microclimas locales.

Por otra parte, en el país se tiene actualmente una extensa red de estaciones meteorológicas que lo cubren en su totalidad, muchas de las cuales cuenta ya con más de 30 años de información concentrada y disponible en los archivos del Servicio Meteorológico Nacional.

Sin embargo dicha información no se emplea como herramienta útil en el desarrollo de proyectos y programas agrícolas, debido al desconocimiento que se tiene de las metodologías más adecuadas para el análisis de los elementos climatológicos.

La evaluación de los recursos climáticos a partir de la segunda mitad del presente siglo, ha sido esencial para la agricultura en diversas formas tanto para la rama de la investigación como para la operación de las diferentes actividades agropecuarias realizadas en nuestro país.

Diversas disciplinas básicas afines, las cuales han dado origen a la Agroclimatología, se interrelacionan entre

si para obtener una serie de índices agroclimáticos. con los cuales es posible evaluar a nivel regional los recursos climáticos disponibles.

La determinación de los parámetros climáticos pueden ayudar a realizar una caracterización agroclimática de una región dada, en la que podamos tomar decisiones tanto en la planificación, operación y evaluación de programas productivos agropecuarios.

La producción agrícola de cultivos básicos, en zonas donde la precipitación es un factor limitante, ha tenido tendencias a bajos rendimientos dado lo errático e impredecible de la cantidad de lluvia, aunado a esto el uso de prácticas culturales no realizadas por parte de los productores por la misma situación descrita; lo anterior ha causado mermas considerables en el rendimiento ocasionando por consecuencia bajos niveles de rentabilidad económica a los productores agrícolas de temporal.

## 2. REVISION BIBLIOGRAFICA.

La falta de datos metereológicos en nuestro país, como son entre otros, la duración de la insolación, intensidad de la precipitación, velocidad del viento, humedad relativa, etc. provoca que muchas de las metodologías generadas en otros países no sean aplicables al nuestro, motivandonos a generar nuestros propios métodos con las propias limitantes de los datos de las estaciones metereológicas.

García (1979) a través de su investigación comprobó que la creación de una estructura metodológica de tipo cuantitativo es posible; para lograr la caracterización agroecológica de las áreas en estudio y la determinación del potencial productivo para su posterior zonificación, fundamentandose principalmente en la generación o estimación de variables ha través de otras de fácil consecución que pueden ser extractadas de las fuentes primarias tradicionales existentes.

La determinación de índices climáticos, tales como la radiación solar, son muy útiles para evaluar la potencialidades agrícolas en diferentes regiones (Chang, 1968).

Así mismo para la precipitación pluvial Smith (1914) indica que la precipitación de mediados de julio a mediados de agosto era de importancia crítica para el éxito o fracaso de la producción de maíz.

Tapia (1989) concluye que la cantidad total de precipitación no es un indicador confiable del rendimiento, pero que existe interacción precipitación-etapa fenológica en la floración que determina en parte el rendimiento, causa por la cual la mayoría de los productores temporaleros dependen de la precipitación en dicha etapa.

La FAO (1978) propone su metodología de las zonas agroecológicas para realizar las caracterizaciones agroclimáticas en donde considera 4 clases de aptitudes para la producción de cultivos, en el cual la longitud de los periodos de crecimiento y los niveles de inversión determina dichas aptitudes.

Ortiz (1981) en sus trabajos evalúa la aptitud de tierras de México para la producción de maíz, frijol y sorgo en condiciones de temporal, así mismo en 1982 caracteriza al país uniendo isoclinas de radiación global media anual.

Para efectos de desarrollar una tecnología enfocada a incrementar y estabilizar la producción en áreas de temporal a corto plazo, es conveniente el entendimiento de la variación en tiempo y espacio de los diferentes elementos climáticos que afectan el rendimiento de los cultivos; entonces se puede deducir que es de primordial importancia desarrollar e implantar métodos adecuados para caracterizar el clima y su impacto sobre la producción de cultivos (Ortiz, 1989). Al determinar las condiciones agroclimáticas en el Distrito de Desarrollo Rural de Jilotepec, Edo. de México, analiza los índices agroclimáticos derivados de la

temperatura, precipitación y granizo determinando para maíz la acumulación de unidades térmicas anual oscilando entre 2,081 y 3,380, con 284 de promedio y un régimen mensual de 173 a 281 U.T. detectando variación climática de acuerdo a diferentes cantidades de índices agroclimáticos en el área del Distrito.

Noriega (1987) al estratificar el ambiente con el propósito de caracterizar áreas de mejor adaptabilidad para los cultivos en el Distrito de Desarrollo Rural No. 188, Ojocaliente, Zac., se basa en la metodología propuesta por FAO para delimitación de zonas agroecológicas teniendo como concepto central el período de crecimiento; basando los cálculos en la temperatura, precipitación y evapotranspiración potencial relacionando humedad, relieve y rendimiento para la delimitación de 10 ambientes para dicho caso.

Velazquez (1989) al analizar y precisar la definición del período de crecimiento en regiones de los valles altos de México e identificar el factor climático dentro del período de crecimiento que mayor efecto causa sobre el rendimiento del maíz sugiere que la metodología de la FAO empleada para la determinación del PC subestima el valor real del período de crecimiento al señalar una diferencia importante entre lo teórico y lo real, recalcando el introducir el dato de fecha de siembra para ajustar un mejor inicio del PC con ésta metodología, por otro lado concluye que el elemento climático más importante en determinar el

rendimiento potencial es la precipitación, caída alrededor de la fase de floración.

Ornelas, et al (1989) en la determinación y definición de agrohabitats del Estado de Morelos realizaron una regionalización del ambiente tomando en cuenta los factores Clima, Fisiografía y Suelo, ante la necesidad de estratificar áreas en las cuales los factores determinantes de la producción sean realmente homogéneos, para que las recomendaciones generadas tengan un mayor grado de precisión. Concluyen además que con la cartografía ya existente para los factores fisiografía y suelo, y aunado a un mapa climático permite delimitar y definir los agrohabitats en el Edo. de Morelos.

Así mismo, Pérez (1985) concluye que el conocimiento del suelo, clima y patrón de cultivos es información primaria fundamental en la planeación de la investigación de suelos; existiendo una variedad de ambientes donde se cultiva maíz de temporal en la zona sur de México, representando una seria limitación para la generación de tecnología apropiada a la circunstancias de los productores requiriendo concentrar recursos y esfuerzos en aquellas áreas que ofrezcan posibilidad de éxito.

Villalpando y Shaw (1987) en sus trabajos establecen que es posible estratificar áreas de temporal de acuerdo a niveles de rendimiento de maíz mínimos esperados, lo cual sería una herramienta útil para zonificación del cultivo de maíz, basada en factores de suelo, manejo y riesgo

climático; así mismo concluye que los rendimientos estimados de maíz para el área del bajío, indican que las condiciones de suelo y clima de áreas de suelos arcillosos son en general más adecuados para producir rendimientos de maíz más altos y estables y menos variables, que aquellos que prevalecen en el área de suelos de textura ligera.

### 3. OBJETIVO GENERAL DEL ESTUDIO.

Realizar la caracterización agroclimática del Valle Atlán-El Grullo con respecto a la producción de maíz a efectos de generar un marco de referencia para la elaboración de proyectos y programas productivos del cultivo de maíz de temporal.

Permitiéndonos dicha caracterización comparar los rendimientos potenciales con los rendimientos reales obtenidos en el ciclo primavera-verano 1991-1991.

Bien es cierto que las condiciones climáticas en un determinado ciclo agrícola son importantes para una buena producción de maíz, y mas en superficies sembradas bajo condiciones de temporal, logrando así la autosuficiencia de éste cereal o teniendo que importarlo para cubrir el déficit necesario. Este hecho hace de gran importancia la necesidad de desarrollar métodos adecuados a nuestro país para caracterizar el clima y sus efectos sobre el rendimiento del maíz.

Así mismo, el hacer uso de metodologías sencillas y prácticas que nos permitan realizar una caracterización climática general.

#### 4. HIPOTESIS Y SUPUESTOS

La determinación de los índices agroclimáticos, así como el análisis de cada uno de ellos (radiación solar, probabilidades de lluvia, evapotranspiración potencial, estación de crecimiento, etc.) supone la explicación de la variabilidad del rendimiento de maíz en el Valle Autlán-El Grullo, estimandose para ello las siguientes hipótesis:

A. Que la precipitación pluvial es uno de los factores que determina el rendimiento de maíz en la región de el Valle Autlán-El Grullo.

$$\text{Rto. Maíz} = f [\text{Prec. pluvial}]$$

B. Que el rendimiento de maíz está determinado por las fechas de siembra en temporal, en base a las necesidades de agua del cultivo.

$$\text{Rto. Maíz} = f [\text{Fecha siembra } f(\text{ETR Maíz})]$$

C. Que el rendimiento de maíz en el Valle Autlán-El Grullo esta determinado por la eficiencia de la utilización de la radiación solar y la producción de materia seca.

$$\text{Rto. Maíz} = f [\text{Radiación solar}]$$

D. Que el ciclo vegetativo del maiz en el Valle de Autlán-El Grullo esta determinado por las unidades calor acumuladas y por ende el rendimiento mismo.

$$\text{Rto. Maiz} = f [\text{ciclo veg. } f(\text{U.C.A.})]$$

E. Que la caracterización de una región está determinada por la interacción de las variables agroclimáticas formuladas a partir de los elementos del clima.

$$\text{CARACT. AGROC.} = f [\text{Variables agroclimáticas}]$$

La estimación de los rendimientos potenciales del maiz en el Valle Autlán-El Grullo demostrará uno de los siguientes supuestos:

$$\text{Rendimiento Maiz Potencial} = \text{Rendimiento Maiz Real}$$

$$\text{Rendimiento Maiz Potencial} = \text{Rendimiento Maiz Real}$$

## 5. METODOLOGIA

En forma general la metodología para realizar la caracterización agroclimática presente comprende los siguientes aspectos:

5.1. Localización geográfica del área de estudio, su extensión y descripción general del Valle Autlán-El Grullo.

5.2. Análisis de la información climática existente y selección de las estaciones útiles para su uso.

5.3. Estudio de la Radiación solar para determinar el régimen y su distribución en el área de estudio, expresada en  $\text{cal}/\text{cm}^2/\text{día}$ .

5.4. Calculo de la estación de crecimiento y su distribución en días, en el área de estudio a diferentes niveles de probabilidad.

5.5. Análisis probabilístico de la temperatura y heladas y determinación de las unidades calor para el período de la estación de crecimiento y su distribución.

5.6. Calculo de probabilidades de lluvia.

5.7. Estimación de la evapotranspiración potencial y de las necesidades hídricas del cultivo de maíz.

5.8. Estimación del rendimiento potencial del cultivo de maíz.

5.9. Preparación de tablas, gráficas y mapas de la información obtenida.

A continuación se describe cada punto por separado la metodología para obtener la información.

#### 5.1. LOCALIZACION GEOGRAFICA DEL AREA DE ESTUDIO, SU EXTENSION Y DESCRIPCION GENERAL DEL VALLE AUTLAN-EL GRULLO.

El Valle Autlán-El Grullo se encuentra localizado en tres municipios, Autlán, El Grullo y El Limón; tiene una extensión territorial de 21,818 has (ver cuadro No. 1).

El Valle se encuentra localizado entre las coordenadas 19° 44' y 19° 51' Latitud Norte y 104° 09' y 104° 20'. Las altitudes del Valle varían entre 820 y 1,000 msnm

#### 5.2. ANALISIS DE LA INFORMACION CLIMATICA EXISTENTE Y SELECCION DE LAS ESTACIONES UTILES PARA SU USO.

La caracterización agroclimatológica de una zona depende de índices agroclimatológicos, generados de variables climáticas como la latitud, temperatura, nubosidad, precipitación, etc., a fin de convertir éstos

CUADRO No. 1 SUPERFICIE DEL VALLE AUTLAN - EL GRULLO

MUNICIPIOS	SUPERFICIE TOTAL (Has.)	AGRICOLA		SUB-TOTAL SUP. AGRICOLA	OTRAS (1)
		RIEGO	TEMPORAL		
AUTLAN	13,381	6,437	6,664	13,101	280
EL GRULLO	6,583	3,807	2,391	6,198	385
EL LIMON	1,854	929	925	1,854	
T O T A L	21,818	11,173	9,980	21,153	665

(1) CORRESPONDE A ASENTAMIENTOS URBANOS Y EL RIO AYUQUILA  
 FUENTE: SARH, DDR No.V, 1992.

elementos en información que se puede emplear de acuerdo a los requerimientos particulares de cada uno.

### 5.2.1. UBICACION DE LAS ESTACIONES CLIMATOLOGICAS Y PERIODO DE OBSERVACION DE LA SERIE CLIMATICA.

En el valle Autlan-El Grullo se encuentran localizadas 3 estaciones climatológicas, Autlán, El Corcovado y El Chante, ubicadas en la población de su mismo nombre; para obtener una información mas completa del valle se utilizarán los datos climatológicos de las estaciones Basilio Badillo, Ejutla, El Chante, Tuxcacuesco y Unión de Tula; las cuales se encuentran ubicadas en la periferia del valle, que nos permitan obtener información de apoyo a fin de precisar mas adecuadamente los índices agroclimáticos.

Las características y ubicación de las estaciones así como su periodo de observaciones utilizadas para nuestro estudio se presentan en el (cuadro No. 2.)

### 5.2.2 CONDICION Y ESTADO DE LAS CASETAS CLIMATOLOGICAS.

Con la finalidad de precisar la calidad de los datos de las variables climáticas se visitará las estaciones climatológicas para conocer su condición y estado de las mismas, así como el tipo de instrumentos con que cuenta cada una de ellas y su emplazamiento. Dicha información se presenta en el cuadro No. 3.

CUADRO No. 2 CARACTERÍSTICAS, UBICACIÓN Y PERIODO DE OBSERVACION DE LAS ESTACIONES CLIMATOLÓGICAS EN EL AREA DE ESTUDIO.

ESTACION	MUNICIPIO	LOCALIDAD	ALTITUD (esq.m)	C O O R D E N A D A S		PERIODO DE OBSERVACION
				LAT. N	LONG. W	
AUTLAN	AUTLAN	AUTLAN	920	19° 6. 46'	104° 6. 16'	33 AÑOS
BASILIO BASTILLO	EJUTLA	FRESA G. BASTILLO	800	19° 6. 55'	104° 6. 05'	11 AÑOS
EJUTLA	EJUTLA	EJUTLA	1120	19° 6. 54'	104° 6. 10'	16 AÑOS
EL CHANTE	AUTLAN	EL CHANTE	990	17° 6. 37'	104° 6. 18'	19 AÑOS
EL CONCHOVADO	AUTLAN	EL CONCHOVADO	880	19° 6. 51'	104° 6. 17'	7 AÑOS
EL GRULLO	EL GRULLO	EL GRULLO	880	19° 6. 48'	104° 6. 13'	36 AÑOS
TUXCACUESCO	TUXCACUESCO	EL REPARADO	740	19° 6. 42'	103° 6. 59'	23 AÑOS
UNION DE TULA	UNION DE TULA	UNION DE TULA	1340	19° 6. 57'	104° 6. 16'	44 AÑOS

FUENTE: INVESTIGACION PROPIA.

CUADRO No. 1 CONDICION Y ESTADO DE LAS CASSETAS CLIMATOLOGICAS

C	B	E	T	A	INSTRUMENTOS ESTACIONALES	ENCUADRAMIENTO		ACOPIO DE DATOS
						B	B	
					HOTLAN 1,2,3,4,7	X		JOSE LUIS SEPULVEDA
					SABELO BASTILO 1,2,3,4		X	ERNESTO MARTINEZ
					EDUIP 1,2,3,4		X	LUIS POZO
					EL CRANTE 1,2,3,4		X	DIANA MARTINEZ
					EL CORONADO 1,2,3,4		X	NO HAY RESPONSALE
					EL BRULLO NO EXISTE			NO EXISTE
					TUXCACUECO 1,2,3,4		X	JOSE BARRERA
					UNION DE PULA 1,2,3,4		X	JOSE BATISTA

INSTRUMENTOS 1.- TERMOMET 5.- VELETA IND. VISUAL  
 2.- PLUVION 6.- PLUVIOGRAFO  
 3.- BAROMI 7.- HIESTEROGRAFO  
 4.- VELETA

FUENTE: INVESTIGACION PROPIA.

### 5.2.3. HOMOGENEIDAD DE LA SERIE CLIMATOLOGICA.

Existen varias pruebas de homogeneidad de la serie climatica para comprobar que la serie de datos provenga de una sola población. es decir, homogénea.

Se usará la prueba de recorrido (Run Test) siguiendo los siguientes pasos:

A) Graficar los datos de precipitación en orden cronológico.

B) Sobreponer la media de precipitación correspondiente a los datos.

C) realizar a cabo el conteo del número de cambios hacia arriba o hacia abajo de la media, usando esta como criterio para probar la aleatoriedad de la serie climática, obteniendo el total de cambios como valor U.

D) compara el valor U con los datos de la tabla No. 1, de acuerdo al número de observaciones, si el valor calculado de U cae dentro del intervalo dado la serie será homogénea.

Al usar la prueba de recorrido (RUN TEST) a la serie climatica de cada una de las estaciones de los datos de precipitación, se encontró que los resultados del cuadro No. 4, a excepción de las estaciones de Basilio Badillo y el Corcovado, las estaciones restantes son Homogeneas; cabe

CUADRO No. 4 RESULTADOS DE LA PRUEBA DE FUN TEST  
PARA PRECIPITACION

ESTACION	MES	NUMERO DE		INTERVALO DE U	RECORD
		OBSERVACIONES	CAMBIOS		
ATULAN	JUNIO	28	16	14 - 20	HOMOGENEO
ATULAN	JULIO	29	17	14 - 21	HOMOGENEO
ATULAN	AGOSTO	31	20	13 - 20	HOMOGENEO
ATULAN	SEPTIEMBRE	28	20	10 - 21	HOMOGENEO
BASILITO BASILITO	JUNIO	11	4	11 - 11	HOMOGENEO
BASILITO BASILITO	JULIO	13	5	11 - 11	HOMOGENEO
BASILITO BASILITO	AGOSTO	16	5	11	HOMOGENEO
BASILITO BASILITO	SEPTIEMBRE	10	5	11	HOMOGENEO
ECUTLA	JUNIO	16	7	8 - 11	HOMOGENEO
ECUTLA	JULIO	15	10	8 - 11	HOMOGENEO
ECUTLA	AGOSTO	13	5	8 - 11	HOMOGENEO
ECUTLA	SEPTIEMBRE	14	10	5 - 11	HOMOGENEO
EL CHANTE	JUNIO	17	10	8 - 11	HOMOGENEO
EL CHANTE	JULIO	15	13	7 - 12	HOMOGENEO
EL CHANTE	AGOSTO	19	10	7 - 12	HOMOGENEO
EL CHANTE	SEPTIEMBRE	19	8	7 - 12	HOMOGENEO
EL CORCOVADO	JUNIO	9	4	11	HOMOGENEO
EL CORCOVADO	JULIO	7	3	11	HOMOGENEO
EL CORCOVADO	AGOSTO	7	3	11	HOMOGENEO
EL CORCOVADO	SEPTIEMBRE	7	4	11	HOMOGENEO
EL ERULLO	JUNIO	21	22	15 - 22	HOMOGENEO
EL ERULLO	JULIO	18	19	15 - 22	HOMOGENEO
EL ERULLO	AGOSTO	22	15	15 - 22	HOMOGENEO
EL ERULLO	SEPTIEMBRE	25	11	14 - 22	HOMOGENEO
TUXCACUEBEC	JUNIO	29	16	8 - 12	HOMOGENEO
TUXCACUEBEC	JULIO	20	13	8 - 12	HOMOGENEO
TUXCACUEBEC	AGOSTO	20	8	8 - 12	HOMOGENEO
TUXCACUEBEC	SEPTIEMBRE	20	8	8 - 12	HOMOGENEO
UNION DE TULA	JUNIO	44	27	19 - 27	HOMOGENEO
UNION DE TULA	JULIO	44	25	17 - 27	HOMOGENEO
UNION DE TULA	AGOSTO	45	24	18 - 26	HOMOGENEO
UNION DE TULA	SEPTIEMBRE	43	24	18 - 26	HOMOGENEO

(1) LA TABLA DE DISTRIBUCION DEL NUMERO DE CAMBIOS SOLO CONTEMPLA  
COMO MINIMO DE OBSERVACIONES 15 AÑOS.  
FUENTE: INVESTIGACION PROPIA.

hacer la aclaración que para las estaciones de el Corcovado y Basilio Badillo la tabla de distribución del número de cambios solo contempla como mínimo de observaciones 12 años.

#### 5.2.4. PROCESAMIENTO DE LA INFORMACION CLIMATOLOGICA.

Una vez analizado la calidad de los datos, se hace necesario procesar la información climatológica existente a fin de calcular los índices agroclimatológicos, en el procesamiento de la información se utilizarán los valores mensuales de las diferentes variables climáticas reportadas por las estaciones climatológicas seleccionadas.

#### 5.3. ESTUDIO DE LA RADIACION SOLAR PARA DETERMINAR EL REGIMEN Y SU DISTRIBUCION EN EL AREA DE ESTUDIO. EXPRESADA EN CAL/CM<sup>2</sup>/DIA.

Debido a que en ninguna de las estaciones climatológicas del área de estudio reporta registros de insolación, la radiación solar se estimó a partir de los datos de nubosidad (Black.1956). en base a la siguiente ecuación:

$$\text{NUBOSIDAD MEDIA} = \frac{[A \times 0.1] + [B \times 0.5] + [C \times 0.85]}{\text{NUMERO TOTAL DE DIAS}}$$

( en décimos)

A = Número de días despejados

B = Número de días medio nublados

C = Número de días nublados

Para posteriormente sustituirlo en la ecuación propuesta por Angstrom (1924), citado por Ortiz (1984):

$$RS = ( a + b n/N ) Ra$$

Donde:

RS = Radiación solar expresada en Cal/cm<sup>2</sup>/día o mm de agua evaporable por día.

n = Número real de horas de insolación.

N = Duración astronómica de la insolación.

Ra = Radiación solar teórica que recibiría la superficie terrestre en ausencia de atmósfera conocidos como valores constantes de Angot que se encuentran tabulados de acuerdo con la Latitud.

a y b = Coeficientes de regresión, los cuales varían con la localidad.

Una vez obtenido los valores de nubosidad media en décimos, debe ser convertida a su valor equivalente de n/N usando como guía la tabla No. 2 propuesta por Doorenbos y Pruitt (1977). La determinación de los valores de los coeficientes de regresión a y b, han sido propuestos por varios investigadores en diferentes regiones del mundo. M. Freére, Rijks y Rea (1975) establecieron una relación entre los coeficientes a y b y el promedio anual de n/N (Fig. No. 1) permitiendo que para cada una de las estaciones de estudio establecer dichos valores.

Los valores de Angot (Ra) se obtienen a partir de la tabla No. 3 en base a la latitud de cada estación.

#### 5.4. CALCULO DE LA ESTACION DE CRECIMIENTO Y SU DISTRIBUCION EN DIAS, EN EL AREA DE ESTUDIO A DIFERENTES NIVELES DE PROBABILIDAD.

Dentro de la evaluación de los recursos climáticos, la determinación de los periodos de crecimiento es importante, ya que básicamente está influenciado el cultivo por la temperatura y la disponibilidad de agua mediante un cierto periodo de días durante el año.

La estación de crecimiento es un balance de humedad, comparando la precipitación (P) con la evapotranspiración potencial (ETP) y la distribución de estos parámetros, dependiendo de la región, fueron clasificados por la FAO (1978) según la Fig. No. 2.

#### TIPOS DE ESTACION DE CRECIMIENTO

##### A) ESTACION DE CRECIMIENTO NORMAL

$P > ETP$  Definiendose un periodo húmedo

##### B) ESTACION DE CRECIMIENTO INTERMEDIO

$P < ETP$  pero  $P > 0.5ETP$

no tiene periodo húmedo

##### C) ESTACION DE CRECIMIENTO HUMEDO TODO EL AÑO

$P > ETP$  todos los meses del año

##### D) ESTACION DE CRECIMIENTO SECA TODO EL AÑO

$P < 0.5 ETP$  nunca excede  $0.5 ETP$

Con base a lo anterior se emplearán los siguientes conceptos y definiciones:

### INICIO DEL PERIODO DE CRECIMIENTO

Basado en el comienzo de la estación lluviosa, se obtiene cuando  $P > 0.5 \text{ ETP}$ , satisfaciéndose el hecho de la necesidad de agua para la germinación de los cultivos.

### PERIODO HUMEDO

Es el periodo de tiempo en el cual la precipitación es mayor a la evapotranspiración  $P > \text{ETP}$ , satisfaciéndose las demandas de la evapotranspiración de los cultivos a una completa o máxima cobertura así como el déficit de humedad en el perfil del suelo.

### TERMINACION DE LA ESTACION LLUVIOSA

La terminación de la estación lluviosa cuando  $P = 0.5 \text{ ETP}$  después del periodo humedo.

### TERMINACION DEL PERIODO DE CRECIMIENTO

La terminación de la estación de crecimiento depende de la cantidad de humedad almacenada al finalizar el periodo de lluvias. luego la fecha de terminación será determinada por la duración de las reservas de humedad para cada suelo y cultivo en particular.

La metodología en la determinación de la estación de crecimiento para cada estación climatológica será:

A) Se tabulan los valores promedio de precipitación (P) y evapotranspiración potencial (ETP), así como también  $\text{ETP}/2$  y  $\text{ETP}/3$ .

B) Se calculan los valores al nivel de probabilidad del 70% los valores de P y ETP, como también  $\text{ETP}/2$  y  $\text{ETP}/3$ .

C) Graficar los valores promedio y probables para determinar en tiempo el inicio y término de la estación de crecimiento y período húmedo.

D) Obtener la duración de la estación de crecimiento en días por cada estación y plasmarlos en un mapa del área de estudio mediante isolneas.

#### 5.5. ANALISIS PROBABILISTICO DE LA TEMPERATURA Y HELADAS Y DETERMINACION DE LAS UNIDADES CALOR PARA EL PERIODO DE LA ESTACION DE CRECIMIENTO Y SU DISTRIBUCION.

A efecto de completar su ciclo vegetativo desde la siembra hasta la cosecha, las plantas requieren determinadas cantidades de calor independientemente del tiempo utilizado, denominándose a esta cantidad de calor constante térmica, siendo específica para cada cultivo.

El concepto de unidades calor es muy importante para propósitos de planeación y operación agrícola, siendo posible determinar la adaptación y la posibilidad de éxito en la introducción de nuevos cultivos, al comparar las unidades calor que se presentan en una región y los requerimientos de éstas por los cultivos.

Existe para cada especie de cultivo una temperatura mínima en la cual empieza el crecimiento, se le conoce como temperatura cardinal o cero biológico, y que para nuestro caso maíz es de  $10^{\circ}\text{C}$  (Arteaga, 1981), asimismo la FAO (1978) considera el valor de  $6.5^{\circ}\text{C}$  como el índice auxégeno para el cultivo de maíz al cual se propicia el desarrollo vegetal.

La temperatura del periodo de crecimiento de un cultivo (de la siembra a la madurez) es un dato valioso que nos permite caracterizar la adaptabilidad de una especie vegetal.

Existen aplicaciones prácticas en la agricultura de las unidades calor como:

A) Pronóstico de las etapas fenológicas de los cultivos.

B) Clasificación de especies y variedades con unidades calor como una medida estándar en lugar de días, para evitar las diferencias que se presentan para una misma variedad de una región a otra.

C) Para zonificar cultivos en base a unidades calor requeridas.

D) Estimación y predicción de etapas biológicas de insectos.

Cada especie vegetal tiene ciertas temperaturas críticas que determinan los límites de calor necesarios para su crecimiento y desarrollo. Estas temperaturas generalmente incluyen los valores máximos y mínimos a los cuales la planta crece y los valores óptimos para crecimiento y desarrollo.

Una de las dificultades para la determinación del intervalo de temperaturas óptimas para el crecimiento y desarrollo de algunos cultivos, es que en cada etapa de su desarrollo tienen requerimientos específicos de temperatura. por otra parte para algunas especies, las

temperaturas nocturnas pueden ser mas importantes que las diurnas.

Doorembos y Kassam (1979) reportan las temperaturas de adaptación para una serie de cultivos. los cuales son expresados en intervalos de temperatura óptima y de oscilación de la temperatura máxima y mínima de adaptación de dichos cultivos. Para el caso de maíz y sorgo, los valores óptimos son del orden de 24 a 30 °C. con una oscilación de 15 a 35 °C.

Existen varios métodos para el calculo de Unidades calor. para nuestro caso el uso de promedios mensuales es apropiado el método de THOM el cual utiliza como datos principales la temperatura media mensual, la desviación estandar de la media mensual y la temperatura base o cero biologico correspondiente a la especie estudiada (6 °C para el cultivo de maíz) para la aplicación del método se usa la siguiente formula:

$$U.C. = N [(T_m - CV) + (L)(S)(\sqrt{N})]$$

Donde:

UC = Unidades calor acumuladas en el mes correspondiente.

N = Número de dias del mes.

T<sub>m</sub> = Temperatura media mensual.

CV = Cero vital o temperatura base.

S = Desviación estandar de la temperatura media mensual.

L = Coeficiente de proporcionalidad.

Para obtener L se entra con el argumento H a la tabla No.4. el valor H se obtiene con la siguiente fórmula:

$$H = (T_m - C_V) / (S)(N)$$

El concepto de unidades calor supone que el fotoperiodo no afecta la tasa de desarrollo de las plantas y para cuantificar la interacción de la temperatura y fotoperiodo, el concepto de unidades calor se ajusta combinandose con la longitud del día, obteniendose de esta manera los índices heliotérmicos o unidades tototérmicas mediante la siguiente fórmula:

$$U F T = \frac{(UC)(F)}{10}$$

Donde:

UFT = Unidades tototérmicas

UC = Unidades calor

F = Fotoperiodo (duración del día)

En la tabla No. 5 se obtienen los valores para el fotoperiodo.

Uno de los parametros que permite establecer la adaptación de los cultivos en el tiempo y que resulta de calificar las temperaturas durante el año de acuerdo al ciclo y a los requerimientos térmicos de un cultivo en particular es la Eficiencia Térmica.

El cálculo de la Eficiencia Térmica consiste en calificar las temperaturas máximas y mínimas de un lugar determinado de acuerdo a las temperaturas de adaptación de un cultivo en particular y ubicar el período durante el año que reúna las condiciones óptimas de acuerdo al ciclo vegetativo del mismo cultivo.

Los pasos a seguir son los siguientes:

A) Calificar las temperaturas máximas y mínimas promedios mensuales para el cultivo de interés, en la tabla No. 6 se presenta la información para calificar las temperaturas máxima y mínima, y así, generar los índices térmicos para maíz (Doorembos y Kassam, 1979).

B) Sumar las calificaciones de las temperaturas máximas y mínimas mensuales, lo que constituye el índice térmico mensual.

C) Establecer los meses libres de heladas (MLH), porque el período óptimo para cultivos susceptibles se restringe a los meses libres de éstas.

D) Calcular la Eficiencia Térmica (ET) de acuerdo a la fórmula siguiente:

$$ET(\%) = \frac{\text{Período en meses con la calificación térmica más alta.}}{10 \text{ (ciclo del cultivo en meses)}}$$

El periodo en meses con la calificación térmica más alta (suma de las calificaciones térmicas mensuales) debe ser equivalente al ciclo de cultivo en cuestión. El número 10 corresponde a la calificación térmica más alta posible de acuerdo al procedimiento empleado.

#### 5.6. CALCULO DE PROBABILIDADES DE LLUVIA.

En la agricultura de temporal la precipitación pluvial es determinante, ya que la lluvia es la mayor fuente de ingreso de agua al suelo, por lo cual su conocimiento y análisis de su distribución a lo largo del ciclo agrícola es fundamental.

La lluvia, al contrario de otras variables climáticas, no puede estimarse, ya que la cantidad de esta varía en espacio y tiempo.

Su estimación nos permite optimizar las actividades agrícolas, como fechas de siembra, duración del periodo húmedo propicio para el desarrollo del cultivo, selección de variedades adaptadas a una región, etc..

Existen varios métodos para la estimación de probabilidades de lluvia, para el objeto de la presente metodología se usó el método de la Distribución Normal, siendo una de las funciones más fáciles para deducir probabilidades, la cual tiene como características principales:

$$\text{MEDIA} \quad M = \frac{\sum X_i}{n}$$

$$\text{DESVIACION ESTANDAR} \quad S = \sqrt{\sum (X_i - M)^2 / n}$$

$$\text{VALORES ESTANDARIZADOS} \quad Z = \frac{X_i - M}{S}$$

Donde:

- $X_i$  = Cada uno de los datos de la variable lluvia.
- $n$  = Numero total de datos de lluvia.
- $M$  = Media aritmetica de los datos.
- $S$  = Desviación estándar de los datos.
- $Z$  = Valores estandarizados de la distribución normal con la cual se calcula la probabilidad de lluvia.

A efecto de probar si la distribución normal se ajusta a los datos de lluvia, es necesario realizar una prueba de bondad de ajuste, siendo la Prueba de SMIRNOV la más potente:

$$NW^2 = 1/12n + \sum (F(X)_i - (i-1/2n))^2$$

Donde:

- $n$  = Numero de observaciones.
- $F(X)_i$  = Es la probabilidad de la observación  $i$ .

Si  $NW^2$  es menor a un sexto (0.166) la prueba de Smirnov señala que los datos de lluvia se ajustan bien a la distribución normal. caso contrario, cuando  $NW^2$  es mayor o igual a un sexto indica que los datos de lluvia no se ajustan a la distribución normal.

#### 5.7. ESTIMACION DE LA EVAPOTRANSPIRACION POTENCIAL Y DE LAS NECESIDADES HIDRICAS DEL CULTIVO DE MAIZ.

Todas las estaciones climatológicas del area de estudio cuentan con tanque evaporimetro tipo "A", por lo que este elemento del clima nos permite estimar la evapotranspiración potencial basada en un método sencillo (GARCIA, 1979):

$$ETP = 0.8 (Ev)$$

Dicho indice agroclimatológico es necesario tabularlo a valores medios, 70% y 33% de probabilidad a fin de poder efectuar el calculo de la estación de crecimiento, así como, para determinar las necesidades hidricas del cultivo de maiz, es decir la evapotranspiración real (Etr).

La evapotranspiración real se define como la cantidad de agua pérdida por el complejo suelo-planta en las condiciones meteorologicas, edáficas y biológicas existentes, matemáticamente la podemos expresar como:

$$ETr = (ETP) (Kc)$$

Donde:

ETP = Evapotranspiración potencial.

Kc = Coeficiente que depende del cultivo y de su porcentaje de desarrollo durante el ciclo vegetativo.

La evapotranspiración real del cultivo, en éste caso maíz, es la suma de la transpiración del cultivo y la evaporación del suelo, por lo tanto, cuando acaba de ser sembrado y durante las primeras etapas de crecimiento la evaporación de la superficie del suelo es considerable, particularmente cuando acaba de ser regado o de una lluvia, pero cuando el cultivo cubre totalmente el suelo la evaporación no es significativa comparada con la transpiración del maíz en esa etapa de crecimiento.

La amplia variación del Kc como consecuencia de las características morfológicas y fisiológicas del maíz, tales como la resistencia a la transpiración, altura, área foliar, etc. así como los vientos fuertes, calientes y secos influyen aumentando el valor de Kc.

Existen varios métodos para determinar el Kc, para nuestro caso usaremos el propuesto por Doorenbos y Pruitt (1977) en donde dividen la etapa de crecimiento en cuatro fases fenológicas, en las cuales, las amplitudes de la etapa inicial de desarrollo y valores predeterminados de ETP se elaboró la curva de coeficiente del maíz (Fig. No. 3).

La determinación de la ETr del maíz se hará con dos amplitudes de ciclo vegetativo de 120 y 150 días con los valores mensuales al 50% y 70% de probabilidad.

### 5.8. ESTIMACION DEL RENDIMIENTO POTENCIAL DEL CULTIVO DE MAIZ.

Una de las aplicaciones más importantes de los distintos índices agroclimatológicos es la evaluación de la potencialidad para la producción de diferentes cultivos en una zona.

El rendimiento máximo de un cultivo, en éste caso el maíz, está determinado por sus características genéticas y por la buena adaptación del cultivo al ambiente predominante.

El rendimiento máximo se define (Doorembos, et al. 1979) como el rendimiento cosechado de una variedad de gran producción, bien adaptada al ambiente vegetativo que se trate, incluyendo el tiempo disponible para llegar a su madurez en condiciones tales que su rendimiento no este limitado por el agua, los nutrientes, las plagas o las enfermedades.

La estimación de rendimientos máximos propuesto en el "Proyecto de zonas agroecológicas" de la FAO (1978,1981) se basa en los trabajos de Dewitt.

Para calcular el rendimiento potencial (Y) es necesario los siguientes pasos:

- A) Calcular la producción bruta de materia seca (MS).
- B) Aplicar una corrección por especie de cultivo y temperatura.

C) Aplicar una corrección por el desarrollo del cultivo con el tiempo y por su superficie foliar (CL).

D) Aplicar una corrección por la producción neta de materia seca (CN).

E) Aplicar una corrección por la parte cosechada (IC).

#### A) CALCULO DE LA PRODUCCION BRUTA DE MATERIA SECA (MS).

La tasa de acumulación de materia seca puede ser calculada por la siguiente fórmula:

$$MS = (F) (bc) + (1-F) (bc)$$

Donde:

bc.bc = Proporción de fotosíntesis bruta diaria para cultivos en días despejados y en días nublados respectivamente para una fotosíntesis máxima de 20 Kg/ha/hora.

F = Fracción del día con cielo nublado.

F se calcula de la siguiente manera:

$$F = (Ac - 0.5 Rg) / 0.8 Ac$$

Donde:

Ac = Radiación fotosintéticamente activa para días completamente despejados.

Rg = Radiación global.

La radiación fotosintéticamente activa en un día totalmente despejado (Ac) en diferentes latitudes fue calculada originalmente por Dewit (FAO, 1978). En la tabla No. 7 se presentan los valores de Ac obtenidos a partir de los datos originales mediante un proceso de interpolación simple (Ortiz, et al. 1988).

En el trabajo original de Dewit se obtuvieron los valores de  $b_0$  y  $b_c$  para plantas con una fotosíntesis máxima ( $P_m$ ) de 20 kg de carbohidratos por hectarea por hora ( $CH_2O/Ha/h$ ). En las tablas Nos. 8 y 9 se presentan los valores interpolados (Ortiz, et al. 1988) de  $b_0$  y  $b_c$  respectivamente.

#### B) CORRECCION POR ESPECIE DE CULTIVO Y TEMPERATURA.

La fotosíntesis máxima, sin embargo, depende de la temperatura y de la cadena fotosintética de cada especie. Lo anterior nos indica la existencia de cultivos que pueden tener una máxima fotosíntesis ( $P_m$ ) mayor o menor de 20 kg de  $CHO/ha/h$ , esta situación modifica la fórmula para el cálculo como sigue:

1) Si  $P_m$  es mayor de 20 kg de  $CH_2O/ha/h$

$$MS = F(0.8 + 0.01 P_m)b_0 + (1+F)(0.5 + 0.25 P_m)b_c$$

2) si  $P_m$  es menor de 20 Kg de  $CH_2O/ha/h$

$$MS = F(0.5 + 0.25 P_m)b_0 + (1-F)(0.05 P_m)b_c$$

El valor de la fotosíntesis máxima ( $P_m$ ) se obtiene utilizando la figura No. 4 que relaciona la fotosíntesis máxima y la temperatura media del periodo de crecimiento para varios grupos de cultivos (I, II, III y IV) según su forma de fotosíntesis (tabla No.10).

C) CORRECCION POR EL DESARROLLO DEL CULTIVO CON EL TIEMPO Y POR SU SUPERFICIE FOLIAR (CL).

Para ésta corrección se supone que el cultivo tiene una superficie foliar activa y equivalente a 5 veces la superficie del terreno (IAF = 5), cuando la superficie foliar es mayor de 5 el efecto es pequeño.

La corrección del IAF mayor o igual a 5 es de 0.5, el IAF igual a 4 es de 0.48, el de 3 es de 0.4, para nuestro caso de maiz, se considera que no existen limitaciones en cuanto a su desarrollo por lo que se considera una corrección CL de 0.5.

D) CORRECCION POR LA PRODUCCION NETA DE MATERIA SECA (CN).

A efecto de mantener la producción de materia seca, la planta necesita de energía para los procesos internos de desarrollo (respiración, crecimiento, etc.).

La energía que la planta usa para producir un nuevo crecimiento en condiciones frías (temperatura media menor de 20 grados C) es de 0.6 y para condiciones cálidas (temperatura media mayor de 20 grados C) es de 0.5.

E) CORRECCION POR LA PARTE COSECHADA (IC).

Del total de la materia seca producida solo se cosecha una parte, como el grano, el aceite o el azúcar, según el cultivo, siendo ésta parte de la de mayor valor económico.

El índice de cosecha para el cultivo de maíz (Doorenbos, 1979) para variedades de alto rendimiento y bajo riego es de 0.35 a 0.45.

En resumen, el rendimiento potencial (Y) de una variedad de alta producción adaptada climáticamente y desarrollada en condiciones libres de limitaciones durante un período vegetativo de G días es de:

A) Cuando  $P_m > 20$  Kg/ha/hora.

$$Y = CL * CN * IC * G [F(0.8 + 0.1P_m)bc + (1-F)(0.5 + 0.025P_m)bc]$$

B) Cuando  $P_m < 20$  Kg/ha/hora.

$$Y = CL * CN * IC * G [F(0.5 + 0.025P_m)bc + (1-F)(0.05P_m)bc]$$

#### 5.9. PREPARACION DE TABLAS, GRAFICAS Y MAPAS DE LA INFORMACION OBTENIDA.

Después de realizar el cálculo de los índices agroclimáticos de acuerdo a la metodología propuesta se conformarán cuadros, figuras y mapas, que representen en forma más concreta y manejable los datos de los elementos climáticos de forma que pueda ser entendida y empleada por cualquier persona de acuerdo a sus requerimientos.

## 6. RESULTADOS Y RECOMENDACIONES.

### 6.1. ANALISIS DE LA INFORMACION CLIMATICA EXISTENTE Y SELECCION DE LAS ESTACIONES UTILES PARA SU USO.

En la realización de una caracterización agroclimatológica de éste tipo se es necesario echar mano de todos los datos disponibles de las estaciones climáticas existentes en el área de estudio, así como de las estaciones en la periferia del área misma. la presente caracterización en su análisis preliminar determinó que la información de los datos de las estaciones estudiadas fueron homogéneos por lo que se determinaron los índices necesarios para efectuar la caracterización.

En la estación de El Grullo, por decisiones desconocidas del personal encargado, se cambió de lugar la estación, de la localidad de El Grullo a la localidad de El Corcovado en el mes de marzo de 1983. ésta caracterización usó los datos de El Corcovado como una nueva estación ya que la distancia entre las dos localidades es de 8 Km y la estación El Grullo como una estación con vida útil hasta 1983.

Todas las estaciones cuentan con los instrumentos más básicos como pluviómetro, evaporímetro, termómetro de máximas y mínimas y veleta, con un estado actual de regular a bueno; para el caso de los encargados de las estaciones éstos no han sido cambiados o removidos en los últimos años, siendo confiables las lecturas de los instrumentos bajo un mismo criterio durante éstos últimos años.

## 6.2. ESTUDIO DE LA RADIACION SOLAR PARA DETERMINAR EL REGIMEN Y SU DISTRIBUCION EN EL AREA DE ESTUDIO, EXPRESADA EN CAL/CM<sup>2</sup>/DIA.

En los anexos Nos. B1 al B8 se presenta el calculo de la Radiación Solar para cada estación climatológica asi como en el cuadro No. 5 se presenta el resumen de las 8 estaciones climatológicas en estudio, como puede señalarse el Valle Autlan-El Grullo se encuentra en el rango de 459 a 505 cal/cm<sup>2</sup>/dia lo cual corrobora el mapa realizado por Ortiz (1982) de la isolinia de 450 cal/cm<sup>2</sup>/dia que atraviesa la región.

Las cantidades expresadas en el cuadro No. 5 manifiestan ser de las más altas en promedio de la República Mexicana, es decir que la producción de materia seca para cultivo de maiz en la región se considera como alta, (Mapa No. 1).

Cabe señalar también que la eficiencia de utilización de la radiación solar por el cultivo de maiz se ve afectada, en el inicio de su desarrollo, en que la superficie del suelo no está completamente cubierta por el cultivo; las variables de nutrientes, agua y daños por plagas contribuyen a una aparente baja eficiencia de la radiación solar.

Este parámetro puede ser un factor climático que nos permita una clasificación de microambientes más definidos en lugar del factor temperatura del aire.

Por lo que una alta eficiencia en la utilización de la radiación solar produce mas materia seca y por ende el rendimiento en si, confirmandose la hipótesis propuesta al inicio.

CUADRO No. 5 DISTRIBUCION SOLAR DE LAS ESTACIONES CLIMATOLÓGICAS DEL VALLE AULAN-EL GRULLO EXPRESADA EN cal/cm<sup>2</sup>/día.

ESTACION	MEDIA ANUAL	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
AULAN	467	385	461	526	568	561	591	486	482	451	425	405	355
BASILIO BADILLO	477	408	472	542	583	604	512	448	455	448	453	423	374
ESUTLA	462	377	454	532	544	542	505	456	452	440	424	412	361
EL CHAYTE	505	415	487	555	577	608	542	503	534	471	481	440	402
EL CORCOVADO	459	386	440	525	544	595	428	487	440	412	427	418	356
EL GRULLO	503	424	497	553	600	621	565	507	459	466	472	440	398
TUHCACUESCO	471	407	465	531	572	572	502	440	481	430	419	407	350
UNION DE TULO	456	414	479	550	546	609	528	509	496	475	462	461	382

FUENTE: INVESTIGACION PROFDA.

### 6.3. CALCULO DE LA ESTACION DE CRECIMIENTO Y SU DISTRIBUCION EN DIAS. EN EL AREA DE ESTUDIO A DIFERENTES NIVELES DE PROBABILIDAD.

El análisis de las Figuras No. 5 a la No. 20 determinan que en los niveles de probabilidad al 50% y 70% el tipo de crecimiento es NORMAL (cuadros No. 6 y 7, mapas No. 2 y 3).

El periodo de crecimiento con datos de probabilidad al 70% de las tres estaciones dentro del valle se encuentran entre el rango de 133 a 138 dias de duración, manifestando los datos que el cultivo de maiz de acuerdo al ciclo vegetativo, se adaptan variedades precoces, criollos y aun ciertas variedades con ciclo intermedio.

En la zona del valle, la mayor parte de los productores de maiz tienen como inicio de fecha de siembra generalizada la 2da quincena del mes de junio, esto es 20 dias aproximadamente después del inicio del periodo de crecimiento, sin embargo al mes de junio la precipitación al 70% es de 86-124 mm. de agua asegurando la humedad suficiente en el suelo para la germinación; con base a lo anterior el periodo se reduce a 113-118 dias promedio, siendo solo factible para maices con ciclo vegetativo precoz.

En conclusión, la determinación de la fecha de siembra óptima con una mayor precisión nos la dará un estudio del periodo de crecimiento en forma decenal ó cada 5 dias según el criterio, siendo la recomendación que para el área del valle los maices de ciclo precoz son apropiados y con cierta reserva los de ciclo intermedio a costa de reducción en rendimiento potencial.

CUADRO No. 5 DURACION Y CARACTERISTICAS DE LOS PERIODOS DE CRECIMIENTO CON PROBABILIDAD AL 50 %.

ESTACION	PERIODO DE CRECIMIENTO		DURACION EN DIAS	TIPO DE PERIODO DE CRECIMIENTO
	INICIO	FIN		
AUTLÁN	01 MAYO	28 OCTUBRE	197	NORMAL
BABILL GABILLO	20 MAYO	18 OCTUBRE	198	NORMAL
EDZUL	18 MAYO	20 OCTUBRE	164	NORMAL
EL CARMEN	11 MAYO	14 OCTUBRE	156	NORMAL
EL CORDOBAE	21 MAYO	14 OCTUBRE	141	NORMAL
EL ESTILLO	18 MAYO	24 OCTUBRE	168	NORMAL
EXCOMESQUE	14 MAYO	22 OCTUBRE	159	NORMAL
UNION DE TULA	18 MAYO	14 OCTUBRE	168	NORMAL

FUENTE: INVESTIGACION PROPIA.

CUADRO No. 7. DURACION Y CARACTERISTICAS DE LOS PERIODO DE CRECIMIENTO CON FRECUENCIA AL 70 %.

ESPECIE	PERIODO DE CRECIMIENTO		DURACION En DÍAS	TIPO DE PERIODO DE CRECIMIENTO
	INICIO	FINAL		
ATLÁN	24 MAYO	4 OCTUBRE	133	NORMAL
ABEILLO BARILLO	27 MAYO	27 SEPTIEMBRE	123	NORMAL
ECUOLA	28 MAYO	29 SEPTIEMBRE	123	NORMAL
EL GRANDE	14 MAYO	27 SEPTIEMBRE	133	NORMAL
EL COPPOVADO	1 JUNIO	25 SEPTIEMBRE	117	NORMAL
EL BARILLO	24 MAYO	9 OCTUBRE	133	NORMAL
TUNGACUERO	24 MAYO	7 OCTUBRE	133	NORMAL
UNION DE TELA	19 MAYO	16 OCTUBRE	144	NORMAL

FUENTE: INVESTIGACION PROPIA.

#### 6.4. ANALISIS PROBABILISTICO DE LA TEMPERATURA, HELADAS Y DETERMINACION DE LAS UNIDADES CALOR PARA EL PERIODO DE LA ESTACION DE CRECIMIENTO Y SU DISTRIBUCION.

El total de las Unidades Calor acumuladas durante el período de crecimiento varia del rango de 2.005 a 2.373 con probabilidad al 50% y de 1.709 a 2.013 al 70% en las estaciones climatológicas según el cuadro No. 8.

El analisis de los datos de unidades calor durante el periodo de crecimiento de las 8 estaciones tiene como rango de 2.005 a 2.373 con probabilidad al 50% y con una probabilidad al 70% de 1.709 a 2.013 unidades calor acumuladas.

Para el caso de las 3 estaciones ubicadas dentro del valle los rangos al 50% 2.112 - 2.373 y al 70% 1.829 - 2.013 , nos permiten inferir que el maiz necesita de un mayor número de unidades calor con respecto a las 2,500 citadas por Defina y Ravelo (1975); por lo cual solo maices con necesidades de unidades calor y/o unidades fototérmicas menores, pueden completar satisfactoriamente su ciclo vegetativo y expresar un buen rendimiento (Mapas No. 9 y 10).

En los anexos A1 al A16, se tienen los resultados de la eficiencia térmica por estación climatologica al 50% y 70%. En los cuadros No. 9 y 10 se muestran los resultados de las Unidades Calor y Unidades Fototérmicas anuales por cada estación climatológica con probabilidades al 50% y 70% respectivamente.

Las unidades calor acumuladas se encuentran en un 20% aproximadamente abajo de los valores citados por Defina y Ravelo; es necesario se realicen estudios específicos al caso para determinar las unidades calor requeridas por las diferentes variedades y criollos sembrados en el valle, lo determinado por

CUADRO No. 8 UNIDADES CALOR ACUMULADAS HASTA EL PERIODO DE CRECIMIENTO  
AL 50% Y 70% DE FROSEALIDAD.

ESTACION	50 % DE FROSEALIDAD		70 % DE FROSEALIDAD	
	DURACION P. D.	UNIDADES CALOR ACUMULADAS	DURACION P. D.	UNIDADES CALOR ACUMULADAS
BOULAY	159	2,342	133	1,692
SABIDO BRILLIO	145	2,092	123	1,748
EDUTLA	161	2,291	132	1,551
EL CAPATE	156	2,112	131	1,259
EL CORCUERO	146	2,122	117	1,719
EL SAULLO	142	2,372	138	2,012
TUXCACUESCO	137	2,522	124	1,922
UNION DE TULA	142	2,005	144	1,705

FUENTE: INVESTIGACION PROPIA.

ESTACION	CONCEPTO	PROMEDIO MENSUAL												
		PROMEDIO D. SUMA ANUAL	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
AUTLAN	N	12.00	10.93	11.37	11.89	12.47	12.95	13.19	13.08	12.66	12.09	11.52	11.03	10.81
	UC	4,760	312	302	367	391	421	451	465	439	448	436	375	333
	UFT	5,755	341	343	436	475	558	595	608	581	542	502	414	360
BASILIO	N	12.00	10.73	11.36	11.82	12.48	12.95	13.2	13.08	12.67	12.09	11.51	11.02	10.6
	UC	4,776	335	312	381	399	425	444	457	449	435	437	373	356
	UFT	5,766	361	354	423	467	559	586	592	569	526	502	413	364
EJUTLA	N	12.00	10.97	11.36	11.89	12.48	12.95	13.2	13.08	12.67	12.09	11.51	11.02	10.8
	UC	4,747	302	328	390	399	432	438	445	442	426	426	379	350
	UFT	5,733	330	370	451	492	559	578	582	560	515	493	418	378
EL CHANTE	N	12.00	10.94	11.37	11.89	12.47	12.94	13.13	13.07	12.66	12.09	11.52	11.03	10.6
	UC	4,332	305	260	312	334	380	414	434	426	414	397	328	308
	UFT	5,235	334	318	371	416	452	546	567	539	501	457	382	323
CORCOVADO	N	12.00	10.93	11.37	11.88	12.47	12.95	13.2	13.08	12.66	12.09	11.52	11.03	10.8
	UC	4,669	218	276	347	351	408	445	457	456	461	434	373	343
	UFT	5,643	348	314	412	458	528	567	611	577	533	500	411	370
EL GRULLO	N	12.00	10.93	11.37	11.89	12.47	12.95	13.2	13.08	12.66	12.09	11.52	11.03	10.8
	UC	4,719	316	307	346	367	425	454	463	460	439	434	372	336
	UFT	5,705	345	349	411	458	550	589	606	582	531	500	410	363
TUXCACUECO	N	12.00	10.93	11.34	11.83	12.47	12.94	13.18	13.07	12.66	12.09	11.52	11.04	10.82
	UC	4,635	319	299	328	357	415	438	454	451	435	432	367	339
	UFT	5,598	347	328	402	445	537	577	593	571	526	498	405	367
UNTON DE TULA	N	12.00	10.92	11.37	11.89	12.48	12.96	13.21	13.09	12.67	12.09	11.51	11.02	10.77
	UC	3,950	262	259	310	301	356	397	389	399	375	360	282	267
	UFT	4,783	256	284	368	376	461	524	509	497	453	414	311	288

FUENTE: INVESTIGACION PROPIA.

N = FOTOFERIDO

UC = UNIDADES CALOR

UFT = UNIDADES FOTOQUÍMICAS

CUADRO No. 19 UNIDADES CALOR Y UNIDADES FOTOTÉRMICAS POR ESTACION CLIMATOLÓGICA EN EL VALLE AOTLAN-EL GRULLO AL 70 % DE PROBABILIDADES

ESTACION	CONCEPTO	PROMEDIO O SUMA ANUAL	PROMEDIO MENSUAL											
			ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
AOTLAN	N	12.00	10.93	11.27	11.58	12.47	12.95	13.19	13.08	12.65	12.09	11.52	11.03	10.81
	UC	4,478	276	269	291	257	414	433	448	435	429	420	348	302
	UFT	5,422	302	304	405	453	538	571	583	551	519	484	384	326
BASILTO BÁDILLO	N	12.00	10.93	11.35	11.82	12.43	12.95	13.12	13.02	12.67	12.09	11.51	11.02	10.8
	UC	4,661	276	307	353	379	418	425	448	442	432	432	370	349
	UFT	5,630	324	349	419	430	541	574	586	560	522	497	408	377
EZUTLA	N	12.00	10.93	11.35	11.82	12.43	12.95	13.12	13.02	12.67	12.09	11.51	11.02	10.8
	UC	4,594	240	311	378	393	425	425	438	435	420	423	372	333
	UFT	5,557	282	355	442	490	550	572	570	552	509	483	410	350
EL CHANTE	N	12.00	10.94	11.57	11.99	12.47	12.94	13.13	13.07	12.64	12.09	11.52	11.03	10.8
	UC	4,185	288	280	310	324	354	403	422	412	400	383	304	291
	UFT	5,061	315	318	318	404	471	501	507	522	484	441	335	314
CORCOVADO	N	12.00	10.93	11.37	11.83	12.47	12.95	13.12	13.02	12.64	12.09	11.52	11.03	10.8
	UC	4,545	307	292	327	354	378	442	422	431	432	428	367	329
	UFT	5,493	336	264	403	441	515	563	584	571	527	493	405	355
EL GRULLO	N	12.00	10.93	11.37	11.82	12.47	12.95	13.12	13.02	12.64	12.09	11.52	11.03	10.8
	UC	4,593	293	294	333	338	415	450	460	457	427	423	363	315
	UFT	5,558	320	334	396	446	527	594	602	579	516	493	400	340
TUXCACUESCO	N	12.00	10.93	11.54	11.85	12.47	12.94	13.18	13.07	12.63	12.09	11.52	11.04	10.82
	UC	4,516	310	281	329	365	403	425	445	443	425	423	357	327
	UFT	5,455	337	319	371	431	521	581	582	561	515	487	394	354
UNION DE TULA	N	12.00	10.92	11.37	11.82	12.43	12.96	13.21	13.09	12.67	12.09	11.51	11.02	10.79
	UC	3,844	251	245	302	360	348	393	381	390	366	343	271	254
	UFT	4,658	274	282	366	374	452	517	499	461	442	395	279	274

FUENTE: INVESTIGACIÓN PROPIA.

N = FOTOPERIODO  
UC = UNIDADES CALOR  
UFT = UNIDADES FOTOTÉRMICAS

ésta caracterización es que los rangos estimados son de 2,000 a 2,300 UC. lograndose rendimientos reales aceptables, haciendo una comparación con las unidades calor necesarias de 2,200 a 2500 en el "cinturon de maiz" de los Estados de Iowa, Ohio, Illinois e Indiana de los Estados Unidos de Norteamérica.

En los cuadros No. 11 y 12 se muestran las temperaturas mínima y máxima con probabilidades al 50% y 70% respectivamente y en el cuadro No. 13 se muestra la temperatura media (Mapas No. 4 al No.8).

#### 6.5. CALCULO DE PROBABILIDADES DE LLUVIA.

En forma general podemos concluir que la cantidad total de precipitación no es un indicador confiable del rendimiento del cultivo de maíz, ya que para cada una de las estaciones a partir del mes de junio existen en promedio 100 mm de lluvia con probabilidad del 70% y más aun al 50% para disminuir en el mes de octubre a menos de 50 mm al 70% y 30 mm aproximadamente en el nivel del 50%; concluyendose que existe una interrelación entre la precipitación y la etapa fenológica, en la cual la etapa de floración es más susceptible, expresandose en el rendimiento.

La presente caracterización se realizó a nivel mensual, pero en un estudio decenal las probabilidades de la precipitación podrá dar más información acerca de la incidencia de la precipitación en tal o cuál etapa fenológica a fin de estar en la posibilidad de inferir más concretamente o con mayor precisión las posibles fechas de siembra óptimas del cultivo de maíz en la región y lograr así que en la etapa de floración incida la mayor cantidad posible de precipitación pluvial.

CUADRO No. 11 TEMPERATURA MINIMA EN GRADOS CENTIGRADOS CON PROBABILIDAD AL 50 % Y 70 % POR ESTACION CLIMATOLOGICA

ESTACION	PROBABILIDAD %	TEMPERATURA MINIMA EN GRADOS CENTIGRADOS												ANUAL
		ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	
AUTLAN	50	11.9	12.3	13.7	15.4	17.8	20.1	20.6	19.6	17.9	18.1	15.2	13.4	16.5
	70	10.6	11.1	12.4	14.2	16.7	18.9	19.5	18.9	19.1	17.4	14.4	12.5	15.5
BASTILIO BABILLO	50	11.9	12.3	13.5	16.0	17.4	19.6	19.5	19.0	17.0	18.2	15.0	13.0	16.2
	70	11.1	11.9	12.8	15.3	17.0	19.0	19.2	18.7	18.8	17.9	14.7	12.5	15.7
EJUTLA	50	12.9	13.4	14.5	16.6	17.9	19.2	18.7	18.5	18.4	17.6	15.3	14.0	16.4
	70	12.5	13.0	14.0	15.2	17.4	18.9	18.5	18.3	18.2	17.3	15.1	13.6	16.1
EL CHANTE	50	8.6	9.5	10.1	12.3	14.5	17.6	18.0	17.5	17.6	15.6	11.9	9.4	13.6
	70	8.0	9.0	9.5	11.5	13.5	16.9	17.5	16.6	16.7	14.8	11.0	8.6	12.8
EL CORCOVADO	50	11.7	12.0	12.4	14.1	16.3	19.7	20.1	19.4	19.4	18.0	14.9	13.1	15.9
	70	11.6	11.7	11.9	13.6	15.7	19.5	19.6	19.1	17.1	17.6	14.5	12.7	15.6
EL BRULLO	50	11.1	11.9	12.3	14.5	17.4	20.3	19.9	19.7	19.3	18.0	14.8	12.3	16.0
	70	10.5	11.0	11.5	13.9	16.5	20.0	19.7	19.5	18.5	17.6	14.2	11.5	15.4
TOXCACUESCO	50	10.6	10.7	11.6	13.8	16.8	19.2	19.3	19.1	19.0	17.9	14.5	11.9	15.4
	70	10.2	10.1	11.2	13.1	16.0	18.4	18.7	18.6	18.4	17.3	13.8	11.2	14.8
UNION DE TULA	50	5.4	6.5	7.8	10.1	13.0	16.5	16.6	16.5	16.0	13.6	9.1	7.8	11.6
	70	4.5	5.9	7.2	9.5	12.5	16.2	16.4	16.0	15.8	13.2	8.5	7.2	11.1

FUENTE: INVESTIGACION PROPIA.

CUADRO No. 12 TEMPERATURA MÁXIMA EN GRADOS CENTÍGRADOS CON FRECUENCIA AL 50 % Y 70 % POR ESTACION CLIMATOLÓGICA

ESTACION	FRECUEN- CIA %	TEMPERATURA MÁXIMA EN GRADOS CENTÍGRADOS												ANUAL	
		ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC		
AYILAN	50	28.2	28.3	29.8	32.6	33.6	34.8	35.3	35.2	35.5	35.6	35.7	35.8	35.9	36.0
	70	27.2	28.1	29.6	31.5	32.5	33.7	34.4	35.2	35.5	35.7	35.8	35.9	36.0	36.1
BASILIO BABILLO	50	29.7	32.1	34.1	35.3	35.4	34.3	34.1	34.6	34.5	32.1	31.5	31.0	32.5	
	70	28.0	31.2	33.6	33.6	33.5	32.5	29.7	29.8	30.0	30.9	30.4	30.6	31.2	
EJUTLA	50	26.6	27.9	31.7	34.0	34.3	32.6	30.0	30.3	30.8	31.1	30.3	28.6	30.9	
	70	25.0	26.8	31.2	33.6	32.8	32.0	29.4	29.8	29.8	30.6	29.7	27.9	30.0	
EL CHANTE	50	27.7	31.1	33.3	35.8	35.9	34.2	31.4	31.3	31.0	30.7	30.5	27.9	32.1	
	70	28.6	30.3	32.5	35.2	35.6	35.1	31.5	30.7	30.6	29.3	29.3	28.8	31.3	
EL COROVADO	50	28.8	27.7	31.4	33.3	34.5	32.6	30.3	31.1	31.5	31.8	31.3	29.0	31.2	
	70	28.2	24.9	31.0	33.1	34.2	32.0	30.2	30.9	31.2	31.1	30.9	28.5	30.5	
EL GRULLO	50	29.3	30.8	32.9	34.7	35.4	33.4	31.4	31.6	31.6	31.1	31.3	29.4	31.9	
	70	28.4	30.1	31.2	34.2	35.0	32.8	31.0	31.2	30.9	30.0	30.7	28.8	31.2	
TUXCACUÉS	50	30.6	32.5	34.4	35.9	37.7	34.9	32.9	32.5	32.1	32.7	32.4	30.7	33.3	
	70	29.8	31.5	33.1	34.7	37.2	34.0	32.0	32.0	31.6	32.0	31.4	29.9	32.4	
UNION DE TULA	50	26.9	28.5	30.4	32.7	33.8	31.4	28.5	28.8	29.0	29.6	28.8	27.2	29.6	
	70	26.2	27.7	29.9	32.2	33.4	30.7	28.2	28.5	28.6	28.9	28.1	26.4	29.1	

FUENTE: INVESTIGACION PROPIA.

CUADRO No. 13

TEMPERATURA MEDIA EN GRADOS CENTIGRADOS POR  
POR ESTACION CLIMATOLÓGICA

ESTACION	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEPT	OCT	NOV	DIC	ANUAL
AUTLAN	20.1	20.8	22.3	24.0	25.7	26.0	25.2	24.9	25.2	24.4	22.5	20.8	23.5
BASTIÑO RADILLO	20.8	22.2	23.7	25.8	26.5	27.0	25.3	25.3	25.3	25.2	23.3	22.0	24.4
EJUTLA	19.6	21.7	23.1	25.3	26.1	25.9	24.4	24.4	24.6	24.4	22.8	21.3	23.6
EL CHANTE	19.2	20.3	21.7	24.1	25.2	25.9	24.7	24.4	24.3	23.2	21.2	19.7	22.8
EL CORCOVADO	20.3	19.9	21.9	23.6	25.4	26.2	25.4	25.3	25.5	24.9	23.1	21.1	23.5
EL GRULLO	20.2	21.4	22.6	24.6	26.4	26.9	25.7	25.7	25.5	24.6	23.1	20.9	23.9
TUXCACUESCO	20.6	21.6	23.1	24.9	27.3	27.1	26.1	25.8	25.6	25.3	23.5	21.3	24.3
UNION DE TOLA	16.2	17.5	19.1	21.4	23.4	24.0	22.2	22.7	22.5	21.6	19.0	17.5	20.6

FUENTE: INVESTIGACION PROPIA.

Por ser la distribución normal uno de los métodos mas sencillos para estimar las probabilidades de lluvia y que el calculo puede efectuarse rápidamente, usándose los datos de precipitación, pero primeramente y a efecto de probar si la distribución normal se ajusta a los datos de lluvia, se realizó la prueba de bondad de ajuste de SMIRNOV, siendo para éstos casos la más potente.

El resultado se puede observar en los cuadros No. 14a y 14b en que  $NW^2$  es inferior a 0.166, señalando que dichos datos se ajustan bien a la distribución normal; procediendose al cálculo de las probabilidades de lluvia al 70%, siendo un valor probabilístico bastante aceptable.

En el cuadro No. 15 se presentan las probabilidades de la lluvia al 50% y 70% de probabilidad por cada estación, (Mapas No. 11 y 12).

Por lo anterior se confirma la hipótesis de que el rendimiento está en función de la precipitación pluvial pero distribuida en las etapas fisiológicas con requerimientos de agua necesaria para el desarrollo del cultivo de maíz.

#### 6.6. ESTIMACION DE LA EVAPOTRANSPIRACION POTENCIAL Y DE LAS NECESIDADES HIDRICAS DEL CULTIVO DE MAIZ.

En el cuadro No. 16 se muestra ETP del cultivo de maíz en la zona de estudio a los niveles de 50% y 70% de probabilidad.

Asi en los cuadros No. 17 y 18 se muestra la evapotranspiración real del cultivo de maíz con 120 y 150 dias de ciclo vegetativo.

ORDEN No. 14. RESULTADOS DE LA PRUEBA DE BONDAD  
 DE AJUSTE DE GAUSSIAN PARA LOS DATOS DE  
 LLOVIA DE LAS ESTACIONES CLIMATOLÓGICAS

HOJA No. 1

ESTACION	MESE	W
ANTLAN	JUNIO	0,0702
	JULIO	0,1466
	AGOSTO	0,1536
	SEPTIEMBRE	0,1590
SABIDO BACILO	JUNIO	0,0433
	JULIO	0,0541
	AGOSTO	0,0376
	SEPTIEMBRE	0,0377
CHANTE	JUNIO	0,1226
	JULIO	0,0599
	AGOSTO	0,1254
	SEPTIEMBRE	0,1222
CONCORDÉ	JUNIO	0,0221
	JULIO	0,0229
	AGOSTO	0,1546
	SEPTIEMBRE	0,1010
ETUTLA	JUNIO	0,1067
	JULIO	0,0507
	AGOSTO	0,0740
	SEPTIEMBRE	0,1499

FUENTE: INVESTIGACION PROPIA.

CUADRO No. 146 RESULTADOS DE LA PRUEBA DE BONDAD  
DE AJUSTE DE EXTENSIÓN PARA LOS DATOS DE  
LLUVIA DE LAS ESTACIONES CLIMATOLÓGICAS

ADJA No. 5

ESTACION	MESE	W
EL BOLLÓ	JUNIO	0.1486
	JULIO	0.0256
	AGOSTO	0.0250
	SEPTIEMBRE	0.0677
CUNO-CUEBÓ	JUNIO	0.0669
	JULIO	0.0211
	AGOSTO	0.0536
	SEPTIEMBRE	0.0404
UNION DE TOLA	JUNIO	0.0253
	JULIO	0.0306
	AGOSTO	0.0237
	SEPTIEMBRE	0.1187

FUENTE: INVESTIGACIÓN PROPIA.

CUADRO No. 15

PRECIPITACION EN AGUAS PROBABLES AL 50% Y 70%  
 POR ESTACION CLIMATOLÓGICA.

ESTACION	PROBABI- LIDAD :	ENE :	FEB :	MAR :	ABR :	MAY :	JUN :	JUL :	AGO :	SEP :	OCT :	NOV :	DIC :	ANUAL :
AUTLAN	50	27.3	10.0	8.3	7.8	11.7	111.6	165.4	120.4	114.0	59.5	23.9	21.7	492.3
	70	2.2	1.7	0.6	0.4	1.5	56.3	133.4	91.4	85.3	35.6	1.0	4.6	445.5
BASILITO BABILLO	50	22.3	10.0	2.2	1.4	13.9	124.2	157.5	131.0	134.7	48.3	18.6	11.4	674.5
	70	3.7	4.3	0.0	0.0	0.0	25.5	130.2	112.0	107.5	24.5	5.0	4.3	475.5
EJUTLA	50	19.7	19.9	2.6	1.8	16.9	155.4	191.5	163.0	153.0	46.0	27.6	15.4	808.7
	70	0.4	4.0	0.0	0.0	1.0	124.3	158.5	133.6	123.1	27.9	2.8	8.6	584.2
EL CHANTE	50	17.4	5.9	2.1	1.1	13.9	157.3	198.4	184.0	148.3	47.5	24.6	13.6	814.1
	70	0.6	0.8	0.0	0.0	1.2	123.4	167.6	146.4	122.2	26.1	3.4	2.6	594.7
EL CORCOVADO	50	9.2	7.5	3.3	0.0	25.2	99.1	177.3	113.7	129.6	41.1	17.5	13.1	636.6
	70	3.9	0.0	0.0	0.0	7.0	56.8	153.5	97.6	109.3	10.1	7.8	5.5	453.5
EL BRULLO	50	24.1	6.7	6.9	7.3	13.5	137.2	209.0	183.3	140.3	65.5	20.4	15.8	831.0
	70	4.1	0.3	0.0	0.0	2.6	114.6	179.5	158.9	114.1	42.3	2.2	3.5	622.1
TUXCACUESCO	50	15.8	10.2	10.8	5.9	32.9	126.7	180.5	144.4	145.2	29.0	23.5	17.1	782.1
	70	0.0	4.0	0.0	0.0	0.0	101.5	149.1	120.4	117.8	44.2	2.7	6.7	545.1
UNION DE TULA	50	26.7	7.7	8.7	7.1	25.0	138.9	191.8	163.8	134.0	67.5	20.6	17.3	830.4
	70	4.2	0.7	0.0	0.0	11.4	109.8	153.5	157.4	106.4	42.1	2.0	4.7	602.2

FUENTE: INVESTIGACION PROPIA.

CUADRO No. 16 EVAPOTRANSPIRACION POTENCIAL (ETP) AL 50% Y 70% DE PROBABILIDAD

ESTACION	% DE PROBABILIDAD	M E S E S												ANUAL
		ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	
AUTLAN	50	82.8	105.8	156.1	167.0	175.2	138.6	95.9	98.0	95.7	102.6	87.9	73.9	1377.5
	70	73.0	98.0	147.0	160.4	162.3	129.4	85.7	98.6	88.7	92.8	79.1	66.5	1267.7
BASILIO BASTILLO	50	101.5	114.5	158.6	158.6	196.6	155.8	108.2	102.3	97.7	112.9	103.9	93.2	1551.8
	70	93.9	104.5	164.6	188.5	187.8	142.2	92.1	94.7	90.4	103.1	98.2	88.0	1449.0
EJUTLA	50	101.2	122.1	175.3	171.0	199.4	145.8	105.8	102.3	100.2	103.4	94.0	83.7	1532.6
	70	94.7	117.4	167.6	163.8	192.1	137.3	100.9	98.6	95.0	95.8	86.6	77.8	1460.6
EL CHANTE	50	89.4	95.3	134.8	138.2	128.6	121.2	110.5	100.0	102.0	122.8	97.4	90.2	1332.6
	70	81.8	92.5	128.1	124.7	116.7	103.5	102.5	85.1	93.6	108.6	89.8	76.6	1195.5
EL CORCOVADO	50	91.4	110.4	156.6	173.0	178.7	148.4	100.7	97.6	89.8	92.4	84.0	76.6	1399.6
	70	84.3	104.8	147.1	164.9	173.7	140.2	94.1	90.0	83.7	87.3	79.4	72.2	1321.7
EL GRULLO	50	87.7	105.0	154.0	171.7	173.8	137.1	110.7	108.7	97.2	101.3	87.8	43.9	1378.9
	70	80.0	97.8	144.6	138.3	160.4	126.4	103.4	99.5	89.4	93.4	80.8	70.4	1304.4
TUACACUESCO	50	108.3	111.9	155.4	174.2	183.3	147.3	124.7	127.0	116.1	116.7	103.9	98.0	1548.6
	70	91.0	102.4	144.5	165.7	173.8	135.8	114.1	118.2	108.2	109.0	97.0	81.2	1440.9
UNION DE TULA	50	87.6	108.8	159.2	184.1	184.3	134.9	103.2	103.1	89.5	99.2	87.0	79.8	1426.1
	70	83.0	103.1	149.3	175.8	177.2	125.0	95.4	97.3	85.5	91.1	81.6	73.7	1337.8

FUENTE: INVESTIGACION PROPIA.

CUADRO No. 17 EVAPOTRANSPIRACION REAL (ET) EN mm DEL CULTIVO DE MAIZ DE 120 DIAS DE CICLO VEGETATIVO.

ESTACION	% DE PROBABILIDAD	M E S E S				SUMA
		JUN	JUL	AGO	SEP	
AUTLAN	50	71.6	81.5	102.9	90.5	346.5
	70	84.2	73.9	93.0	84.5	335.6
BASILIO BADILLO	50	80.0	92.0	107.4	92.8	372.2
	70	73.9	79.1	99.4	88.9	331.3
EJUTLA	50	76.0	89.9	107.4	93.2	366.5
	70	71.4	85.8	103.5	90.3	351.0
EL CHANTE	50	65.0	93.9	105.0	96.9	359.8
	70	59.3	87.1	99.4	88.9	334.7
EL CORCOYADO	50	77.2	85.6	102.5	85.3	350.6
	70	72.9	60.0	94.5	79.5	326.9
EL GRULLO	50	71.3	94.1	114.1	92.3	371.8
	70	65.7	87.9	104.5	84.9	343.0
TUXCACUESCO	50	76.6	104.0	133.4	110.3	424.3
	70	70.6	97.0	124.1	102.8	394.5
UNION DE TULA	50	70.1	87.7	110.4	85.4	353.6
	70	65.0	81.1	102.2	81.2	329.5

FUENTE: INVESTIGACION PROPIA.

CUADRO No. 18 EVAPOTRANSPIRACION REAL (E<sub>r</sub>) EN mm DEL CULTIVO DE MAIZ DE 150 DIAS DE CICLO VEGETATIVO.

ESTACION	% DE PROBABILIDAD	% E S E S					
		JUN	JUL	AGO	SEF	OCT	SUMP
AQUILAN	50	66.9	71.0	100.0	99.5	95.4	492.8
	70	60.5	64.3	94.4	92.2	86.3	397.7
BASILIO BARRUJO	50	75.4	80.1	104.2	101.6	105.0	456.4
	70	67.7	69.5	96.6	94.0	95.9	425.1
EJUMLA	50	71.5	78.9	104.3	104.2	96.2	454.6
	70	67.3	74.7	100.6	98.8	87.1	420.5
EL CHANTE	50	57.4	81.8	102.0	108.1	114.2	463.5
	70	50.7	75.9	86.8	77.3	101.0	411.7
EL CORDOVARO	50	72.7	74.5	99.6	93.4	85.9	426.1
	70	68.7	69.6	91.6	87.0	81.2	398.2
EL PULLO	50	67.2	81.9	110.9	101.1	94.2	455.9
	70	61.5	76.5	101.5	93.0	86.9	417.8
TUXCACUESCO	50	76.2	92.3	129.5	120.7	108.5	523.2
	70	66.5	84.4	120.6	112.5	101.4	485.4
UNION DE TULA	50	66.1	76.4	107.2	93.5	92.9	435.5
	70	61.3	70.6	95.2	82.5	84.7	404.7

FUENTE: INVESTIGACION PROPIA.

El rendimiento del cultivo esta interrelacionado con la fecha de siembra, época en que la ETr del maíz es cubierta por las precipitaciones para el caso de temporal.

#### 6.7. ESTIMACION DEL RENDIMIENTO POTENCIAL DEL CULTIVO DE MAIZ.

De acuerdo a la metodología de las zonas agroecológicas de la FAO, se determinó el rendimiento para el maíz con cuatro ciclos vegetativos, 100, 120, 135 y 150 días (cuadro No. 19, Mapas No. 13 al 16), tomándose como promedio de fecha de siembra de maíz el día 15 de junio con la finalidad de homogeneizar los cálculos para los cuatro tipos de ciclos vegetativos.

La estimación de éstos parámetros potenciales son diferentes a los reales obtenidos (35% a 40% menor), siendo éstos mas bajos debido a las restricciones que el mismo clima presenta, las plagas y enfermedades, suelo y respuestas genotípicas de las distintas variedades o híbridos sembrados en la región.

Lo anterior comprueba el supuesto de que el rendimiento potencial no es igual al rendimiento real debido a las restricciones mencionadas.

CUADRO No. 19 ESTIMACION DEL RENDIMIENTO POTENCIAL A PARTIR DE DATOS  
 PROMEDIO DE 4 TIPOS DE CICLO VEGETATIVOS (EN DIAS) DEL  
 CULTIVO MAIZ.

E C T A C I O N	RENDIMIENTO POTENCIAL ( Kg/Ha )			
	C.V. 100	C.V. 120	C.V. 135	C.V. 150
AUTLAN	6,456	6,878	6,891	7,458
SABILLO BABELLO	6,322	6,159	6,458	7,182
ESUTLA	6,234	6,155	6,701	7,269
EL CHANTE	6,257	6,257	7,604	8,311
EL CERQUADO	6,119	7,717	6,262	6,766
EL BRULLO	6,360	6,742	7,325	7,751
TUACACHERO	6,291	6,285	7,158	7,274
UNION DE TULA	6,934	6,965	7,191	8,100

FUENTE: INVESTIGACION PROPIA.

## 7. BIBLIOGRAFIA

CAMPOS ARANA D.F.

"Procesos del ciclo hidrológico"

1a. Reimpresión. Tomos 1 y 2

Ed. Universitaria Potosina.

U.A.S.L.P., S.L.P., México 1987.

DE FINA A.L. y A.C. RAVELO

"Climatología y Frenología Agrícolas"

Ed. Universitaria de Buenos Aires, Argentina 1975.

GARCIA B.J.

"Estructura metodológica para la caracterización agroecológica de áreas por procedimientos cuantitativos de análisis y su posterior zonificación".

Tesis sin publicar Doctor en Ciencias.

Colegio de Postgraduados, Chapingo. México 1979.

GARCIA De M.E.

"Modificaciones al sistema de clasificación de KOPPEN"

U.N.A.M. México. D.F. 1981

GARCIA De M.E.

"Apuntes de climatología"

U.N.A.M., México. D.F. 1986

KULICOV V.A. y RUDNEV. G.V.

"Agrometeorología Tropical".

Ed. Científico-Técnica.

La Habana, Cuba. 1981

NORIEGA A.G.C. et al

Memorias del XXII Congreso Nacional de la Ciencia del Suelo

20 - 25 de Noviembre de 1989.

Colegio de Postgraduados.

Montecillos. Edo. de México, México.

ORNELAS R.F. et al  
Memorias del XXII Congreso Nacional de la Ciencia del Suelo  
20 - 25 de Noviembre de 1989.  
Colegio de Postgraduados.  
Montecillos. Edo. de México. México.

ORTIZ S. C.A.  
" Elementos de Agrometeorología cuantitativa.  
Depto. de suelos.  
U.A.CH.. Chapingo. México 1989.

PEREZ Z.O.  
Memorias del XXII Congreso Nacional de la Ciencia del Suelo  
20 - 25 de Noviembre de 1989.  
Colegio de Postgraduados.  
Montecillos. Edo. de Mexico. Mexico.

S.A.R.H.  
"Instructivo para el análisis de información agroclimática".  
Dirección de Normas para la Tecnificación del Manejo.  
Conservación y Uso del Suelo y Agua.  
Mexico. D.F. 1987

SPRAGUE G.F. (Editor)  
"Corn and corn improvement"  
Serie AGRONOMY No. 18. Pgs. 645-646  
AMERICAN SOCIETY OF AGRONOMY. INC.  
Madison. Wisconsin. U.S.A. 1977

TAPIA V.M. et al  
Memorias del XXII Congreso Nacional de la Ciencia del Suelo  
20 - 25 de Noviembre de 1989.  
Colegio de Postgraduados.  
Montecillos. Edo. de Mexico. México.

VELAZQUEZ G.J.J.

"Caracterización agroclimática y alternativas de cultivo de una región de temporal deficiente en el Estado de Hidalgo".

Tesis Profesional sin publicar.

Facultad de Agricultura, U. de G.

Las Agujas, Zap., Jal. 1985

VELAZQUEZ G.J.J. et al

Memorias del XXII Congreso Nacional de la Ciencia del Suelo

20 - 25 de Noviembre de 1989.

Colegio de Postgraduados.

Montecillos, Edo. de México, México.

VILLALPANDO, I.J.F.

"Apuntes del curso sobre metodología de investigación en agroclimatología".

INIA, Cuernavaca, Mor. México 1983.

## 8. ANEXOS

- A. Cálculo de la eficiencia térmica potencial para el cultivo de maíz por estación climatológica.
- B. Cálculo de la radiación solar por estación climatológica.
- C. Tablas.
- D. Figuras.
- E. Mapas de los índices climatológicos.

## ANEXO A1

EFICIENCIA TERMICA POTENCIAL PARA EL CULTIVO DE MAIZ  
PARA LA ESTACION DE AUILAN AL 50 % DE PROBABILIDAD

	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
TM	28.2	29.3	30.8	32.6	33.6	31.8	30.3	30.2	30.5	30.6	29.8	28.1
Tm	11.9	12.3	13.7	15.4	17.8	20.1	20.0	19.6	19.9	18.1	15.2	13.4
CAL TM	2.0	3.0	3.0	4.0	4.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	2.0
CAL Tm	2.0	3.0	4.0	5.0	3.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.0	5.0	4.0
IT	4.0	6.0	7.0	9.0	7.0	3.0	3.0	3.0	3.0	4.0	8.0	6.0
						=====						
						16.0						
						ET = ----- = 32.0 %						
						50.0						

FUENTE: INVESTIGACION PROPIA.

ANEXO A2 EFICIENCIA TERMICA POTENCIAL PARA EL CULTIVO DE MAIZ  
 PARA LA ESTACION DE AUILAN AL 70 % DE PROBABILIDAD

	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
Tm	27.2	28.1	29.6	31.5	32.5	30.7	29.4	29.2	29.5	29.7	28.8	27.0
Tm	10.6	11.1	12.4	14.2	16.7	18.9	19.5	18.9	19.1	17.4	14.4	12.5
CAL Tm	2.0	56.0	3.0	3.0	4.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	2.0	2.0
CAL Tm	2.0	2.0	3.0	5.0	4.0	1.0	0.0	1.0	0.0	3.0	5.0	3.0
IT	4.0	58.0	6.0	8.0	8.0	4.0	3.0	4.0	3.0	6.0	7.0	5.0
=====												
$ET = \frac{20.0}{50.0} = 40 \%$												

FUENTE: INVESTIGACION PROPIA.

ANEXO A3 EFICIENCIA TERMICA POTENCIAL PARA EL CULTIVO DE MAIZ  
 PARA LA ESTACION DE BASILIO BADILO AL 50 % DE PROBABILIDAD

	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
TM	29.7	32.1	34.1	35.5	35.6	34.3	31.1	31.6	31.5	32.1	31.5	31.0
Tm	11.9	12.3	13.3	16.0	17.4	19.6	19.5	19.0	19.0	18.2	15.0	13.0
CAL TM	3.0	4.0	5.0	5.0	5.0	5.0	3.0	3.0	3.0	4.0	3.0	3.0
CAL Tm	2.0	3.0	4.0	4.0	3.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.0	5.0	4.0
IT	5.0	7.0	9.0	9.0	8.0	5.0	3.0	3.0	3.0	5.0	8.0	7.0
						=====						
						$EI = \frac{19.0}{50.0} = 38.0 \%$						

FUENTE: INVESTIGACION PROPIA.

ANEXO A4

EFICIENCIA TERMICA POTENCIAL PARA EL CULTIVO DE MAIZ  
PARA LA ESTACION DE BASILIO BADILLO AL 70 % DE PROBABILI

	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	
TM	28.0	31.2	33.6	33.8	33.5	32.5	29.7	29.8	30.0	30.9	30.4	30.6	
Tm	11.1	11.9	12.8	15.3	17.0	19.0	19.2	18.7	18.8	17.9	14.7	12.5	
CAL TM	2.0	3.0	4.0	4.0	4.0	4.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	
CAL Tm	2.0	2.0	3.0	5.0	3.0	0.0	0.0	1.0	1.0	3.0	5.0	3.0	
IT	4.0	5.0	7.0	9.0	7.0	4.0	3.0	4.0	4.0	6.0	8.0	6.0	
							21.0						
							ET =						= 42.0 %
							50.0						

FUENTE: INVESTIGACION PROPIA.

ANEXO A5

EFICIENCIA TERMICA POTENCIAL PARA EL CULTIVO DE MAIZ  
PARA LA ESTACION DE EL CHANTE AL 50 % DE PROBABILIDAD

	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
IM	29.7	31.1	33.3	35.8	35.9	34.2	31.4	31.3	31.0	30.7	30.5	29.9
Tm	8.6	9.5	10.1	12.3	14.5	17.6	18.0	17.5	17.6	15.6	11.9	9.4
CAL TM	3.0	3.0	4.0	5.0	5.0	5.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0
CAL Tm	1.0	2.0	2.0	3.0	5.0	3.0	1.0	3.0	3.0	5.0	2.0	2.0
IT	4.0	5.0	6.0	8.0	10.0	8.0	4.0	6.0	6.0	8.0	5.0	5.0
						=====						
						32.0						
						ET = ----- = 64.0 %						
						50.0						

FUENTE: INVESTIGACION PROPIA.

ANEXO A6

EFICIENCIA TERMICA POTENCIAL PARA EL CULTIVO DE MAIZ  
PARA LA ESTACION DE EL CHANTE AL 70 % DE PROBABILIDAD

	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	
TM	28.6	30.3	32.5	35.2	35.6	33.5	30.5	30.7	30.6	29.9	29.3	28.8	
Tm	8.0	9.0	9.5	11.6	13.7	16.9	17.5	16.6	16.7	14.8	11.0	8.6	
CAL TM	2.0	3.0	4.0	5.0	5.0	4.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	2.0	
CAL Tm	1.0	2.0	2.0	2.0	4.0	4.0	3.0	4.0	4.0	5.0	2.0	1.0	
IT	3.0	5.0	6.0	7.0	9.0	8.0	6.0	7.0	7.0	8.0	5.0	3.0	
							36.0						
							ET =	= 72.0 %					
							50.0						

FUENTE: INVESTIGACION PROPIA.

## ANEXO A7

EFICIENCIA TERMICA POTENCIAL PARA EL CULTIVO DE MAIZ  
PARA LA ESTACION DE EL CORCOVADO AL 50 % DE PROBABILIDAD

	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
TM	28.8	27.7	31.4	33.5	34.5	32.6	30.6	31.1	31.5	31.8	31.3	29.0
Tm	11.7	12.0	12.4	14.1	16.3	19.7	20.1	19.4	19.4	18.0	14.9	13.1
CAL TM	2.0	2.0	3.0	4.0	5.0	4.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0
CAL Tm	2.0	3.0	3.0	5.0	4.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.0	5.0	4.0
IT	4.0	5.0	6.0	9.0	9.0	4.0	3.0	3.0	3.0	4.0	8.0	7.0
						=====						
						17.0						
						EI = ----- = 34.0 %						
						50.0						

FUENTE: INVESTIGACION PROPIA.

## ANEXO AB

EFICIENCIA TERMICA POTENCIAL PARA EL CULTIVO DE MAIZ  
PARA LA ESTACION DE EL CORCOVADO AL 70 % DE PROBABILIDAD

	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OUT	NOV	DIC
TM	28.2	24.9	31.0	33.1	34.2	32.0	30.3	30.9	31.2	31.1	30.9	28.5
Tm	11.6	11.7	11.9	13.6	15.7	19.5	19.8	19.1	19.1	17.6	14.5	12.7
CAL TM	2.0	1.0	3.0	4.0	5.0	4.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	2.0
CAL Tm	2.0	2.0	2.0	4.0	5.0	0.0	0.0	0.0	0.0	3.0	5.0	3.0
IT	4.0	3.0	5.0	8.0	10.0	4.0	3.0	3.0	3.0	6.0	8.0	5.0
=====												
$ET = \frac{19.0}{50.0} = 38.0 \%$												

FUENTE: INVESTIGACION PROPIA.

## ANEXO A9

EFICIENCIA TERMICA POTENCIAL PARA EL CULTIVO DE MAIZ  
PARA LA ESTACION DE EJUTLA AL 50 % DE PROBABILIDAD

	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
TM	26.6	29.9	31.7	34.0	34.3	32.6	30.0	30.3	30.8	31.1	30.3	28.6
Tm	12.9	13.4	14.5	16.6	17.9	19.2	18.7	18.5	18.4	17.6	15.3	14.0
DAL TM	2.0	3.0	3.0	5.0	5.0	4.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	2.0
DAL Tm	3.0	4.0	5.0	4.0	3.0	0.0	1.0	1.0	1.0	3.0	5.0	5.0
IT	5.0	7.0	8.0	9.0	8.0	4.0	4.0	4.0	4.0	6.0	8.0	7.0
						=====						
						22.0						
						ET = -----						
						50.0						
						= 44.0 %						

FUENTE: INVESTIGACION PROPIA.

## ANEXO A10

EFICIENCIA TERMICA POTENCIAL PARA EL CULTIVO DE MAIZ  
PARA LA ESTACION DE EJUTLA AL 70 % DE PROBABILIDAD

	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	
TM	23.0	29.2	31.3	3.6	32.7	32.0	29.6	29.8	29.8	30.6	29.7	27.9	
Tm	12.5	13.0	14.0	16.2	17.4	18.9	18.5	18.3	18.2	17.3	15.1	13.6	
CAL TM	1.0	3.0	3.0	4.0	4.0	4.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	2.0	
CAL Tm	3.0	4.0	5.0	4.0	3.0	1.0	1.0	1.0	1.0	3.0	5.0	4.0	
II	4.0	7.0	8.0	8.0	7.0	5.0	4.0	4.0	4.0	6.0	8.0	6.0	
							23.0						
							ET =	-----				= 46.0 %	
								50.0					

FUENTE: INVESTIGACION PROPIA.

## ANEXO A11

EFICIENCIA TERMICA POTENCIAL PARA EL CULTIVO DE MAIZ  
PARA LA ESTACION DE EL GRULLO AL 50 % DE PROBABILIDAD

	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
TM	29.3	30.8	32.3	34.7	35.4	33.4	31.4	31.6	31.6	31.1	31.3	29.4
Tm	11.1	11.9	12.3	14.5	17.4	20.3	19.9	19.7	19.3	18.0	14.8	12.3
CAL TM	3.0	3.0	4.0	5.0	5.0	4.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0
CAL Tm	2.0	2.0	3.0	5.0	3.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.0	5.0	3.0
IT	5.0	5.0	7.0	10.0	8.0	4.0	3.0	3.0	3.0	4.0	8.0	6.0
=====												
$ET = \frac{17.0}{50.0} = 34.0 \%$												

FUENTE: INVESTIGACION PROPIA.



ANEXO A19

EFICIENCIA TERMICA POTENCIAL PARA EL CULTIVO DE MAIZ  
PARA LA ESTACION DE TUXCACUESCO AL 50 % DE PROBABILIDAD

	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
Tm	30.6	32.5	34.4	35.9	37.7	34.9	32.9	32.5	32.1	32.7	32.4	30.7
Tm	10.6	10.7	11.8	13.8	16.8	19.2	19.3	19.1	19.0	17.9	14.5	11.9
CAL Tm	3.0	4.0	5.0	5.0	4.0	5.0	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0	3.0
CAL Tm	2.0	2.0	2.0	4.0	4.0	0.0	0.0	0.0	0.0	3.0	5.0	2.0
Tt	5.0	6.0	7.0	9.0	8.0	5.0	4.0	4.0	4.0	7.0	9.0	5.0
							=====					
							24.0					
							ET =	-----	= 48.0 %			
							50.0					

FUENTE : INVESTIGACION PROPIA.

ANEXO A14

EFICIENCIA TERMICA POTENCIAL PARA EL CULTIVO DE MAIZ  
PARA LA ESTACION DE TUXCACUESCO AL 70 % DE PROBABILIDAD

	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
TM	29.8	31.5	33.1	34.7	37.2	34.0	32.0	32.0	31.6	32.0	31.4	29.9
Tm	10.2	10.1	11.2	13.1	16.0	18.4	18.7	18.6	18.4	17.3	13.8	11.2
CAL TM	3.0	3.0	4.0	5.0	4.0	5.0	4.0	4.0	3.0	4.0	3.0	3.0
CAL Tm	2.0	2.0	2.0	4.0	4.0	1.0	1.0	1.0	1.0	3.0	4.0	2.0
IT	5.0	5.0	6.0	9.0	8.0	6.0	5.0	5.0	4.0	7.0	7.0	5.0
=====												
$ET = \frac{27.0}{50.0} = 54.0 \%$												

FUENTE: INVESTIGACION PROPIA.

## ANEXO A15

EFICIENCIA TERMICA POTENCIAL PARA EL CULTIVO DE MAIZ  
PARA LA ESTACION DE UNION DE TULA AL 50 % DE PROBABILIDAD

	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
TM	26.9	28.5	30.4	32.7	33.8	31.4	28.5	28.8	29.0	29.6	28.8	27.2
Tm	5.4	6.5	7.8	10.1	13.0	16.5	16.6	16.5	16.0	13.6	9.1	7.8
CAL TM	2.0	2.0	3.0	4.0	4.0	3.0	2.0	2.0	3.0	3.0	2.0	2.0
CAL Tm	1.0	1.0	1.0	2.0	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0	2.0	1.0
IT	3.0	3.0	4.0	6.0	8.0	7.0	5.0	6.0	7.0	7.0	4.0	3.0
							=====					
							33.0					
							ET =	-----				
							50.0					
							=====					

FUENTE: INVESTIGACION PROPIA.

## ANEXO A16

EFICIENCIA TERMICA POTENCIAL PARA EL CULTIVO DE MAIZ  
PARA LA ESTACION DE UNION DE TULA AL 70 % DE PROBABILIDAD

	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
TM	26.2	27.7	29.9	32.2	33.4	30.7	28.2	28.5	28.6	28.9	28.1	26.4
Tm	4.5	5.9	7.2	9.5	12.5	16.2	16.4	16.0	15.8	13.2	8.5	7.2
CAL TM	2.0	2.0	3.0	4.0	4.0	3.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0
CAL Tm	1.0	1.0	1.0	2.0	3.0	4.0	4.0	4.0	5.0	4.0	1.0	1.0
IT	3.0	3.0	4.0	6.0	7.0	7.0	6.0	6.0	7.0	6.0	3.0	3.0
							=====					
							32.0					
							ET =	-----	= 64.0 %			
							50.0					

FUENTE: INVESTIGACION PROPIA.

## ANEXO B1

## CALCULO DE LA RADIACION SOLAR

ESTACION: AOTLAN  
MUNICIPIO: AOTLAN

PERIODO 1953 - 1960

LAT. N: 19 G. 45'  
LONG. W: 103 G. 22'  
ALTITUD: 1,000 msnm

CONCEPTO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ANUAL
No. DE DIAS DESPEJADOS	426	462	582	558	419	201	110	126	131	239	414	336	335.3
No. DE DIAS MEDIO NUBLADOS	262	170	128	169	288	255	358	550	309	366	284	292	275.0
No. DE DIAS NUBLADOS	160	166	119	114	161	384	400	351	350	213	142	209	227.3
No. TOTAL DE DIAS NUBOSIDAD EN DECIMOS	868	738	862	840	869	840	868	837	610	837	840	837	
RELACION n/N	3.8	3.6	2.6	2.6	3.7	5.8	6.1	5.9	5.8	4.8	3.6	4.3	4.3
Re	0.67	0.75	0.76	0.76	0.68	0.52	0.49	0.51	0.51	0.57	0.55	0.62	0.53
VALOR a	11.24	12.74	14.42	15.60	16.25	16.23	15.25	15.84	14.84	13.34	11.66	10.73	
VALOR b	0.31	0.31	0.31	0.31	0.31	0.31	0.31	0.31	0.31	0.31	0.31	0.31	
VALOR c	0.41	0.41	0.41	0.41	0.41	0.41	0.41	0.41	0.41	0.41	0.41	0.41	
no MED/DIA	6.57	7.87	8.97	9.70	9.57	8.54	8.30	8.22	7.70	7.25	6.91	6.05	8.0
CAL/CM2/DIA	385.1	461.0	525.6	568.2	568.7	500.7	486.5	461.8	451.4	425.0	405.1	354.8	467.2

FUENTE: INVESTIGACION PROPIA.

ANEXO B2

CALCULO DE LA RADIACION GLOBAL

 ESTACION: BABELIO BACULC  
 MUNICIPIO: EJUTLA  
 PERIODO: 1977-1986

 LAT. N: 19° 31' 50"  
 LONG. W: 104° 31' 05"  
 ALTITUD: 800 metros

CONCEPTO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ANUAL
No. DE DIAS DESDEJAGOS	199	190	201	209	214	219	221	223	221	218	202	194	2474
No. DE DIAS MEDIO NUBLADOS	66	42	30	27	32	49	50	60	56	34	43	64	52.9
No. DE DIAS NUBLADOS	95	82	118	86	79	139	194	166	143	72	44	50	79.2
No. TOTAL DE DIAS NUBOSIDAD EN	310	254	279	200	279	300	279	279	279	279	270	248	
DECIMOS	2.9	2.3	1.9	2.0	2.3	3.1	7.1	6.6	6.0	5.9	2.9	3.5	3.9
RELACION n/N	0.76	0.77	0.81	0.58	0.77	0.55	0.39	0.44	0.50	0.66	0.76	0.70	0.66
Re	11.82	13.71	19.41	15.60	16.67	11.35	16.27	12.85	14.63	13.31	11.32	10.69	
VALOR a	0.31	0.31	0.31	0.31	0.31	0.31	0.31	0.31	0.31	0.31	0.31	0.31	
VALOR b	0.41	0.41	0.41	0.41	0.41	0.41	0.41	0.41	0.41	0.41	0.41	0.41	
en H2O/DIA	6.98	7.36	9.25	9.25	10.31	9.76	7.65	7.77	7.64	7.73	7.22	6.38	8.1
CAL/CMB/DIA	448.0	478.1	545.2	583.2	584.4	513.1	448.0	455.5	447.6	458.9	423.3	374.0	477.0

FUENTE: INVESTIGACION PROPIA.

ANEXO 63 CALCULO DE LA RADIACION SOLAR

ESTACION: EJUTLA  
MUNICIPIO: EJUTLA

PERIODO: 1974-1989

LAT. N: 17° 0. 54'  
LONG. W: 104° 0. 10'  
ALTITUD: 1120 msnm

CONCEPTO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ANUAL
No. DE DIAS DESPEJADOS	283	281	370	305	250	180	50	59	95	210	266	248	213.9
No. DE DIAS MEDIO NUBLADOS	87	87	72	97	92	124	127	150	129	122	98	111	105.0
No. DE DIAS NUBLADOS	95	84	54	78	124	236	319	277	256	164	96	137	162.5
No. TOTAL DE DIAS NUBOSIDAD EN	465	452	496	480	496	480	496	496	480	496	480	496	
DECIMOS	3.3	3.2	2.4	3.0	4.1	5.7	6.0	6.4	6.1	4.5	3.3	4.0	4.4
RELACION n/N	0.72	0.73	0.78	0.75	0.63	0.55	0.41	0.43	0.48	0.60	0.72	0.55	0.52
Ra	11.19	12.71	14.41	15.60	16.27	16.36	15.27	15.05	14.82	13.01	11.51	10.68	
VALOR a	0.31	0.31	0.31	0.31	0.31	0.31	0.31	0.31	0.31	0.31	0.31	0.31	
VALOR b	0.41	0.41	0.41	0.41	0.41	0.41	0.41	0.41	0.41	0.41	0.41	0.41	
mm H2O/DIA	6.77	7.74	9.08	9.83	9.25	8.63	7.73	7.71	7.52	7.23	7.03	6.16	7.9
CAL/CM2/DIA	376.9	453.8	531.8	554.5	541.8	505.5	453.8	451.7	440.4	423.9	411.7	360.8	431.6

FUENTE: INVESTIGACION PROPIA.

BIBLIOTECA FACULTAD DE AGRONOMIA

ANEJO 84

CÁLCULO DE LA PRECIPITACION SOLAR

ESTACION: CORCONADO  
MUNICIPIO: AUTLA

PERIODO 1966 - 1968

LAT. N: 19 0. 51'  
LONG. W: 104 6. 17'  
ALTITUD: 900 msnm

CONCEPTO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEPT	OCT	NOV	DIC	ANUAL
No. DE DÍAS DESPEJADOS	25	30	108	113	107	88	9	6	3	35	47	49	65.3
No. DE DÍAS MEDIO NUBLADOS	49	41	74	76	73	74	72	68	68	69	53	44	55.8
No. DE DÍAS NUBLADOS	29	29	24	21	19	34	178	113	110	42	29	51	61.8
No. TOTAL DE DÍAS NUBOSIDAD EN	186	141	196	210	196	186	217	181	181	185	180	211	
DESIGNE	3.7	3.2	3.1	3.2	3.9	3.3	7.7	7.1	7.8	3.6	3.3	4.0	4.7
RELACION H/M	0.66	0.73	0.74	0.73	0.75	0.67	0.33	0.39	0.35	0.57	0.72	0.55	0.59
Rs	11.22	12.73	14.42	15.49	14.26	16.34	16.25	18.96	14.84	15.33	11.64	10.71	
VALOR a	0.31	0.31	0.31	0.31	0.31	0.31	0.31	0.31	0.31	0.31	0.31	0.31	
VALOR b	0.42	0.42	0.42	0.42	0.42	0.42	0.42	0.42	0.42	0.42	0.42	0.42	
en MEDIDA	6.57	7.25	8.75	9.52	10.16	8.27	7.81	7.57	7.02	7.32	7.13	8.24	7.8
en LONGITUD	186.1	141.0	196.6	210.7	196.3	186.8	217.5	181.9	181.0	185.2	180.7	211.0	159.0

FUENTE: INVESTIGACION AEREA.

ANEXO B5

## CÁLCULO DE LA RADIACIÓN SOLAR

ESTACION: EL CHAYTE  
MUNICIPIO: AVELLAN

PERÍODO: 1974 - 1987

LAT. N: 19 6. 39'

LONG. W: 104 6. 18'

ALTITUD: 950 msnm

CONCEPTO	EHE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ANUAL
No. DE DIAS DESPEJADOS	319	331	330	358	367	355	76	122	125	258	294	320	258.8
No. DE DIAS MEDIO NUBLADOS	82	37	38	41	21	111	177	148	137	96	49	55	24.3
No. DE DIAS NUBLADOS	33	27	14	21	15	124	181	144	148	36	47	54	71.9
No. TOTAL DE DIAS NUBOSIDAD EN DECIMOS	434	395	434	420	403	390	434	434	430	434	396	434	
RELACION n/N	0.78	0.81	0.82	0.81	0.83	0.80	0.51	0.54	0.54	0.72	0.72	0.78	0.71
Ra	11.25	12.75	14.44	15.69	16.24	16.35	11.24	16.84	14.84	13.35	11.75	10.74	
VALOR a	0.32	0.32	0.32	0.32	0.32	0.32	0.32	0.32	0.32	0.32	0.32	0.32	
VALOR b	0.41	0.41	0.41	0.41	0.41	0.41	0.41	0.41	0.41	0.41	0.41	0.41	
mm H2O/DIA	7.11	8.31	9.48	10.17	10.72	9.24	8.54	9.12	8.83	8.21	7.52	6.87	8.1
CAL/CM2/DIA	416.4	487.2	555.3	586.1	588.4	541.5	303.5	534.3	470.8	491.3	440.5	402.7	504.8

FUENTE: INVESTIGACION PROPIA.

ANEXO B6

CALCULO DE LA RADIACION SOLAR

ESTACION: EL BRULLO  
MUNICIPIO: EL BRULLO

PERIODO: 1951 - 1953

LAT. N: 19° 5. 42'  
LONG. W: 104° 8. 19'  
ALTUD: 300 metros

CONCEPTO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ANUAL
No. DE DIAS DESPEJADOS	303	290	306	312	313	324	327	325	321	328	292	295	333.5
No. DE DIAS MEDIO NUBLADOS	94	97	95	98	84	140	134	164	149	106	106	157	105.4
No. DE DIAS NUBLADOS	126	62	46	65	65	256	524	500	460	258	112	210	227.3
No. TOTAL DE DIAS NUBOSIDAD EN DECIMOS	1023	571	730	750	992	860	992	972	930	992	960	792	
RELACION n/n	2.3	1.9	1.6	1.7	1.8	3.9	5.7	5.4	5.4	9.4	2.3	2.9	3.2
RELACION Ra/n	0.77	0.81	0.82	0.82	0.81	0.66	0.52	0.53	0.53	0.71	0.79	0.76	0.71
VALOR Ra	11.25	12.75	14.44	15.60	16.25	16.32	16.24	15.84	14.85	13.25	11.67	10.74	
VALOR a	0.32	0.32	0.32	0.32	0.32	0.32	0.32	0.32	0.32	0.32	0.32	0.32	
VALOR b	0.41	0.41	0.41	0.41	0.41	0.41	0.41	0.41	0.41	0.41	0.41	0.41	
mm H2O/DIA	7.24	8.31	7.48	10.24	10.50	7.54	6.64	8.51	7.52	2.16	7.51	6.78	8.6
CAL/CM2/DIA	424.5	487.2	555.3	599.9	621.0	564.8	597.4	458.7	467.6	478.1	440.3	397.5	503.5

FUENTE: INVESTIGACION PROPIA.

ANEXO 87

CÁLCULO DE LA RADIACIÓN SOLAR

ESTACION: TUXCACUESCO

LATITUD : 19 0. 42'

MUNICIPIO: TUXCACUESCO

PERÍODO : 1968-1983

LONGITUD : 104 0. 59'

ALTITUD : 750 msnm

CONCEPTO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ANUAL
Nº. DE DIAS DESPEJADOS	339	337	424	414	428	470	467	418	39	294	320	292	265.6
Nº. DE DIAS MEDIO NUBLADOS	261	245	265	295	181	247	251	332	293	230	255	245	246.9
Nº. DE DIAS NUBLADOS	63	98	33	41	76	243	324	312	326	196	85	145	157.0
Nº. TOTAL DE DIAS NUBLADOS EN DECIMOS	3.3	5.0	2.7	2.7	2.9	5.3	6.4	5.9	5.8	4.8	3.5	4.0	4.2
RELACION n/N	0.72	0.75	0.77	0.77	0.72	0.64	0.56	0.51	0.45	0.57	0.70	0.65	0.64
Ra	11.27	12.77	14.45	15.31	16.24	16.32	16.25	15.63	14.85	13.12	11.59	10.66	
VALOR a	0.31	0.31	0.31	0.31	0.31	0.31	0.31	0.31	0.31	0.31	0.31	0.31	
VALOR b	0.41	0.41	0.41	0.41	0.41	0.41	0.41	0.41	0.41	0.41	0.41	0.41	
cm H2O/DIA	6.82	7.69	8.64	9.77	10.65	6.57	3.33	3.22	7.34	7.13	6.56	6.15	6.0
CAL/CM2/DIA	399.7	462.1	529.8	572.4	594.5	588.2	469.8	481.5	436.3	418.0	464.0	350.1	471.0

FUENTE: INVESTIGACION PROPIA.

ANEXO B9

CALCULO DE LA RADIACION SOLAR

ESTACION: UNION DE TULA  
MUNICIPIO: UNION DE TULA

PERIODO: 1974-1983

LATITUD : 19 G. 57'  
LONGITUD : 104 G. 16'  
ALTITUD : 1350 msnm

CONCEPTO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ANUAL
Nb. DE DIAS DESPEJADOS	286	288	362	311	319	35	32	38	76	185	312	231	211.5
Nb. DE DIAS MEDIO NUBLADOS	151	145	120	119	141	272	286	297	305	247	101	193	198.8
Nb. DE DIAS NUBLADOS	57	17	74	18	36	113	168	141	97	54	37	76	71.7
Nb. TOTAL DE DIAS SUBSISTENCIA EN	476	452	496	450	476	490	475	476	490	476	450	476	
DECILOS	3.1	2.8	2.2	2.3	2.7	5.6	5.9	5.8	5.1	4.0	2.5	3.6	3.7
RELACION n/a	0.74	0.77	0.77	0.77	0.76	0.55	0.51	0.51	0.55	0.65	0.78	0.69	0.67
na	11.2%	12.71	14.41	15.60	18.27	16.35	15.27	15.85	14.83	13.31	11.62	10.69	
VALOR a	0.32	0.32	0.32	0.31	0.32	0.32	0.32	0.32	0.32	0.32	0.32	0.32	0.32
VALOR b	0.42	0.42	0.42	0.42	0.42	0.42	0.42	0.42	0.42	0.42	0.42	0.42	0.42
na MED/DIA	7.08	8.18	9.39	10.11	10.49	9.01	8.67	8.47	8.17	7.87	7.53	6.52	8.5
CALCONEC/DIA	114.0	127.8	150.4	158.8	169.4	127.9	108.3	106.2	103.8	102.5	111.9	132.0	105.6

FUENTE: INVESTIGACION PROPIA.

## TABLAS

- No. 1 TABLA DE DISTRIBUCION DEL NUMERO DE CAMBIOS Y EL INTERVALO DE (U) PARA PROBAR SI LA SERIE CLIMATICA ES HOMOGENEA.
- No. 2 RELACION APROXIMADA DE NUBOSIDAD CON n/N.
- No. 3 RADIACION SOLAR SOBRE UNA SUPERFICIE HORIZONTAL AL LIMITE DE LA ATMOSFERA ( $R_a$ ) EXPRESADO COMO mm DE AGUA EVAPORABLE.
- No. 4 VALORES PARA H Y L PARA EL CALCULO DE LA CONSTANTE TERMICA POR EL METODO DE THOM.
- No. 5 FOTOPERIODO (N) PROMEDIO MENSUAL EN HORAS Y DECIMOS.
- No. 6 INFORMACION BASICA PARA GENERAR LOS INDICES TERMICOS (IT) PARA EL CULTIVO DE MAIZ.
- No. 7 RADIACION FOTOSINTETICAMENTE ACTIVA ( $A_c$ ) EN DIAS DESPEJADOS. EN  $\text{cal/cm}^2/\text{dia}$ .
- No. 8 PROPORCION DE FOTOSINTESIS BRUTA DIARIA DE CULTIVOS CERRADOS EN DIAS CUBIERTOS ( $b_c$ ) EN  $\text{Kg/ha/dia}$ . PARA UNA FOTOSINTESIS MAXIMA DE 20  $\text{Kg CH O/ha/h}$ .
- No. 9 PROPORCION DE FOTOSINTESIS BRUTA DIARIA DE CULTIVOS CERRADOS EN DIAS DESPEJADOS ( $b_c$ ) EN  $\text{Kg/ha/dia}$ . PARA UNA FOTOSINTESIS MAXIMA DE 20  $\text{Kg CH O/ha/h}$ .
- No. 10 CARACTERISTICAS DE LOS GRUPOS DE CULTIVOS PROPUESTOS POR LA FAO (1978).

TABLA No. 1 TABLA DE DISTRIBUCION DEL NUMERO DE CAMBIOS (M)  
 Y EL INTERVALO DE (M) PARA PROBAR SI LA SERIE  
 CLIMATICA ES HOMOGENEA (LOSORENBOS, 1976)

No. DE OBSERVACIONES	INTERVALO	No. DE OBSERVACIONES	INTERVALO
10	5 - 6	34	14 - 21
14	5 - 10	36	15 - 22
18	6 - 11	38	16 - 23
19	7 - 12	40	16 - 23
20	8 - 13	50	22 - 29
22	8 - 14	50	22 - 29
24	7 - 14	70	31 - 41
26	10 - 17	60	23 - 47
28	11 - 18	80	40 - 52
30	12 - 19	100	42 - 57
32	12 - 20		

FUENTE: CITADO POR VILLALBAÑO D. J. F., 1983

TABLA No. 2 RELACION APROXIMADA DE NUBOSIDAD CON h/m  
(DE BOGOTAS Y FRUITA, 1977).

NUBOSIDAD (DECIMOS)	RELACION h/m	NUBOSIDAD (DECIMOS)	RELACION h/m	NUBOSIDAD (DECIMOS)	RELACION h/m
0.0	0.75	0.1	0.74	0.1	0.49
0.1	0.94	0.2	0.73	0.2	0.48
0.2	0.79	0.3	0.72	0.3	0.47
0.3	0.82	0.4	0.71	0.4	0.46
0.4	0.81	0.5	0.70	0.5	0.45
0.5	0.80	0.6	0.69	0.6	0.44
0.6	0.80	0.7	0.68	0.7	0.43
0.7	0.80	0.8	0.67	0.8	0.42
0.8	0.80	0.9	0.66	0.9	0.41
0.9	0.80	1.0	0.65	1.0	0.40
1.0	0.80	1.1	0.64	1.1	0.39
1.1	0.80	1.2	0.63	1.2	0.38
1.2	0.80	1.3	0.62	1.3	0.37
1.3	0.80	1.4	0.61	1.4	0.36
1.4	0.80	1.5	0.60	1.5	0.35
1.5	0.80	1.6	0.59	1.6	0.34
1.6	0.80	1.7	0.58	1.7	0.33
1.7	0.80	1.8	0.57	1.8	0.32
1.8	0.80	1.9	0.56	1.9	0.31
1.9	0.80	2.0	0.55	2.0	0.30
2.0	0.80	2.1	0.54	2.1	0.29
2.1	0.80	2.2	0.54	2.2	0.28
2.2	0.79	2.3	0.54	2.3	0.28
2.3	0.79	2.4	0.53	2.4	0.28
2.4	0.78	2.5	0.53	2.5	0.28
2.5	0.78	2.6	0.52	2.6	0.27
2.6	0.77	2.7	0.52	2.7	0.27
2.7	0.77	2.8	0.51	2.8	0.26
2.8	0.76	2.9	0.51	2.9	0.25
2.9	0.75	3.0	0.50	3.0	0.25
3.0	0.75				

TABLA No. 2 RADIACION SOLAR SOBRE UNA SUPERFICIE HORIZONTAL AL LIMITE DE LA ATMOSFERA (Ra) EXPRESADO COMO mm DE AGUA EVAPORABLE.

LATITUD NORTE	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
20	9.38	10.24	11.77	13.00	14.50	17.02	18.76	18.58	13.43	11.20	8.75	7.78
30	8.81	10.66	13.14	15.17	16.83	18.92	18.78	15.68	10.90	11.81	9.47	8.31
40	8.37	11.07	13.87	15.86	16.48	18.62	18.69	15.71	10.06	11.92	9.80	8.79
24	9.79	11.56	13.61	15.34	16.42	18.71	18.58	15.77	10.21	12.30	10.51	9.67
34	10.20	11.86	13.90	15.43	16.37	18.58	18.47	15.78	10.43	12.64	10.71	9.78
44	10.70	12.60	14.11	15.31	16.21	18.47	18.37	15.81	10.64	12.76	11.11	10.20
50	11.17	12.71	14.41	15.26	16.07	18.36	18.27	15.83	10.87	13.01	11.31	10.42
10	11.60	12.85	14.80	15.62	16.31	18.24	18.15	15.77	10.97	13.58	11.65	10.72
16	12.00	13.32	14.87	15.64	16.27	18.12	18.01	15.72	11.04	13.85	11.93	10.80
14	12.41	13.66	14.87	15.67	16.22	18.00	17.89	15.65	11.14	14.12	12.24	11.02
12	12.84	13.95	15.08	15.69	16.17	18.46	18.35	15.58	11.25	14.38	12.55	11.15

FUENTE: CRTCC S.A.C., 1985

TABLA No. 4 VALORES DE H Y L PARA EL CALCULO DE LA CONSTANTE TERMICA POR EL METODO DE THOM (Oa HOYA, 1979).

H	L	H	L	H	L	H	L
-0.70	0.70	-0.29	0.59	0.01	0.17	0.42	0.02
-0.69	0.70	-0.31	0.58	0.02	0.17	0.43	0.02
-0.68	0.59	-0.30	0.58	0.07	0.15	0.44	0.04
-0.67	0.58	-0.29	0.57	0.05	0.15	0.45	0.04
-0.66	0.57	-0.28	0.56	0.09	0.15	0.46	0.04
-0.65	0.56	-0.27	0.56	0.10	0.15	0.47	0.04
-0.64	0.55	-0.26	0.55	0.11	0.14	0.48	0.04
-0.63	0.54	-0.25	0.54	0.12	0.14	0.49	0.05
-0.62	0.53	-0.24	0.54	0.13	0.13	0.50	0.05
-0.61	0.52	-0.23	0.53	0.14	0.13	0.51	0.05
-0.60	0.51	-0.22	0.52	0.15	0.12	0.52	0.05
-0.59	0.50	-0.21	0.52	0.15	0.12	0.53	0.05
-0.58	0.59	-0.20	0.51	0.17	0.12	0.54	0.05
-0.57	0.55	-0.19	0.50	0.18	0.11	0.55	0.05
-0.56	0.52	-0.18	0.50	0.19	0.11	0.56	0.05
-0.55	0.57	-0.17	0.49	0.20	0.11	0.57	0.05
-0.54	0.54	-0.16	0.49	0.21	0.10	0.58	0.05
-0.53	0.55	-0.15	0.48	0.22	0.10	0.59	0.05
-0.52	0.54	-0.14	0.47	0.22	0.10	0.60	0.05
-0.51	0.53	-0.13	0.47	0.23	0.09	0.61	0.05
-0.50	0.52	-0.12	0.46	0.23	0.09	0.62	0.05
-0.49	0.52	-0.11	0.45	0.24	0.09	0.63	0.05
-0.48	0.51	-0.10	0.45	0.25	0.08	0.64	0.05
-0.47	0.50	-0.09	0.44	0.25	0.08	0.65	0.05
-0.46	0.50	-0.08	0.44	0.26	0.08	0.66	0.05
-0.45	0.49	-0.07	0.43	0.26	0.07	0.67	0.05
-0.44	0.48	-0.06	0.43	0.27	0.07	0.68	0.05
-0.43	0.47	-0.05	0.42	0.27	0.07	0.69	0.05
-0.42	0.47	-0.04	0.42	0.28	0.07	0.70	0.05
-0.41	0.46	-0.03	0.41	0.28	0.06	0.71	0.05
-0.40	0.45	-0.02	0.40	0.29	0.06	0.72	0.05
-0.39	0.44	-0.01	0.40	0.29	0.05	0.73	0.05
-0.38	0.44	0.00	0.39	0.30	0.05	0.74	0.05
-0.37	0.43	0.01	0.39	0.30	0.04	0.75	0.05
-0.36	0.42	0.02	0.38	0.31	0.04	0.76	0.05
-0.35	0.41	0.03	0.38	0.31	0.04	0.77	0.05
-0.34	0.41	0.04	0.37	0.32	0.04	0.78	0.05
-0.33	0.40						

FUENTE: SASH, 1987.

PARA  $H < -0.70$ ,  $L = H$

PARA  $H > 0.78$ ,  $L = 0.60$

TABLA No. 5      TEMPERATURA Y HUMEDAD RELATIVA  
EN HOURS / OCEANOS

LATITUD NORTE	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
15	11.21	11.53	11.91	12.35	12.71	12.89	12.89	12.49	12.07	11.64	11.20	11.11
16	11.15	11.49	11.81	12.22	12.52	12.74	12.66	12.25	12.07	11.62	11.20	11.05
17	11.09	11.46	11.72	12.10	12.41	12.61	12.52	12.16	12.09	11.57	11.13	10.98
18	11.04	11.41	11.65	12.04	12.36	12.57	12.47	12.14	12.08	11.57	11.12	10.97
19	10.99	11.37	11.65	12.00	12.31	12.54	12.42	12.13	12.09	11.54	11.07	10.86
20	10.92	11.31	11.60	12.00	12.26	12.51	12.37	12.17	12.06	11.51	11.02	10.79
21	10.86	11.25	11.57	12.51	12.41	12.67	12.53	12.20	12.07	11.49	10.97	10.73
22	10.80	11.19	11.54	12.53	12.67	12.74	12.61	12.24	12.10	11.46	10.91	10.64
23	10.74	11.15	11.56	12.56	12.18	12.41	12.27	12.20	12.11	11.43	10.86	10.59
24	10.68	11.11	11.55	12.59	12.18	12.34	12.34	12.32	12.11	11.41	10.84	10.56
25	10.62	11.17	11.64	12.61	12.22	12.55	12.40	12.36	12.12	11.38	10.79	10.45
26	10.55	11.14	11.64	12.64	12.25	12.62	12.47	12.30	12.12	11.35	10.69	10.38
27	10.49	11.11	11.63	12.67	12.25	12.69	12.53	12.34	12.13	11.32	10.65	10.31
28	10.44	11.06	11.62	12.70	12.41	12.77	12.60	12.38	12.13	11.29	10.57	10.23
29	10.35	11.02	11.61	12.73	12.47	12.85	12.67	12.42	12.14	11.26	10.50	10.15
30	10.28	10.93	11.61	12.76	12.52	12.92	12.74	12.48	12.14	11.22	10.44	10.07
31	10.21	10.93	11.60	12.79	12.58	13.00	12.81	12.51	12.15	11.20	10.38	9.99
32	10.14	10.89	11.79	12.82	12.65	13.05	12.85	12.55	12.16	11.16	10.31	9.91
33	10.04	10.85	11.78	12.86	12.73	13.17	12.96	12.59	12.16	11.13	10.24	9.83

FUENTE: CIGAGO FOR 09112, 1982.

TABLA No. 6 INFORMACION BASICA PARA GENERAR LOS INDICES TERMICOS  
(IT) PARA EL CULTIVO DE MAIZ.

INTERVALOS DE TEMPERATURA MÁXIMA (C.C.)	CALIFICACION POR TEMPERATURA MÁXIMA	INTERVALOS DE TEMPERATURA MÍNIMA (C.C.)	CALIFICACION POR TEMPERATURA MÍNIMA
MAYOR DE 40	0	MAYOR DE 19	1
41 - 42,9	1	18 - 18,9	1
39 - 40,9	2	17 - 17,9	2
37 - 38,9	4	16 - 16,9	4
34 - 36,9	5	14 - 15,9	3
32 - 33,9	4	13 - 13,9	-
29 - 31,9	4	12 - 12,9	1
26 - 28,9	2	9 - 11,9	2
23 - 25,9	1	MEJOR DE 8	1
MEJOR DE 20	0		

FUENTE: SARR, 1987.

TABLA No. 7 RADIACION FOTOSINTETICAMENTE ACTIVA (A<sub>0</sub>) EN DIAS DESPEJADOS EN cal/cm<sup>2</sup>/dia (A PARTIR DE DEWITT; FAG, 1978).

LATITUD	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
14 00	279	316	350	375	394	384	353	301	244	222	222	270
30	276	314	349	375	395	384	354	301	245	224	224	267
45 00	274	312	348	375	395	387	357	301	243	224	227	264
30	271	310	347	375	396	386	358	302	242	227	228	262
16 00	269	309	345	375	387	390	359	302	242	224	225	259
30	264	307	345	375	388	391	361	302	241	224	226	256
17 00	264	305	344	375	389	392	362	303	241	225	228	254
30	264	303	343	375	390	393	364	304	241	224	228	251
18 00	259	301	341	375	391	395	364	304	239	225	229	247
30	256	299	340	375	391	396	365	304	239	225	229	246
19 00	254	297	339	375	392	397	367	305	238	226	230	243
30	251	295	338	375	392	397	368	305	238	226	230	243
20 00	249	296	337	375	394	401	369	305	237	226	231	242
30	246	294	336	375	394	401	370	305	237	226	231	242
21 00	245	295	334	374	395	402	371	305	237	227	231	241
30	242	294	335	374	395	402	371	305	237	227	231	241
22 00	243	293	333	373	395	403	372	305	237	227	231	241
30	240	292	332	373	395	403	372	305	237	227	231	241
23 00	242	291	332	373	395	404	373	305	237	227	231	241
30	239	290	331	373	395	404	373	305	237	227	231	241
24 00	241	290	331	373	395	404	373	305	237	227	231	241
30	238	289	330	373	395	404	373	305	237	227	231	241
25 00	240	289	330	373	395	404	373	305	237	227	231	241
30	237	288	329	373	395	404	373	305	237	227	231	241
26 00	239	288	329	373	395	404	373	305	237	227	231	241
30	236	287	328	373	395	404	373	305	237	227	231	241
27 00	238	287	328	373	395	404	373	305	237	227	231	241
30	235	286	327	373	395	404	373	305	237	227	231	241
28 00	237	286	327	373	395	404	373	305	237	227	231	241
30	234	285	326	373	395	404	373	305	237	227	231	241
29 00	236	285	326	373	395	404	373	305	237	227	231	241
30	233	284	325	373	395	404	373	305	237	227	231	241
30 00	232	284	325	373	395	404	373	305	237	227	231	241

FUENTE: CITADO POR ORTIZ, 1982.

TABLA No. 9 PROPORCION DE FOTOSINTESIS BRUTA DIARIA DE CULTIVOS CERRADOS  
 EN DIAS CUBIERTOS (bc) EN Kg/ha/día PARA UNA FOTOSINTESIS MAXIMA DE 20  
 Kg DW/ha/a LA PARTIR DE BENITIZ, EDO. 1978.

LATITUD	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
14 00	186	204	221	234	240	241	241	238	228	212	202	181
30	152	163	168	174	179	182	182	182	182	181	180	180
15 00	193	202	210	214	217	219	219	218	208	191	178	178
30	132	201	219	224	231	235	233	239	228	210	194	177
16 00	191	201	210	215	222	224	224	229	223	209	194	175
30	179	200	212	215	221	225	224	229	227	208	192	174
17 00	179	192	202	205	210	213	213	210	207	207	190	173
30	177	192	210	205	213	216	216	210	227	207	183	171
18 00	175	192	210	205	214	217	216	211	227	206	186	170
30	174	192	214	212	214	215	217	211	227	205	184	168
19 00	173	193	215	208	215	218	218	211	225	204	182	167
30	171	194	213	212	215	215	216	212	224	204	180	165
20 00	170	193	212	208	216	219	219	212	224	203	178	164
30	169	192	214	208	216	219	219	212	225	202	176	158
21 00	167	190	211	208	216	219	219	212	225	201	175	161
30	165	189	210	204	217	222	220	212	224	200	173	157
22 00	164	188	210	204	217	222	221	212	224	199	172	157
30	162	187	211	204	217	222	221	212	223	198	170	155
23 00	160	184	210	204	217	222	222	212	223	197	167	154
30	159	184	210	204	216	222	222	212	222	196	167	152
24 00	157	182	209	204	216	222	223	212	222	194	166	150
30	155	182	208	204	216	222	223	212	221	193	164	149
25 00	152	180	207	203	216	222	223	212	221	192	163	147
30	152	179	207	203	216	222	223	212	220	191	161	145
26 00	150	178	206	203	216	222	223	212	220	190	160	144
30	148	177	205	203	216	222	223	212	219	189	158	142
27 00	147	176	204	203	216	222	223	212	219	188	157	140
30	146	174	204	203	216	222	223	212	218	187	155	138
28 00	144	173	203	202	216	222	223	212	218	186	154	137
30	142	172	202	202	216	222	223	212	217	185	152	135
29 00	140	170	201	202	216	222	223	212	217	184	151	132
30	139	169	201	202	216	222	223	212	216	183	149	132
30 00	137	168	200	202	216	222	223	212	216	182	148	130

FUENTE: CITADO POR CRUZ, 1982.

TABLA No. 9 PROPORCION DE FOTOSINTESIS BRUTA DIARIA (g/d) DE CULTIVOS  
 CERRADOS EN DÍAS DESPREJADOS EN MICHUACÁN PARA UNA FOTOSINTESIS MÁXIMA  
 DE 20 KgCHCO/ha/h (A PARTIR DE DEWITT; FAG, 1972 ).

=====												
LATITUD												
NORTE	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OT	NOV	DIC
=====												
14 00	357	359	415	481	442	451	450	444	429	401	370	352
30	357	357	413	458	449	458	451	444	428	400	369	350
15 00	355	365	414	438	450	454	452	445	428	399	368	347
30	355	384	414	458	451	458	454	448	428	398	365	345
16 00	351	395	413	439	459	457	455	445	427	397	363	343
30	349	381	413	438	453	452	451	447	427	395	361	341
17 00	347	390	411	435	454	450	457	447	427	394	359	339
30	344	378	411	438	455	451	459	448	426	393	357	338
18 00	342	377	410	437	453	452	450	449	425	392	355	334
30	340	375	409	437	457	454	451	449	421	391	353	333
19 00	338	374	408	439	455	455	453	450	425	389	352	332
30	336	372	408	437	457	457	454	450	425	388	350	329
20 00	334	371	407	437	459	459	455	451	425	387	348	328
30	331	368	406	437	460	458	455	451	424	387	345	327
21 00	329	367	405	439	451	470	457	451	424	384	345	319
30	326	365	404	439	459	471	453	450	423	383	341	317
22 00	323	365	403	439	455	472	451	451	423	381	338	314
30	321	361	401	439	463	473	450	452	422	379	336	311
23 00	319	361	400	438	453	474	470	452	421	378	333	309
30	317	358	399	438	464	473	471	453	420	376	331	308
24 00	316	345	395	438	445	474	472	453	420	375	329	305
30	313	343	397	438	452	477	473	453	419	373	328	300
25 00	317	358	395	438	455	478	474	454	418	371	326	307
30	303	356	395	435	456	479	475	454	418	370	321	294
26 00	302	348	394	433	457	481	473	454	417	368	319	291
30	299	246	392	432	457	482	477	454	416	367	316	287
27 00	297	344	392	431	459	483	472	454	415	365	314	285
30	294	342	390	430	458	484	476	455	415	364	311	282
28 00	292	341	389	430	459	485	479	455	415	362	309	280
30	289	339	387	430	458	486	480	455	414	361	306	277
29 00	288	337	387	430	470	487	481	455	413	359	304	278
30	284	335	385	430	470	488	482	455	413	357	301	275
30 00	281	333	385	430	471	489	485	455	412	355	299	264
=====												

FUENTE: CITADO POR DEWITT, 1972.

Tabla No. 10 CARACTERÍSTICAS DE LOS GRUPOS DE CULTIVOS  
PROPUESTOS POR LA FAO (1979)

CARACTERÍSTICAS	GRUPO DE ADAPTABILIDAD DE CULTIVOS			
	I	II	III	IV
FORMA DE FOTOSÍNTESIS	C3	C3	C4	C4
TEMPERATURA (1) ÓPTIMA PARA MÁXIMA FOTOSÍNTESIS	15 - 20	25 - 30	30 - 35	30 - 30
PRINCIPALES CULTIVOS	TRIGO  FAVA  FRÍJOL (2)	FRÍJOL (3) SOYA ARROZ ALBORN CANGOTE CACAHUATE	MIJO SORGO (3) MAÍZ (2) CAÑA DE AZÚCAR	SORGO (2)  MAÍZ (2)

(1) EN GRADOS CENTÍGRADOS

(2) TROPICAL DE ALTURA > 1500 m DE ALTITUD

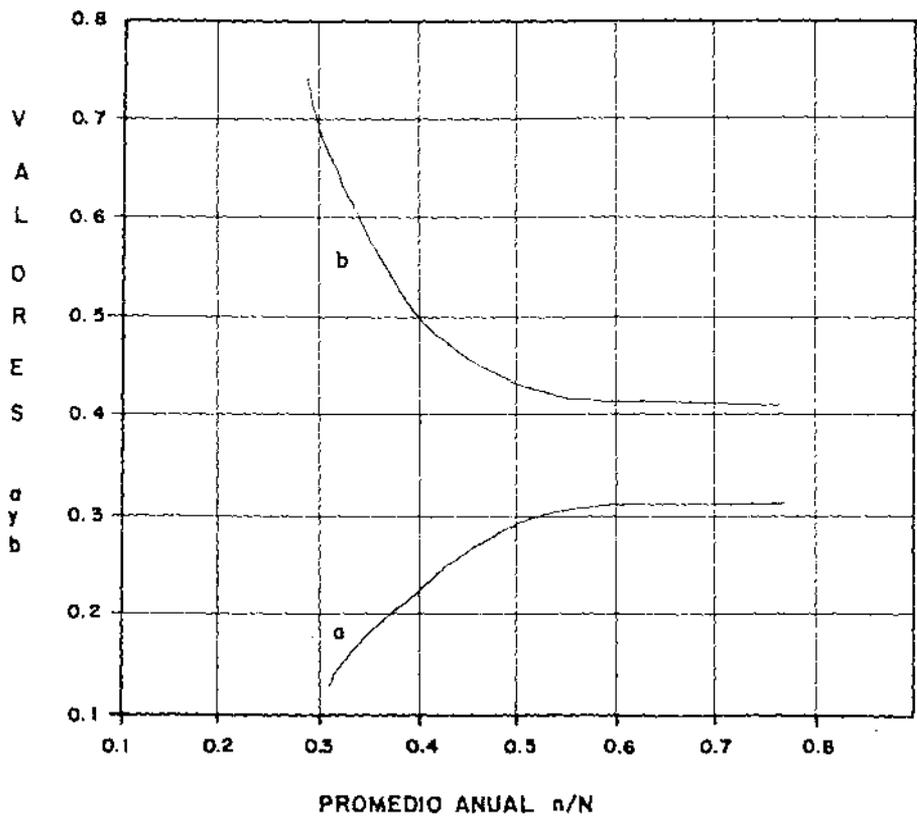
(3) TROPICAL DE ZONAS BAJAS < 1500 m DE ALTITUD

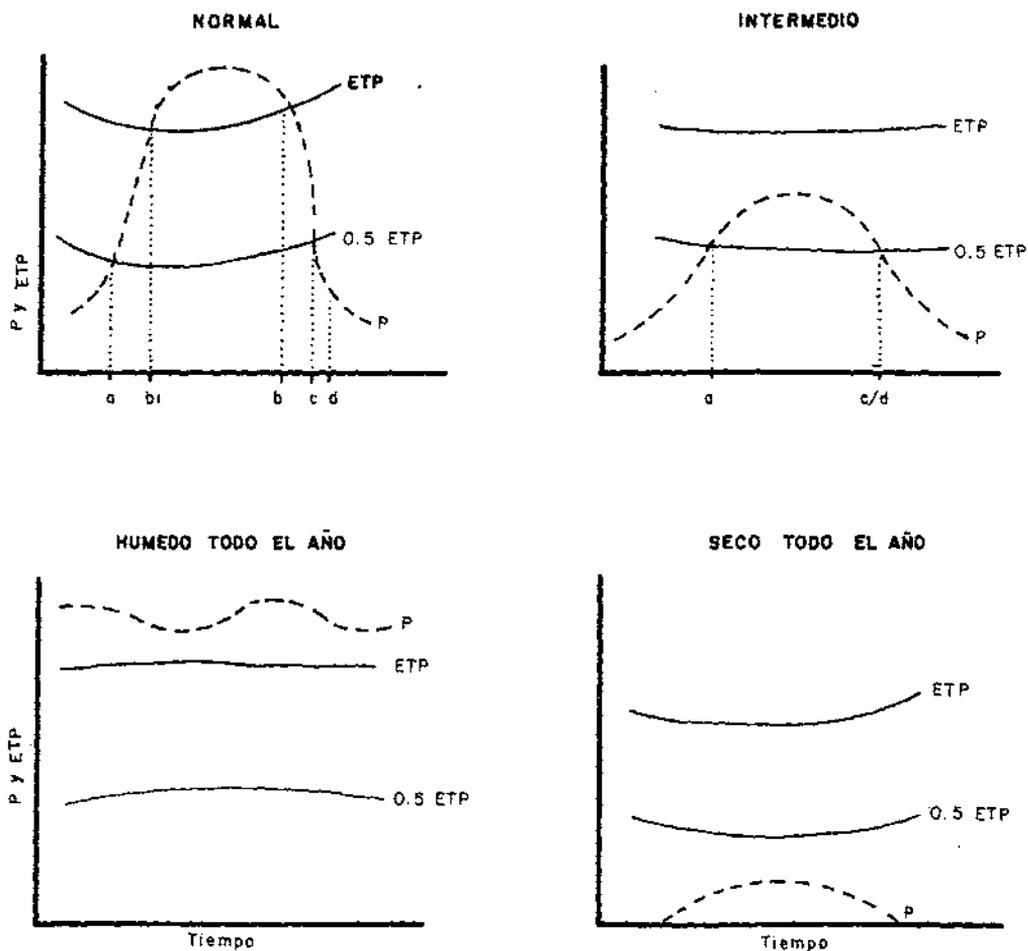
FUENTE: CITADO POR VILLALPANDO, I.J.F. 1983.

## FIGURAS

- No. 1 RELACION DE LOS COEFICIENTES  $a$  Y  $b$  CON  $n/N$ .
- No. 2 TIPOS DE ESTACIONES DE CRECIMIENTO.
- No. 3 CURVA DE COEFICIENTE DE MAIZ.
- No. 4 RELACION MEDIA ENTRE LA VELOCIDAD MAXIMA DE FOTOSINTESIS EN LA HOJA Y LA TEMPERATURA, EN LOS GRUPOS DE CULTIVOS I,II,III Y IV.
- No. 5 ESTACION BASILIO BADILLO. PERIODO DE CRECIMIENTO AL 50%.
- No. 6 ESTACION EL GRULLO. PERIODO DE CRECIMIENTO AL 50%.
- No. 7 ESTACION EL CORCOVADO. PERIODO DE CRECIMIENTO AL 50%.
- No. 8 ESTACION EJUTLA. PERIODO DE CRECIMIENTO AL 50%.
- No. 9 ESTACION TUXCACUESCO. PERIODO DE CRECIMIENTO AL 50%.
- No. 10 ESTACION EL CHANTE. PERIODO DE CRECIMIENTO AL 50%.
- No. 11 ESTACION UNION DE TULA. PERIODO DE CRECIMIENTO AL 50%.
- No. 12 ESTACION AUTLAN. PERIODO DE CRECIMIENTO AL 50%.
- No. 13 ESTACION AUTLAN. PERIODO DE CRECIMIENTO AL 70%.
- No. 14 ESTACION BASILIO BADILLO. PERIODO DE CRECIMIENTO AL 70%.
- No. 15 ESTACION EL GRULLO. PERIODO DE CRECIMIENTO AL 70%.
- No. 16 ESTACION EL CORCOVADO. PERIODO DE CRECIMIENTO AL 70%.
- No. 17 ESTACION EJUTLA. PERIODO DE CRECIMIENTO AL 70%.
- No. 18 ESTACION TUXCACUESCO. PERIODO DE CRECIMIENTO AL 70%.
- No. 19 ESTACION EL CHANTE. PERIODO DE CRECIMIENTO AL 70%.
- No. 20 ESTACION UNION DE TULA. PERIODO DE CRECIMIENTO AL 70%.

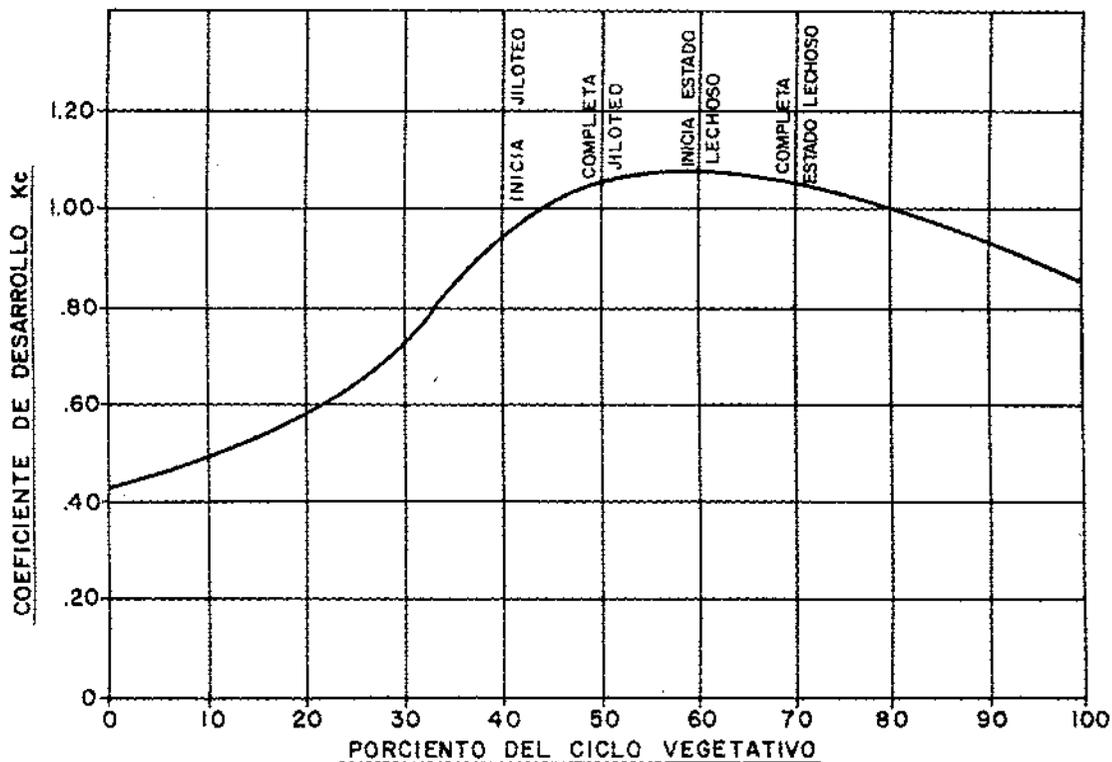
FIG. No. 1 RELACION DE LOS COEFICIENTES  $\alpha$  y  $\beta$  CON  $n/N$





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

FIG. No. 2 TIPOS DE ESTACIONES DE CRECIMIENTO



**FIG. No.3.-CURVA DE COEFICIENTE DEL MAIZ**

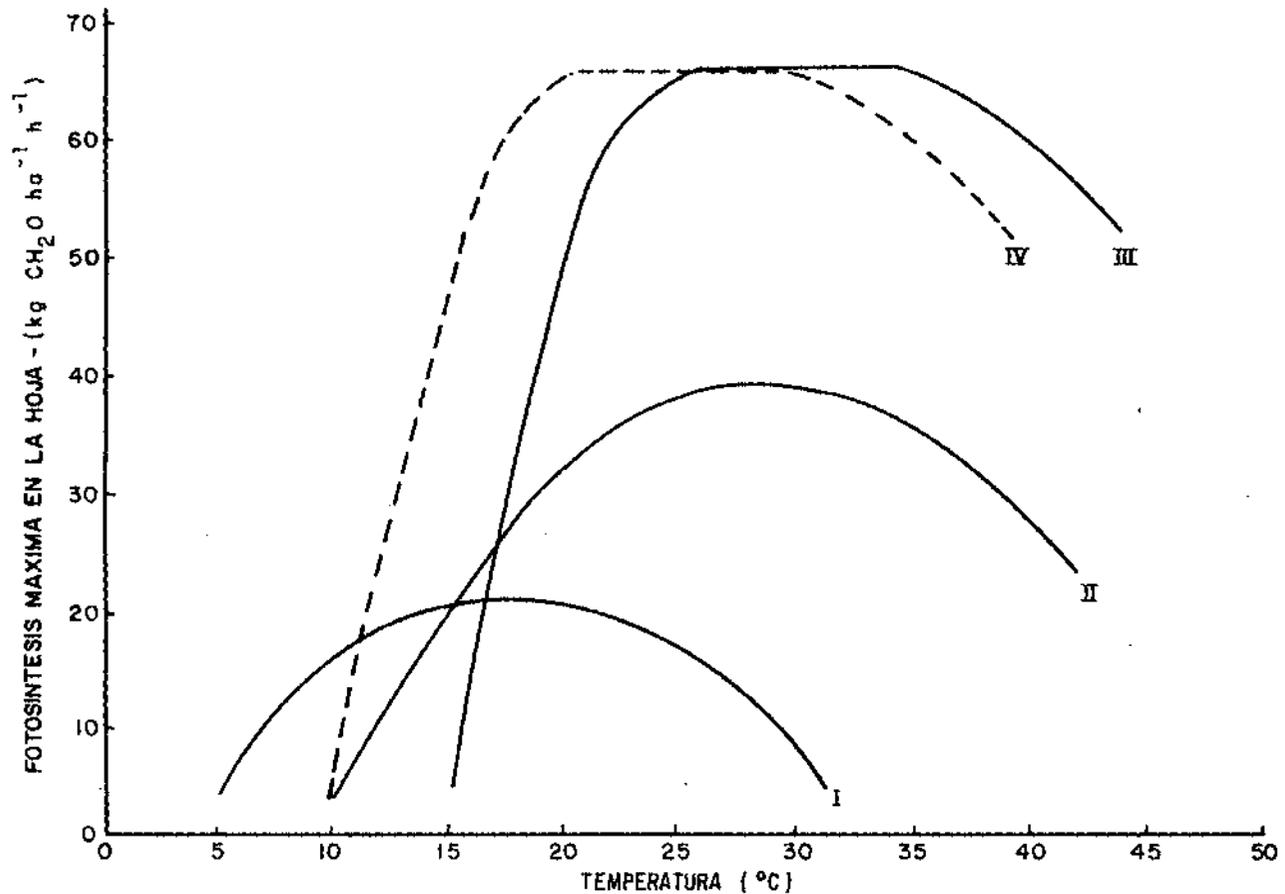


FIG. No.4.-RELACION MEDIA ENTRE LA VELOCIDAD MAXIMA DE FOTOSINTESIS EN LA HOJA Y LA TEMPERATURA, EN LOS GRUPOS DE CULTIVOS I, II, III Y IV (FAO, 1978).

FIG. No. 5 ESTACION BASILIO BADILLO  
ESTACION DE CRECIMIENTO 50%

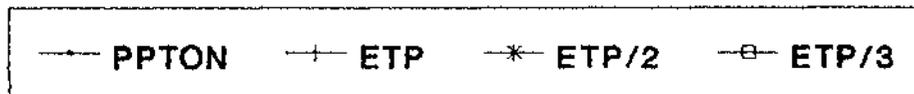
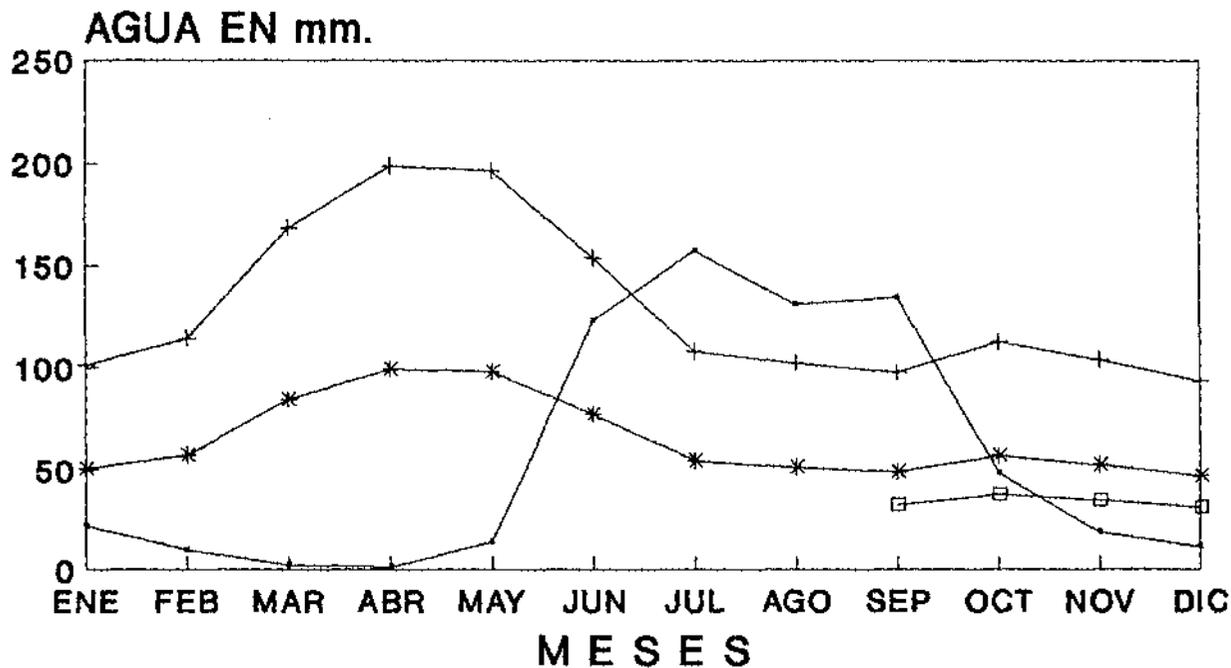


FIG. No. 6 ESTACION EL GRULLO  
ESTACION DE CRECIMIENTO 50%

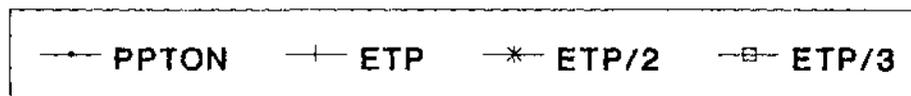
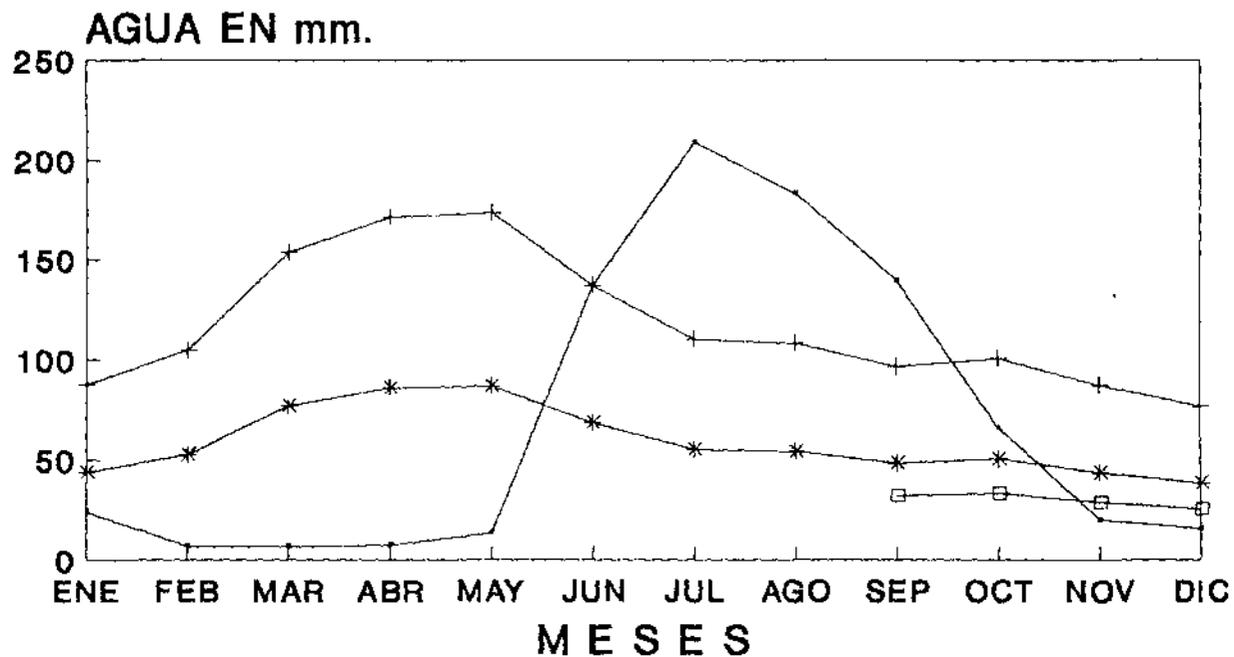
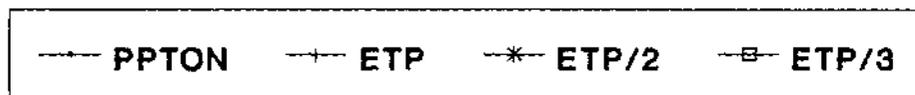
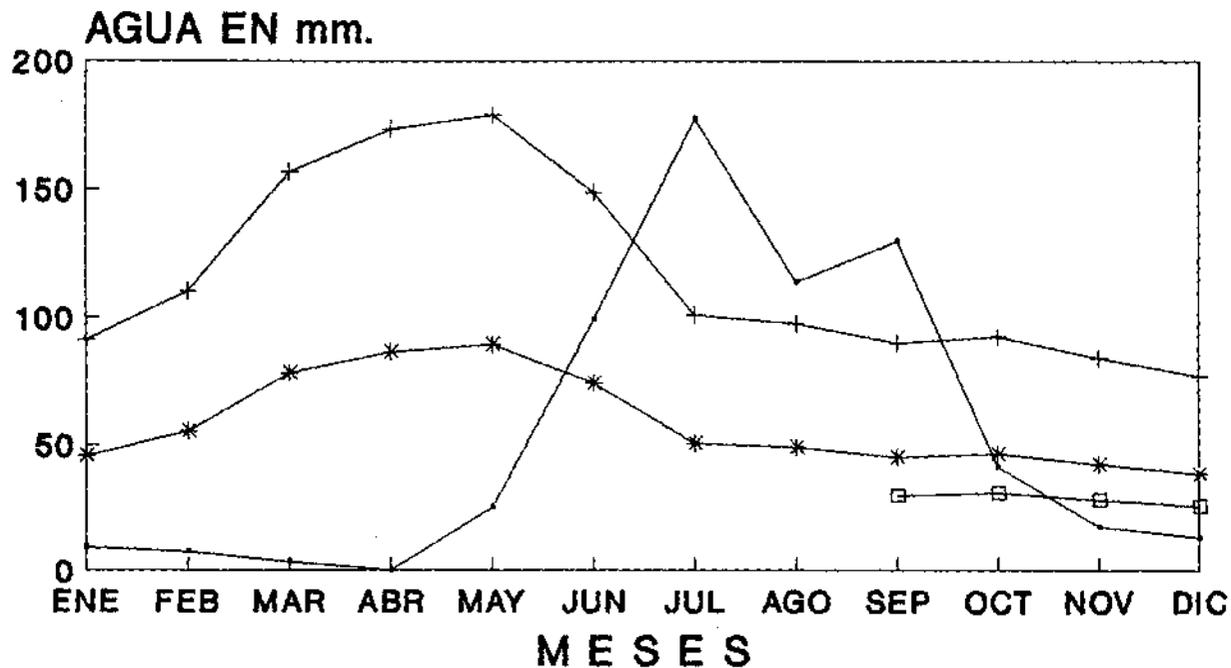


FIG. No. 7 ESTACION EL CORCOVADO  
ESTACION DE CRECIMIENTO 50%



**FIG. No. 8 ESTACION EJUTLA  
ESTACION DE CRECIMIENTO 50%**

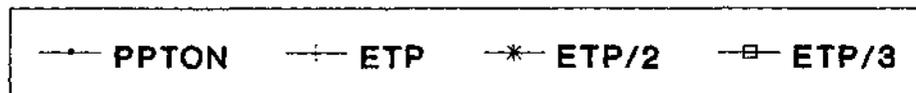
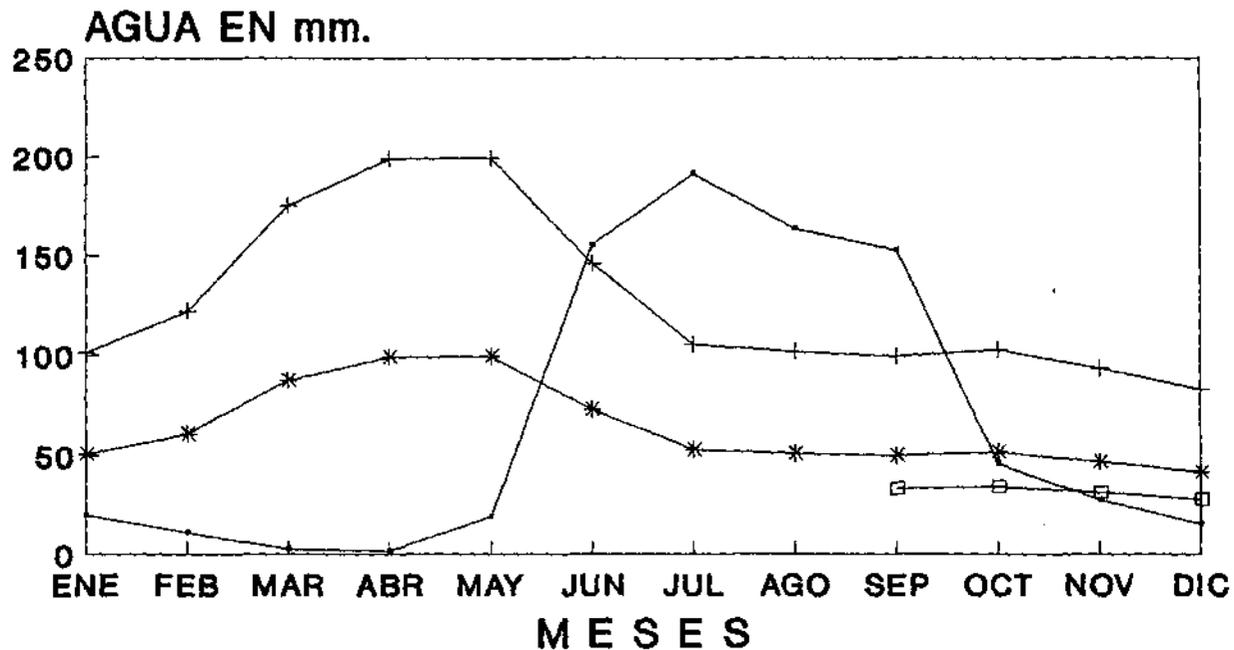


FIG. No. 9 ESTACION TUXCACUESCO  
ESTACION DE CRECIMIENTO 50%

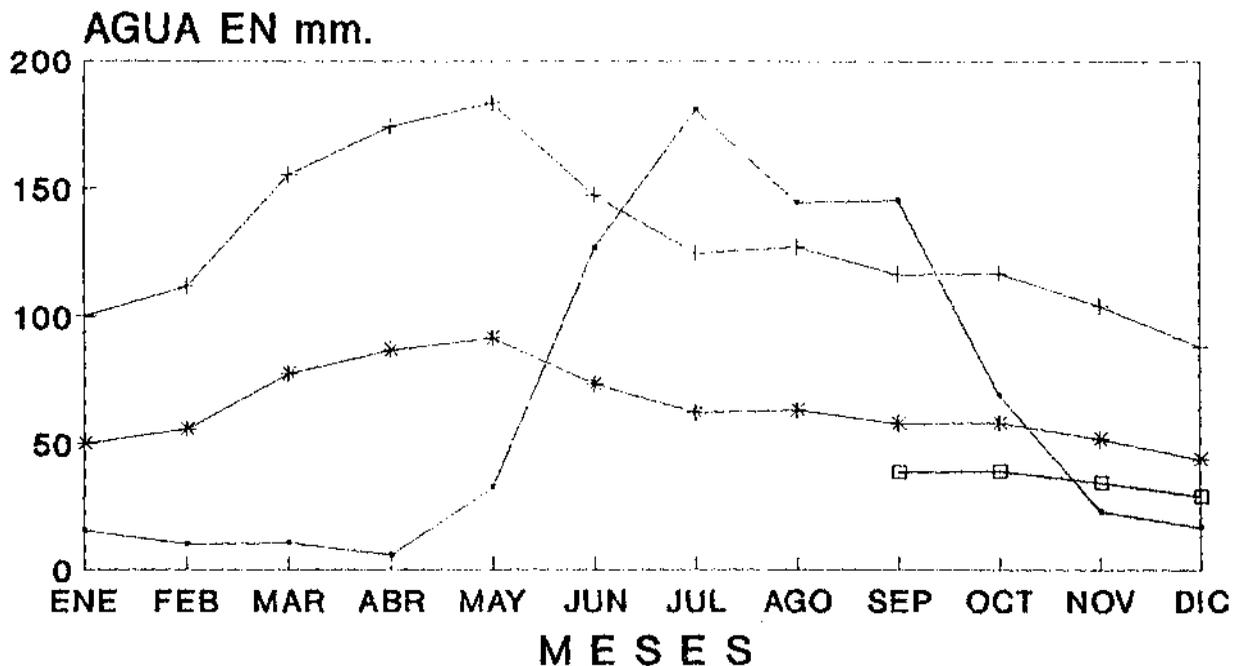


FIG. No. 10 ESTACION EL CHANTE  
 ESTACION DE CRECIMIENTO 50%

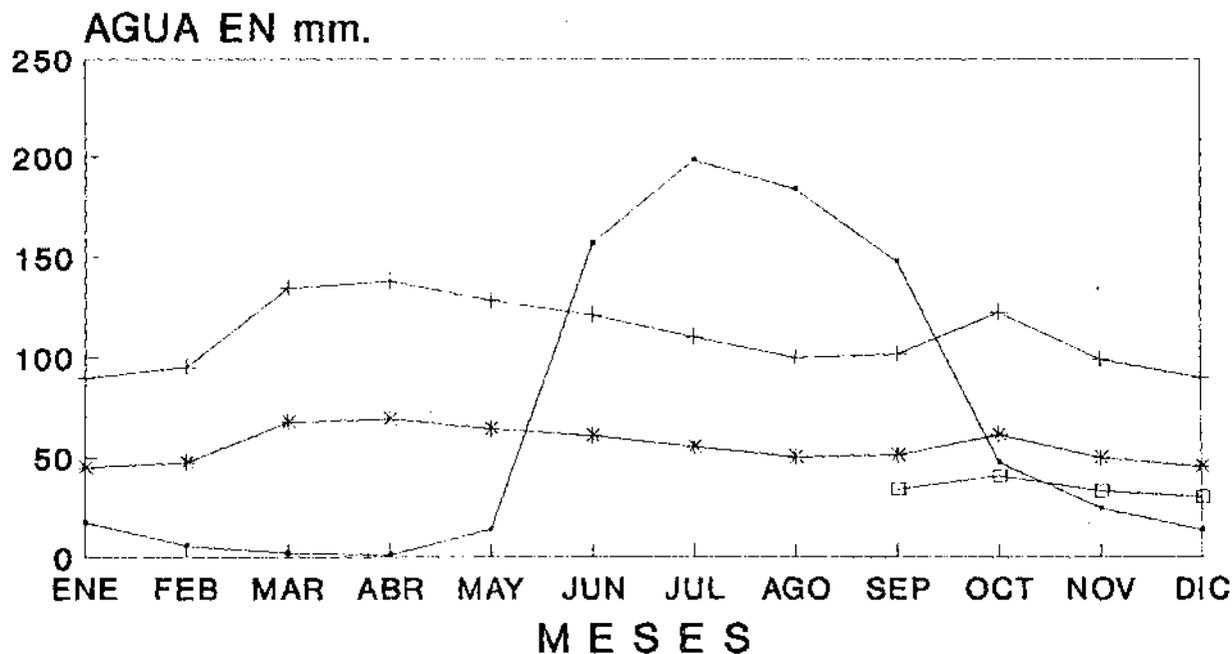


FIG. No. 11 ESTACION UNION DE TULA  
ESTACION DE CRECIMIENTO 50%

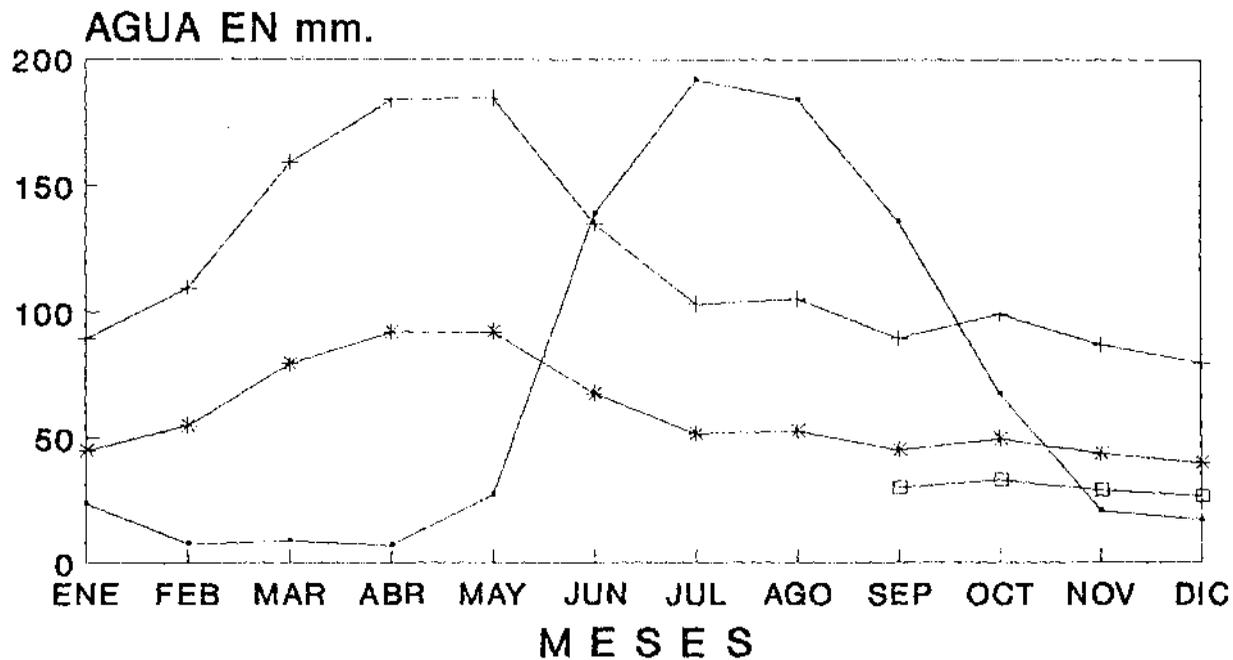


FIG. No. 12 ESTACION AUTLAN  
ESTACION DE CRECIMIENTO 50%

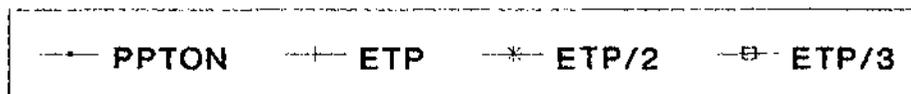
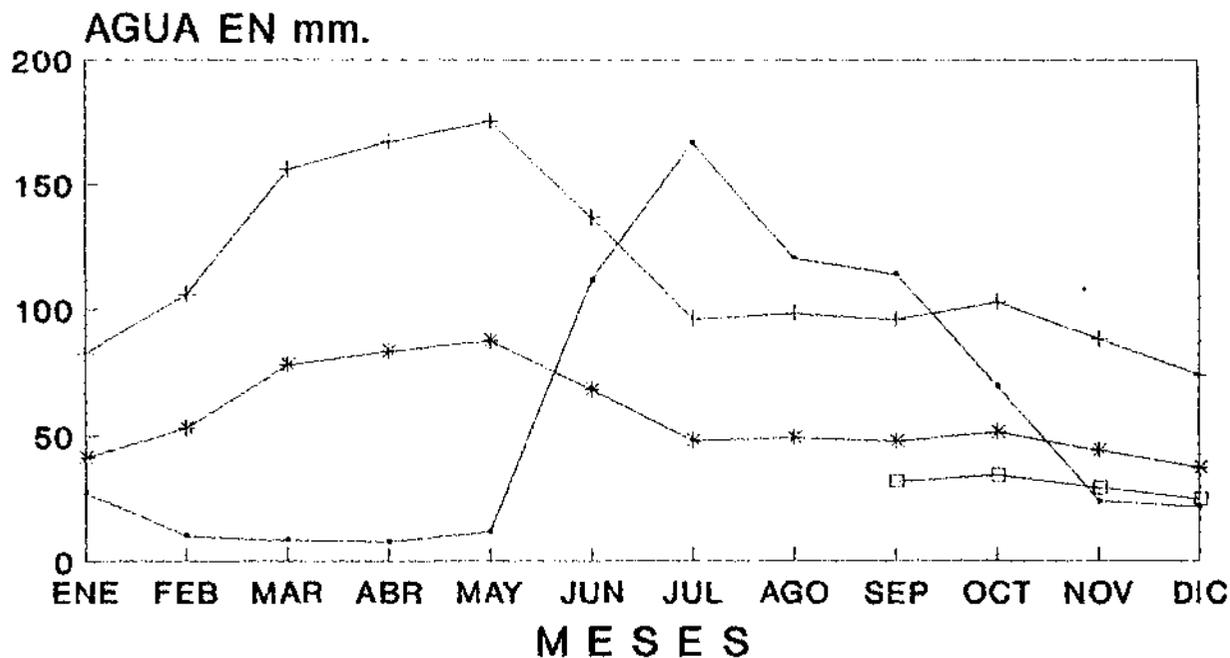
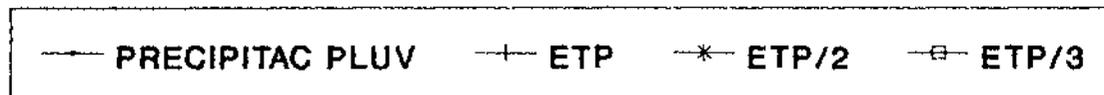
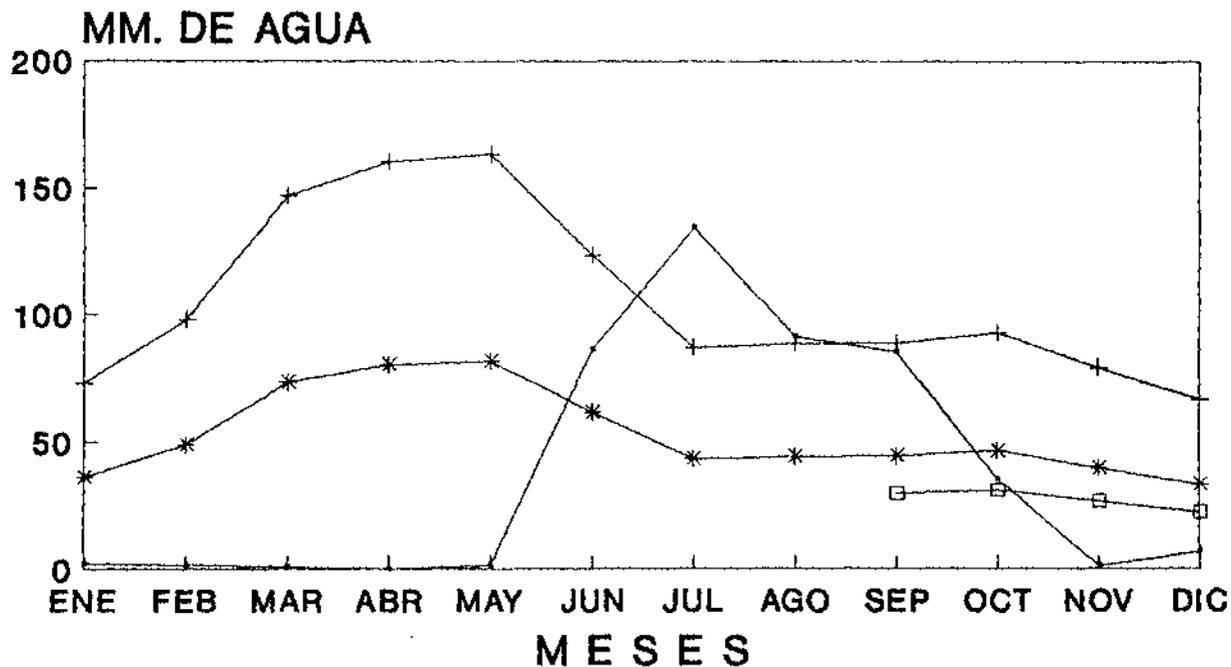
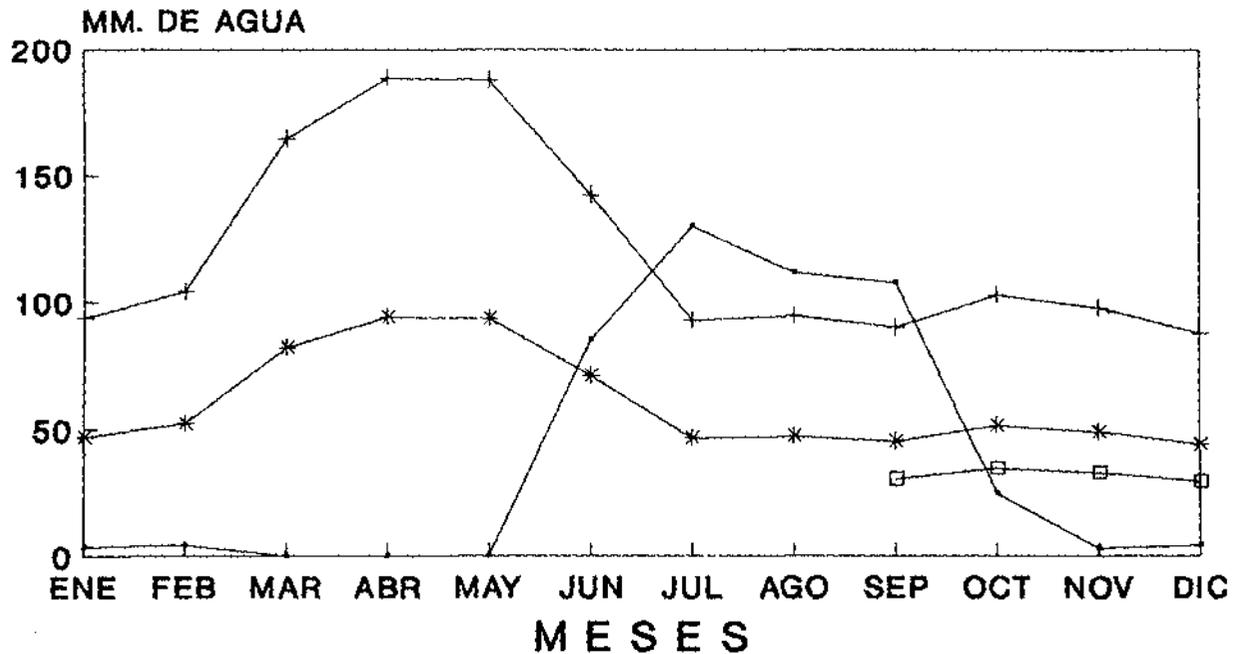


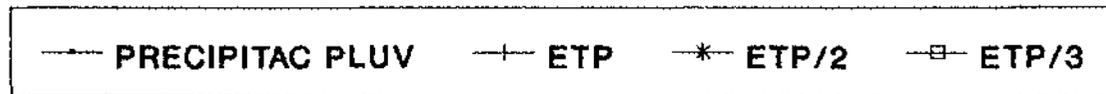
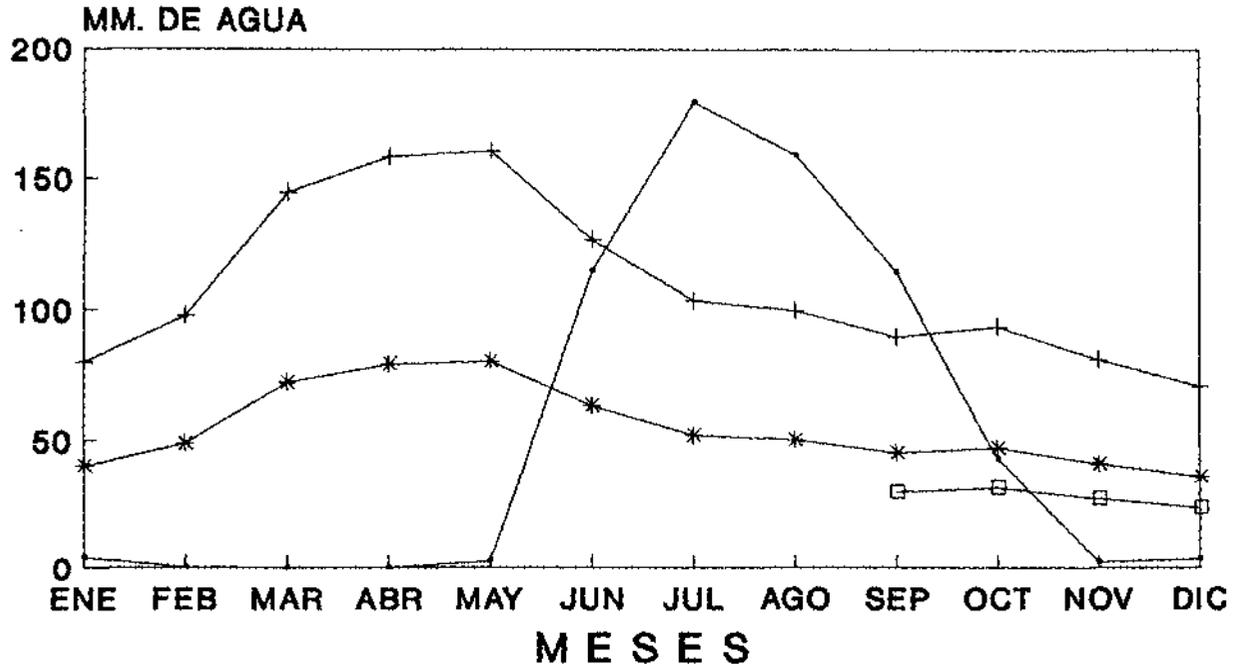
FIG. No 13 ESTACION AUTLAN  
ESTACION DE CRECIMIENTO 70%



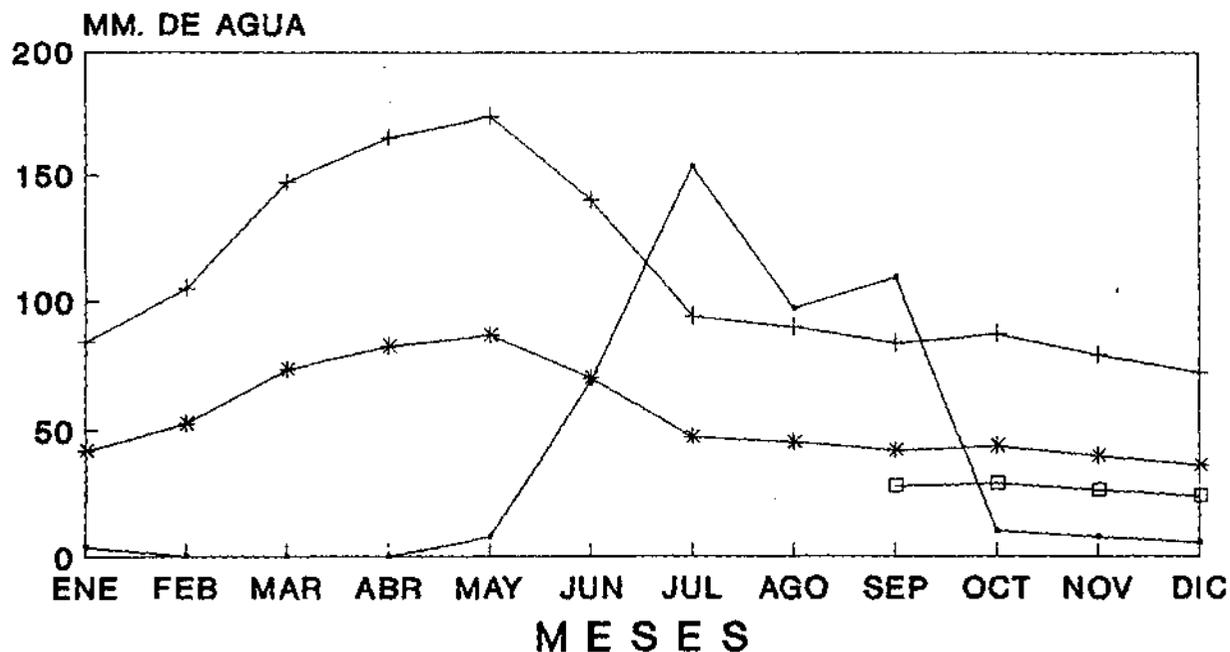
**FIG. No. 14 ESTACION BASILIO BADILLO  
ESTACION DE CRECIMIENTO 70%**



**FIG. No. 15 ESTACION EL GRULLO  
ESTACION DE CRECIMIENTO 70%**



**FIG. No. 16 ESTACION EL CORCOVADO  
ESTACION DE CRECIMIENTO 70%**



—•— PRECIPITAC PLUV

—+— ETP

—\*— ETP/2

—□— ETP/3

FIG. No. 17 ESTACION EJUTLA  
ESTACION DE CRECIMIENTO 70%

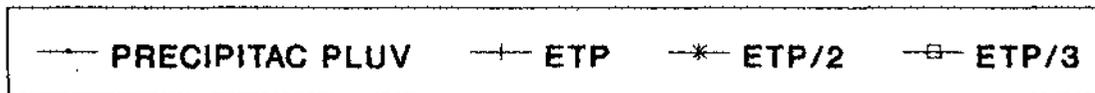
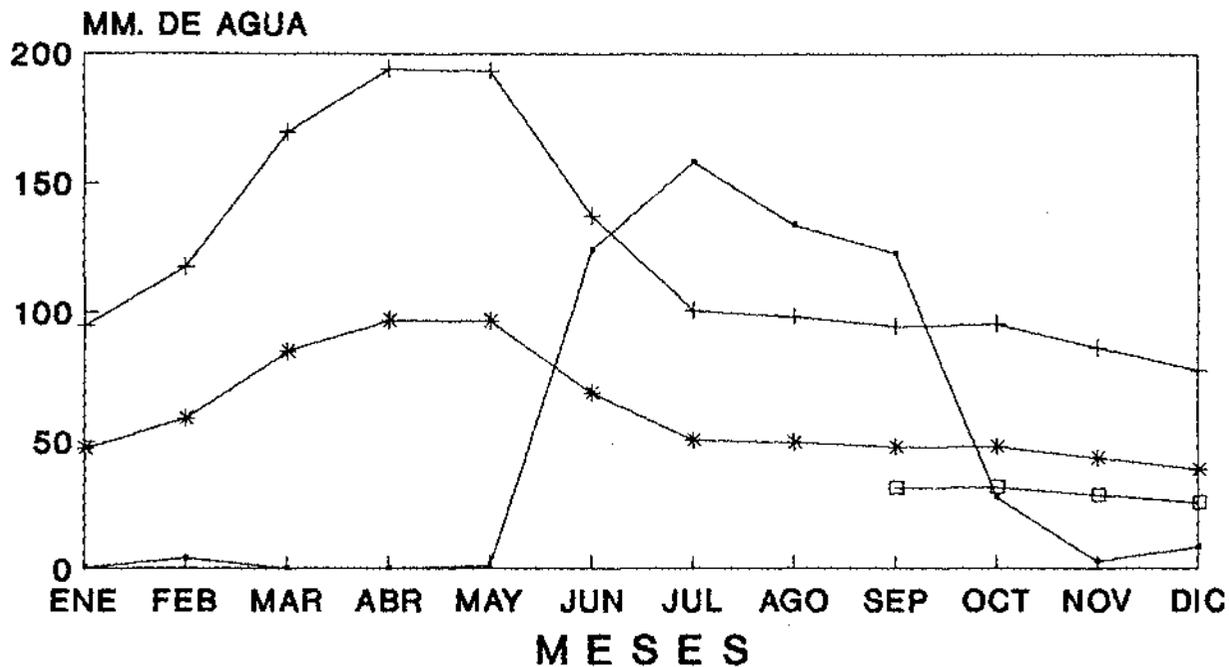
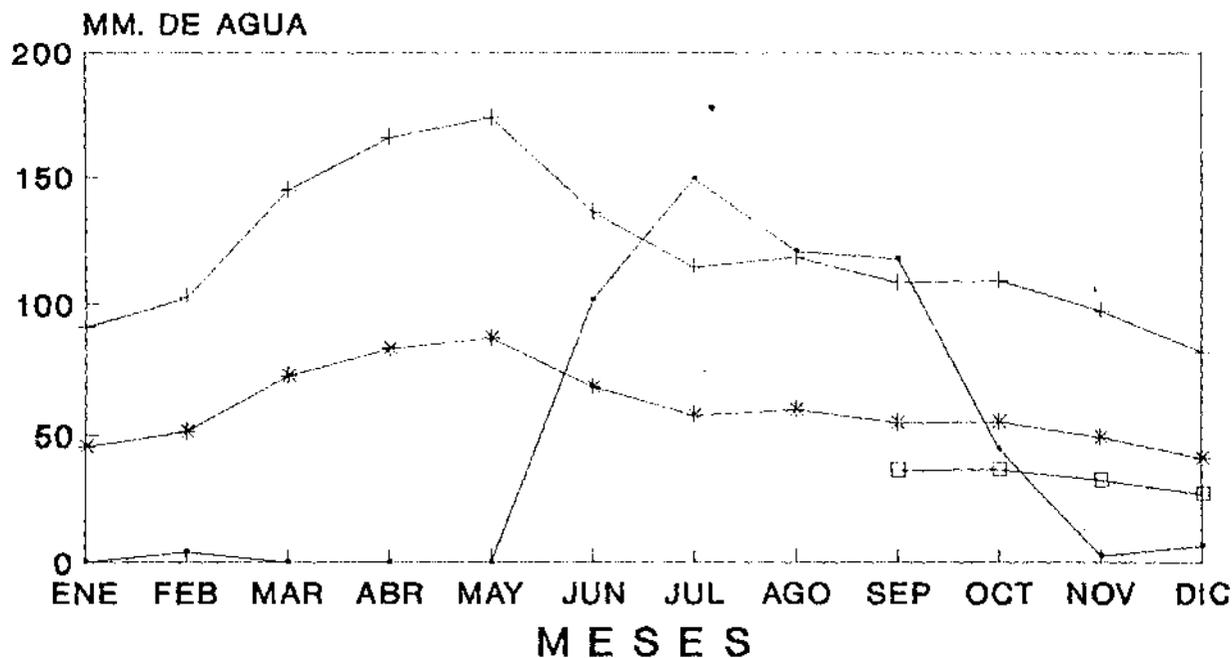
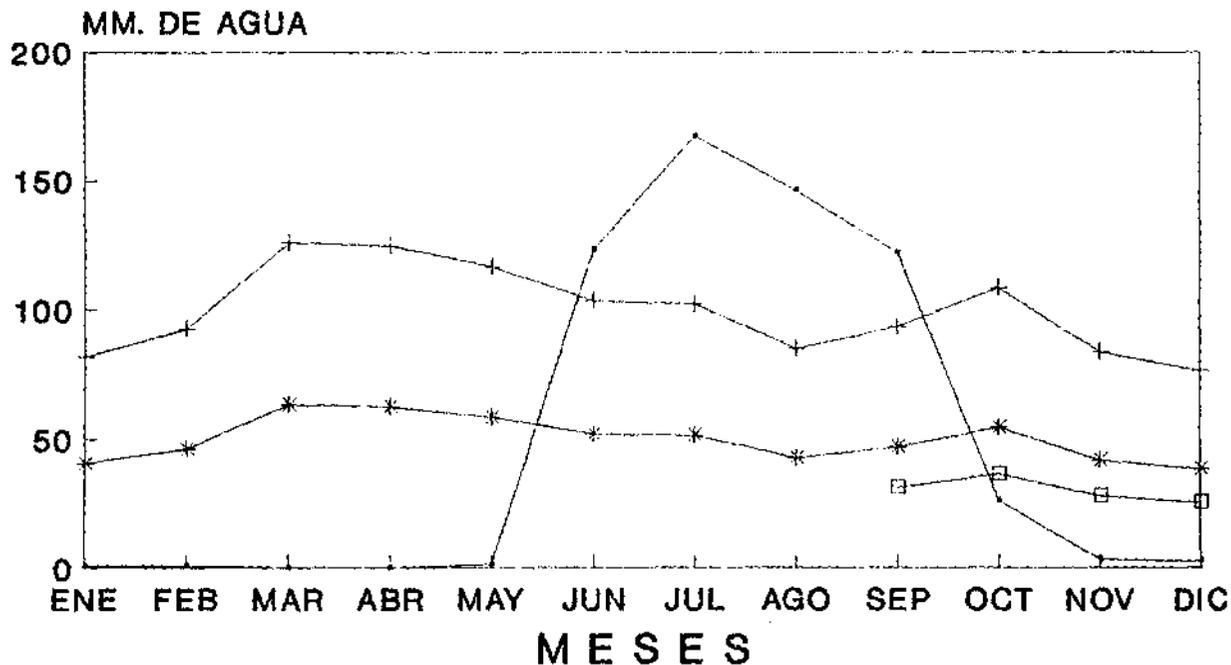


FIG. No. 18 ESTACION TUXCACUESCO  
ESTACION DE CRECIMIENTO 70%



..... PRECIPITAC PLUV    -+- ETP    -\*- ETP/2    -□- ETP/3

FIG. No. 19 ESTACION EL CHANTE  
ESTACION DE CRECIMIENTO 70%



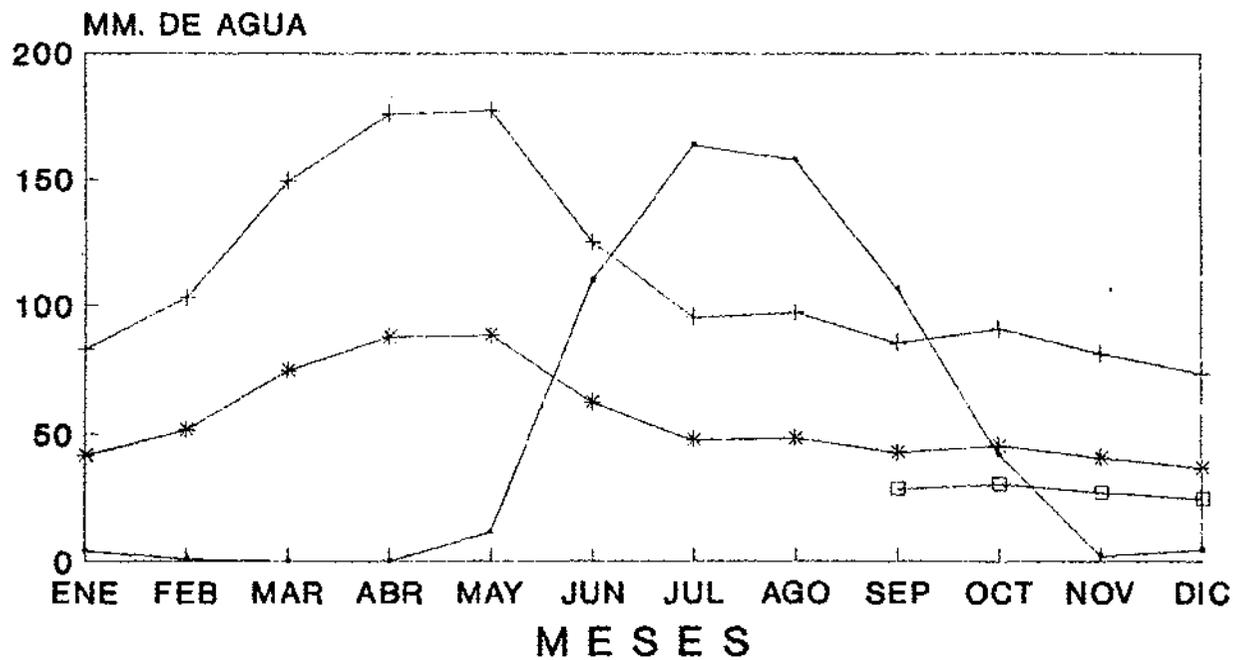
—•— PRECIPITAC PLUV

-+- ETP

-\*- ETP/2

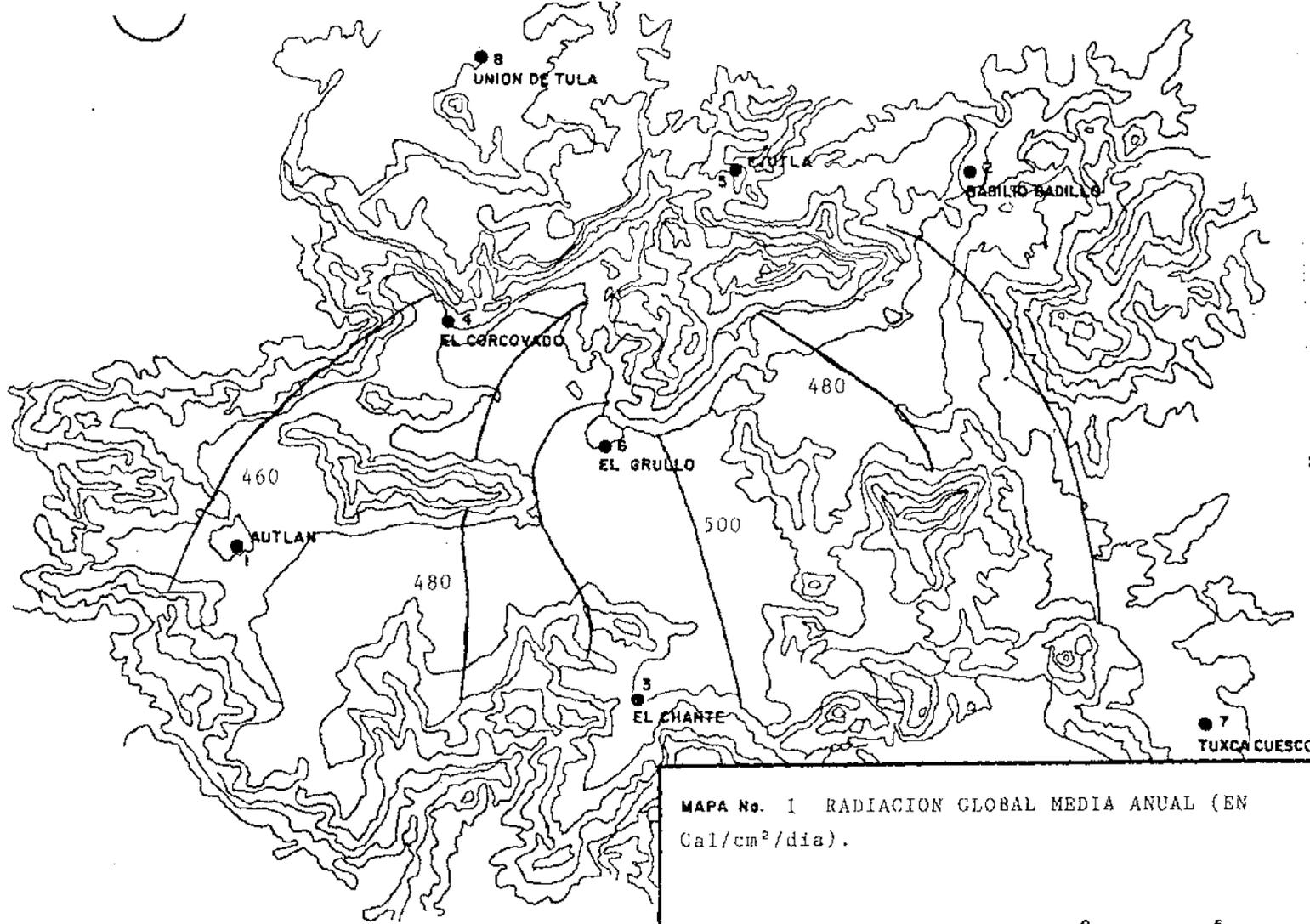
-□- ETP/3

FIG. No. 20 ESTACION UNION DE TULA  
ESTACION DE CRECIMIENTO 70%



## MAPAS

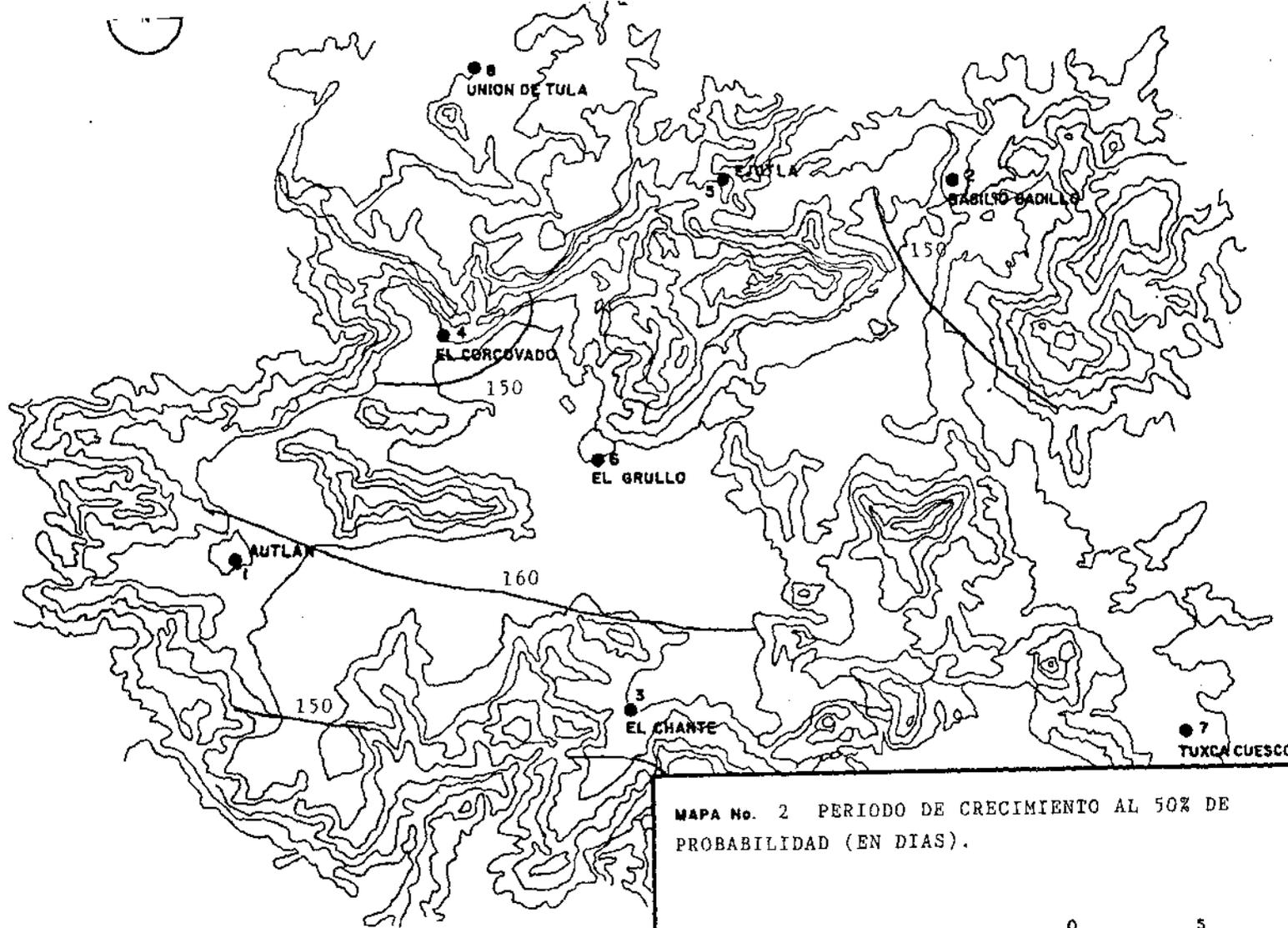
- No. 1 RADIACION GLOBAL MEDIA ANUAL EN cal/cm<sup>2</sup>/dia.
- No. 2 PERIODO DE CRECIMIENTO AL 50% DE PROBABILIDAD EXPRESADO EN DIAS.
- No. 3 PERIODO DE CRECIMIENTO AL 70% DE PROBABILIDAD EXPRESADO EN DIAS.
- No. 4 TEMPERATURA MAXIMA ANUAL (EN °C) AL 50% DE PROBABILIDAD.
- No. 5 TEMPERATURA MAXIMA ANUAL (EN °C) AL 70% DE PROBABILIDAD.
- No. 6 TEMPERATURA MINIMA ANUAL (EN °C) AL 50% DE PROBABILIDAD.
- No. 7 TEMPERATURA MINIMA ANUAL (EN °C) AL 70% DE PROBABILIDAD.
- No. 8 TEMPERATURA MEDIA ANUAL (EN °C).
- No. 9 UNIDADES CALOR ACUMULADAS ANUALES PARA EL PERIODO DE CRECIMIENTO AL 50% DE PROBABILIDAD.
- No. 10 UNIDADES CALOR ACUMULADAS ANUALES PARA EL PERIODO DE CRECIMIENTO AL 70% DE PROBABILIDAD.
- No. 11 PRECIPITACION ANUAL (EN mm) AL 50% DE PROBABILIDAD.
- No. 12 PRECIPITACION ANUAL (EN mm) AL 70% DE PROBABILIDAD.
- No. 13 ESTIMACION DEL RENDIMIENTO POTENCIAL (EN Kg/ha) PARA EL CICLO VEGETATIVO DE 100 DIAS.
- No. 14 ESTIMACION DEL RENDIMIENTO POTENCIAL (EN Kg/ha) PARA EL CICLO VEGETATIVO DE 120 DIAS.
- No. 15 ESTIMACION DEL RENDIMIENTO POTENCIAL (EN Kg/ha) PARA EL CICLO VEGETATIVO DE 135 DIAS.
- No. 16 ESTIMACION DEL RENDIMIENTO POTENCIAL (EN Kg/ha) PARA EL CICLO VEGETATIVO DE 150 DIAS.



MAPA No. 1 RADIACION GLOBAL MEDIA ANUAL (EN Cal/cm<sup>2</sup>/dia).

● ESTACION CLIMATOLOGICA

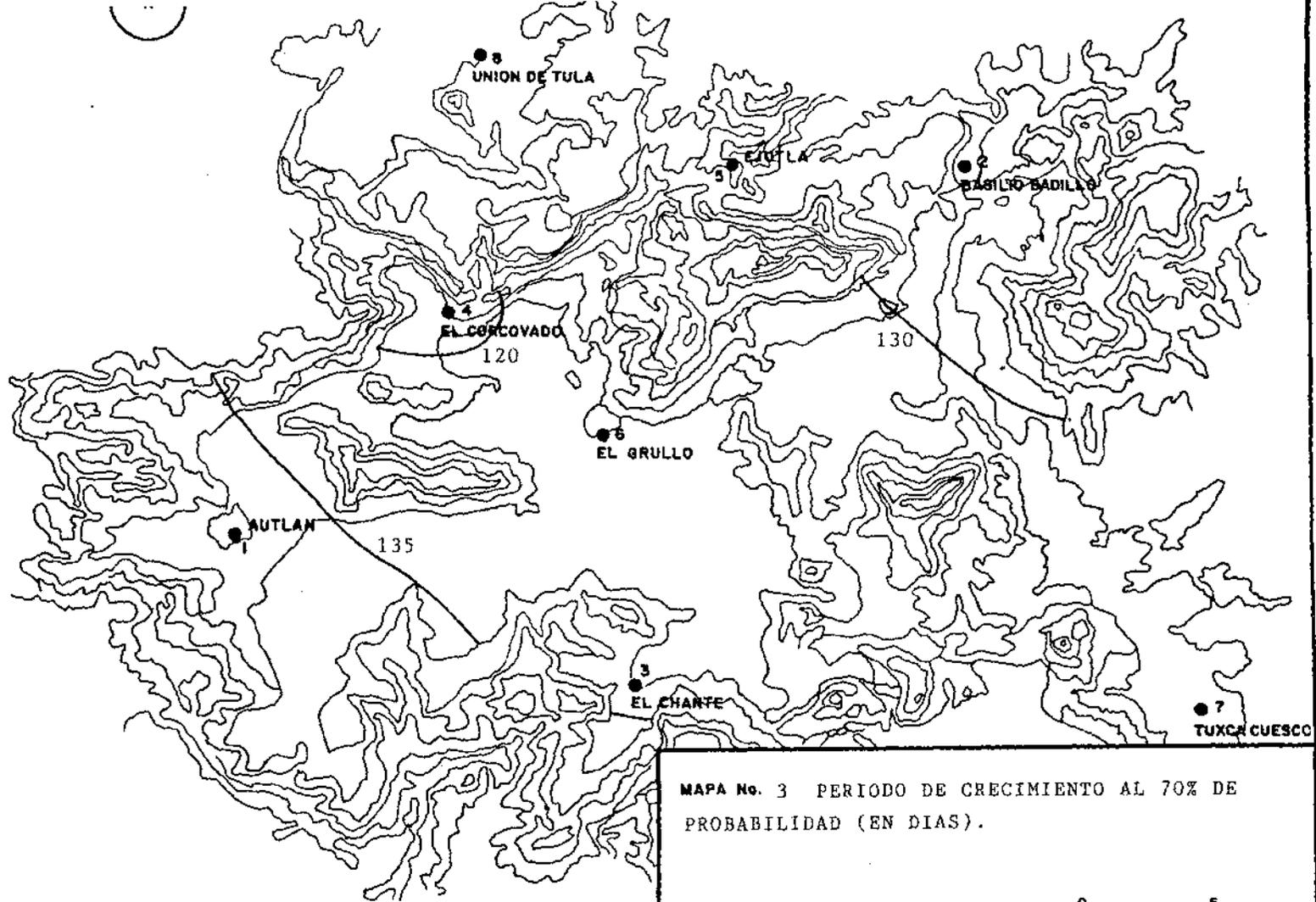
0 5  
kilometros  
ESC. = 1:200,000



MAPA No. 2 PERIODO DE CRECIMIENTO AL 50% DE PROBABILIDAD (EN DIAS).

● ESTACION CLIMATOLOGICA

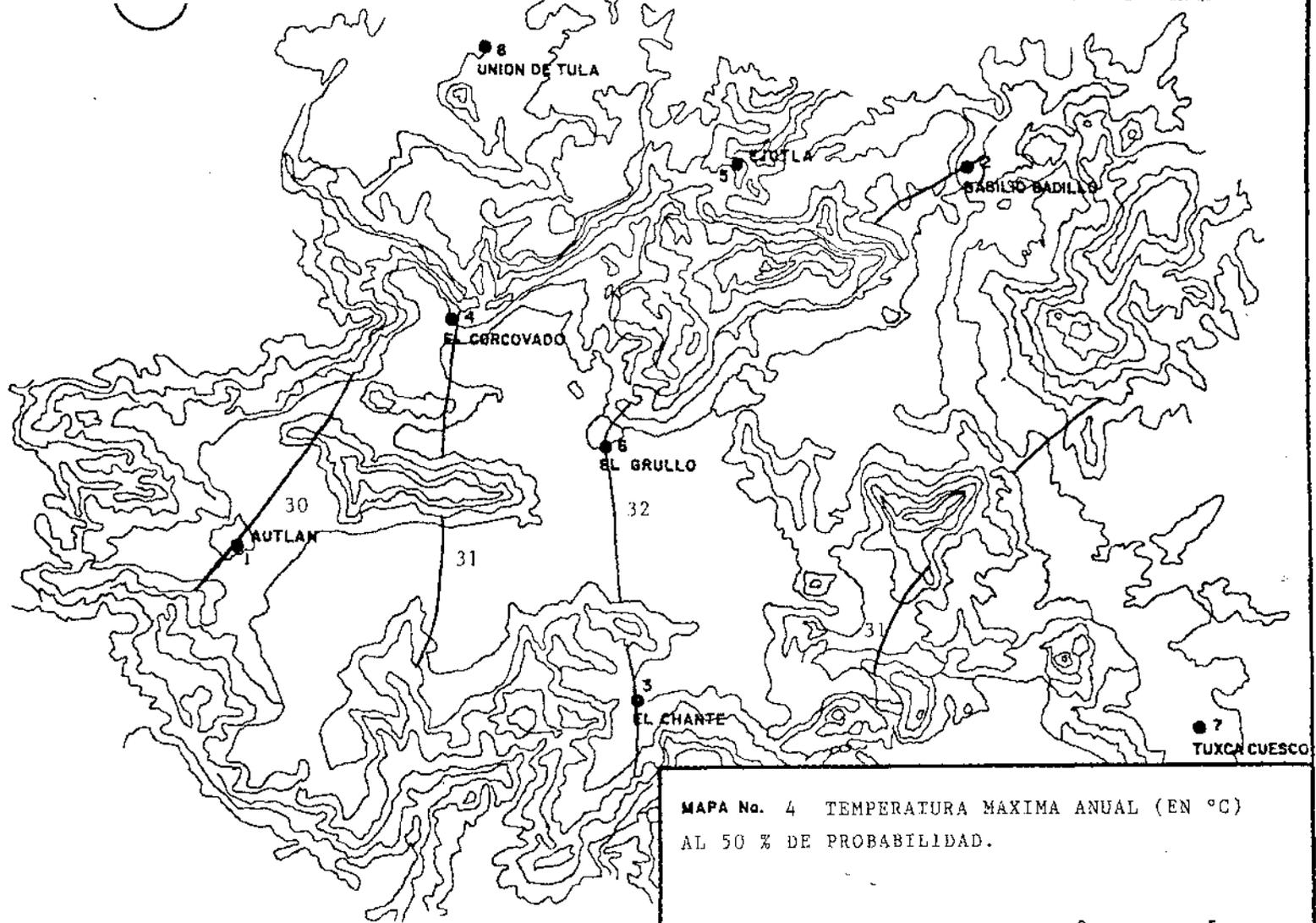
0 5  
kilómetros



MAPA No. 3 PERIODO DE CRECIMIENTO AL 70% DE  
PROBABILIDAD (EN DIAS).

● ESTACION CLIMATOLOGICA

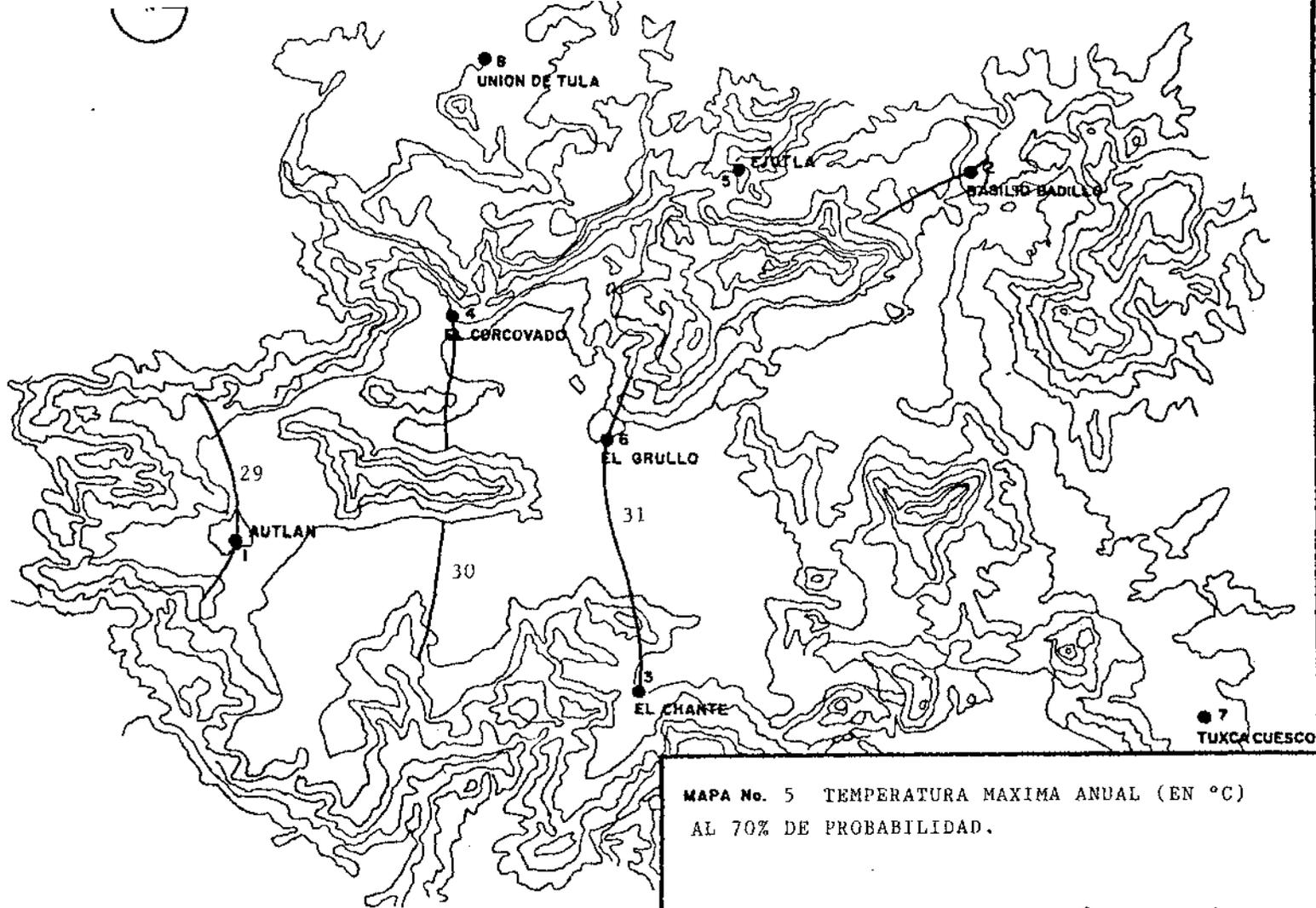
0 5  
kilometros  
ESC.=1:200,000



MAPA No. 4 TEMPERATURA MAXIMA ANUAL (EN °C)  
AL 50 % DE PROBABILIDAD.

● ESTACION CLIMATOLÓGICA

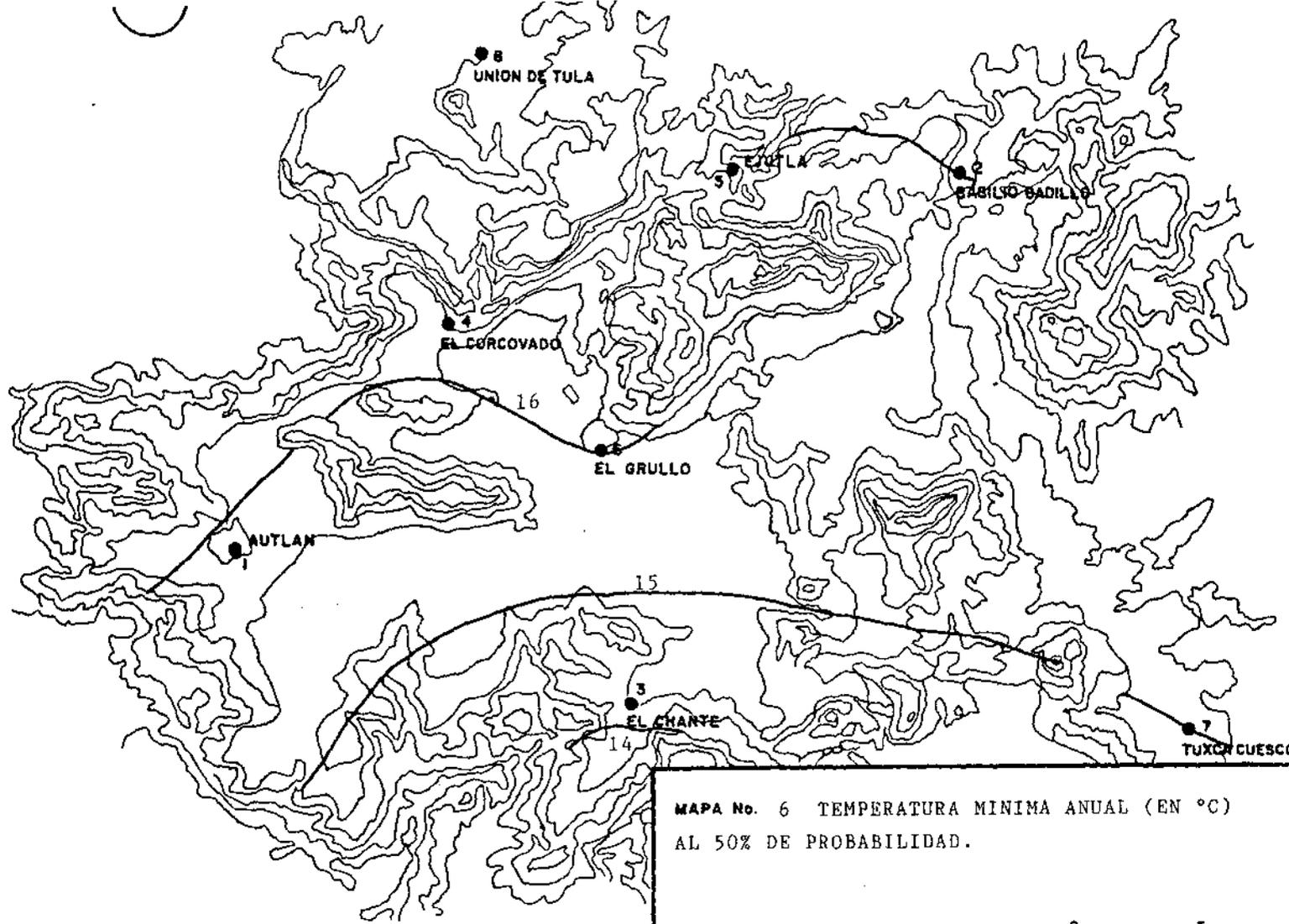
0 5  
kilo metros  
ESC.=1:200,000



MAPA No. 5 TEMPERATURA MAXIMA ANUAL (EN °C)  
AL 70% DE PROBABILIDAD.

● ESTACION CLIMATOLOGICA

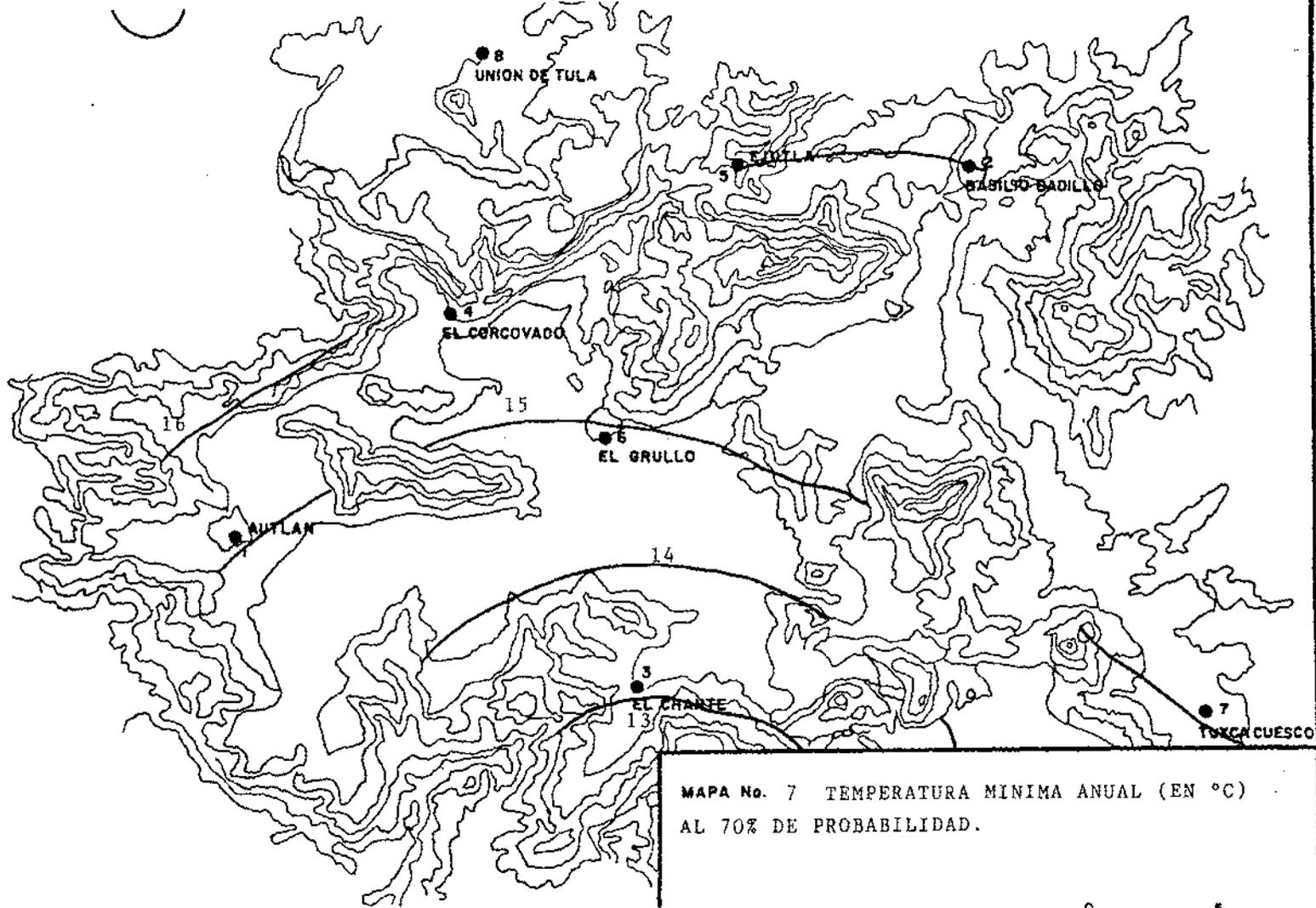
0 5  
kilometros  
ESC.: 1:200,000



MAPA No. 6 TEMPERATURA MINIMA ANUAL (EN °C)  
AL 50% DE PROBABILIDAD.

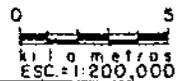
● ESTACION CLIMATOLÓGICA

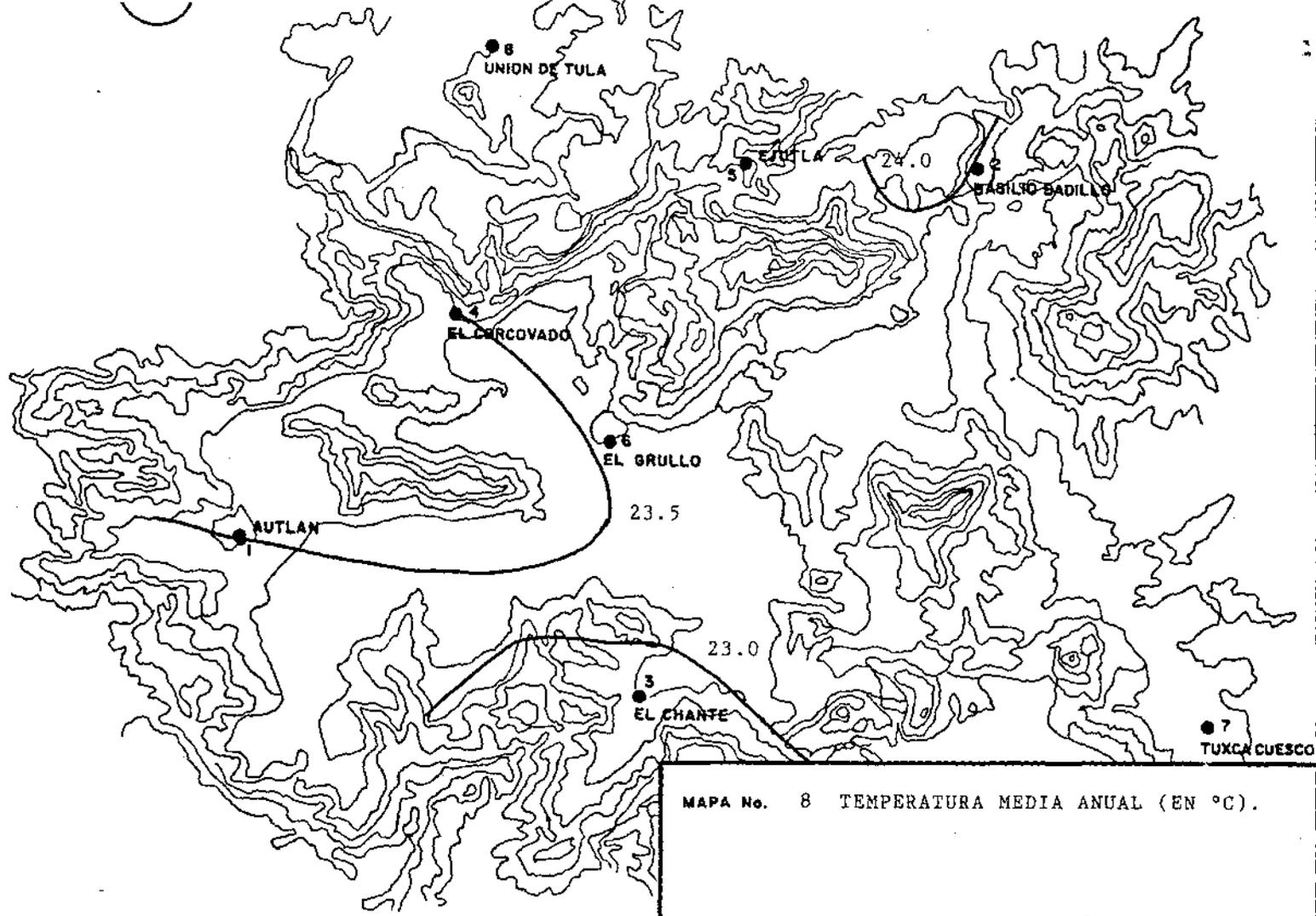
0 5  
kilómetros  
ESC.: 1:200,000



MAPA No. 7 TEMPERATURA MINIMA ANUAL (EN °C)  
AL 70% DE PROBABILIDAD.

● ESTACION CLIMATOLOGICA

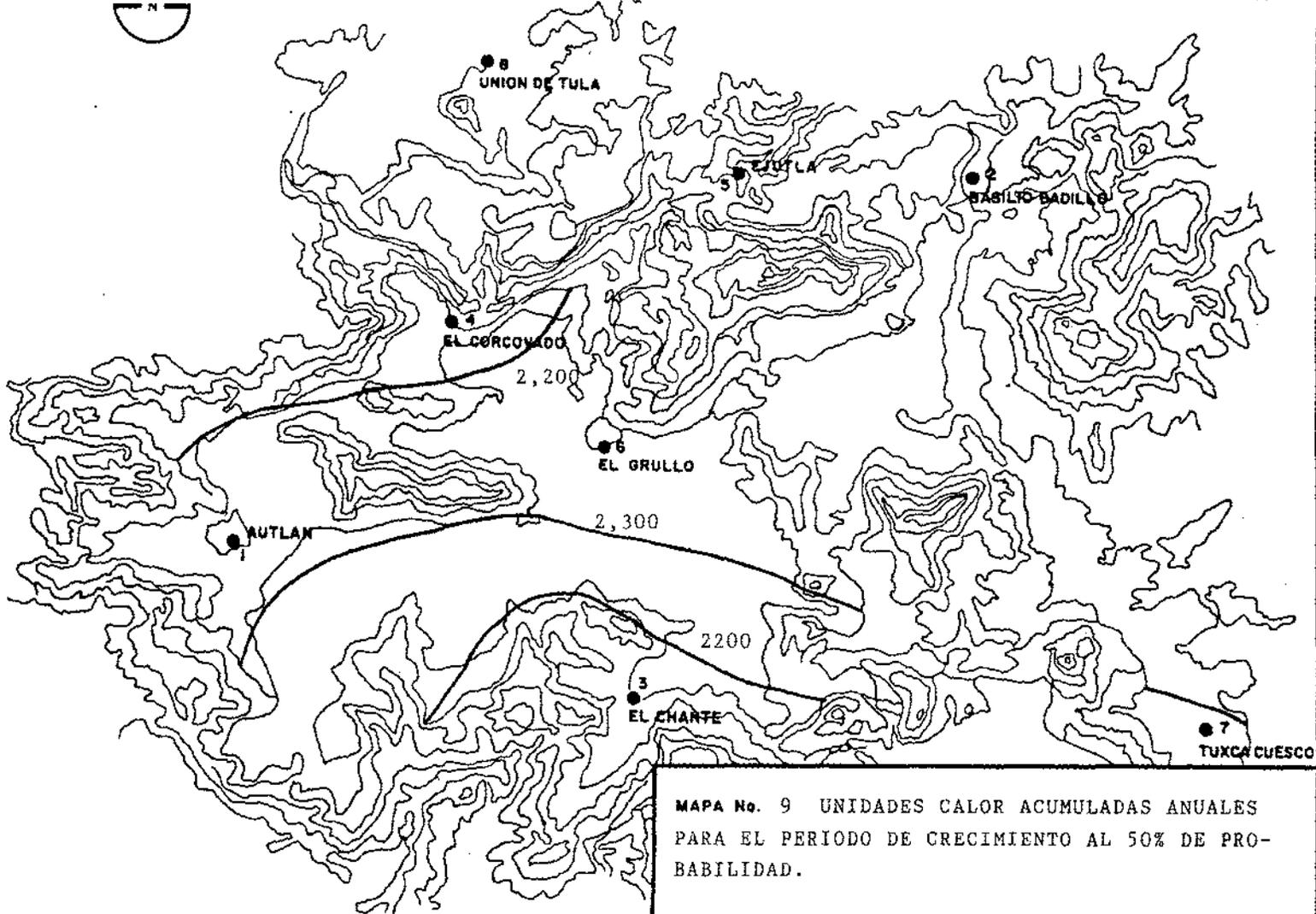


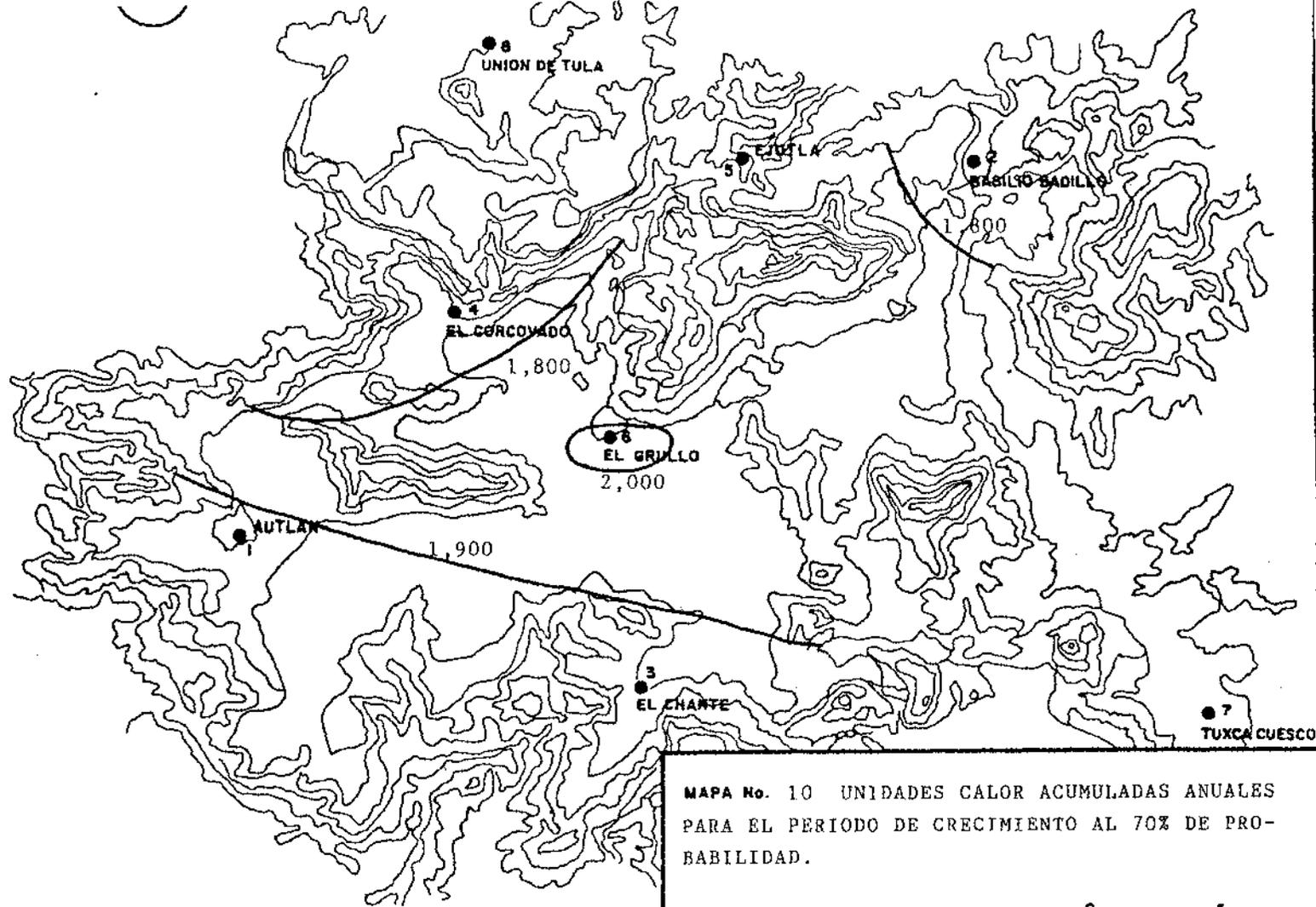


MAPA No. 8 TEMPERATURA MEDIA ANUAL (EN °C).

● ESTACION CLIMATOLOGICA



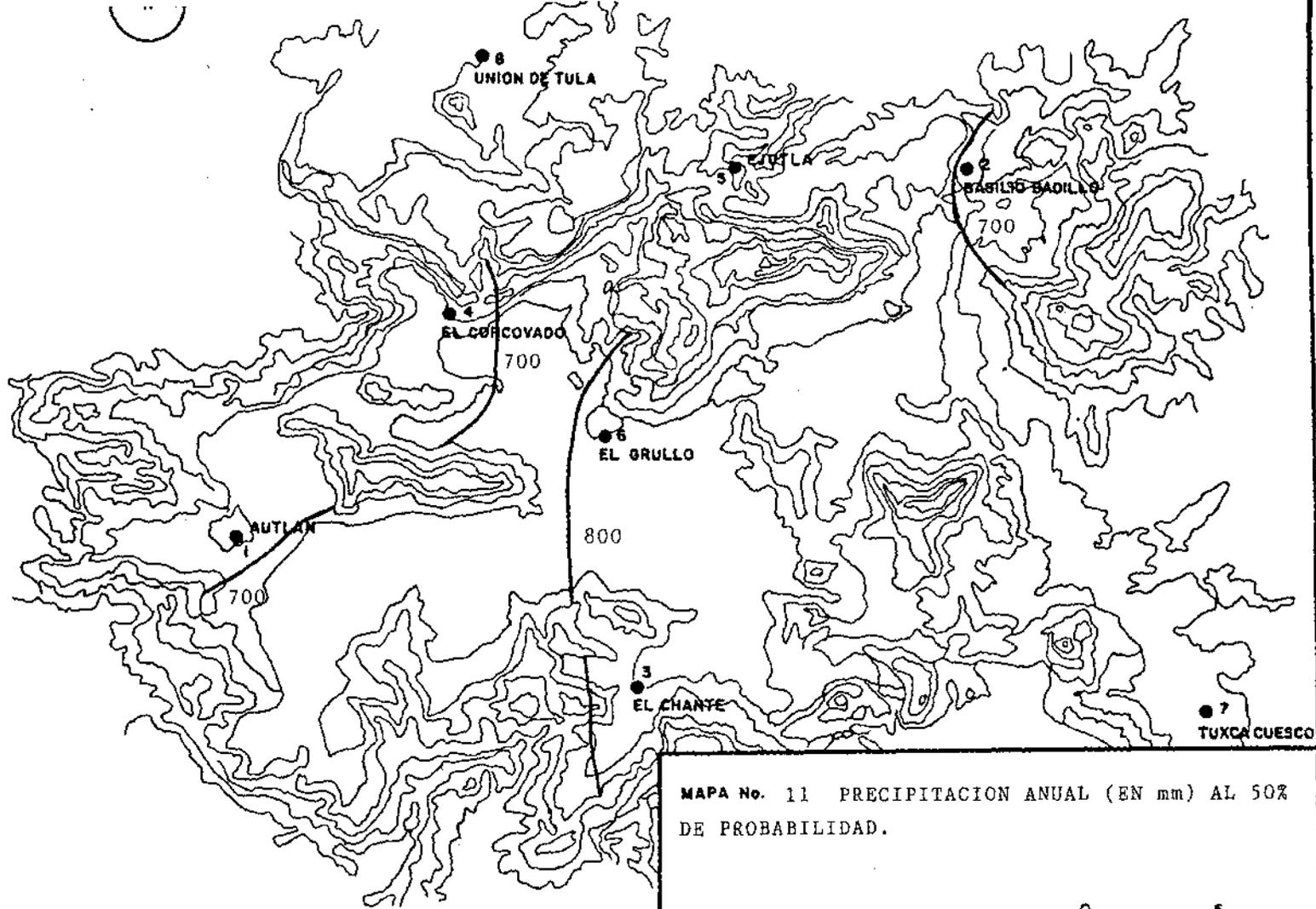




MAPA No. 10 UNIDADES CALOR ACUMULADAS ANUALES  
 PARA EL PERIODO DE CRECIMIENTO AL 70% DE PRO-  
 BABILIDAD.

● ESTACION CLIMATOLÓGICA

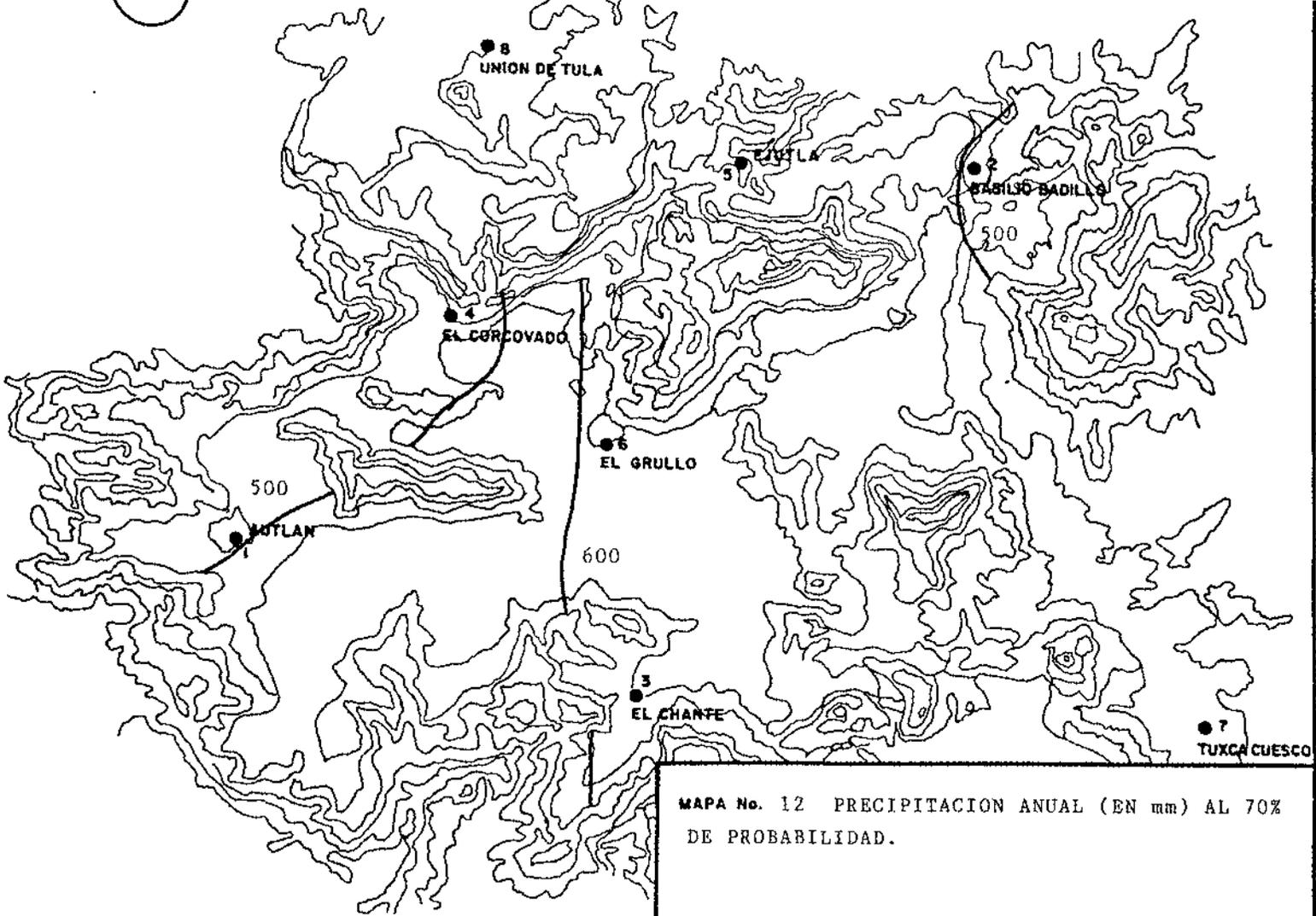
0 5  
 kilómetros  
 ESC. 1:200,000



MAPA No. 11 PRECIPITACION ANUAL (EN mm) AL 50% DE PROBABILIDAD.

● ESTACION CLIMATOLOGICA

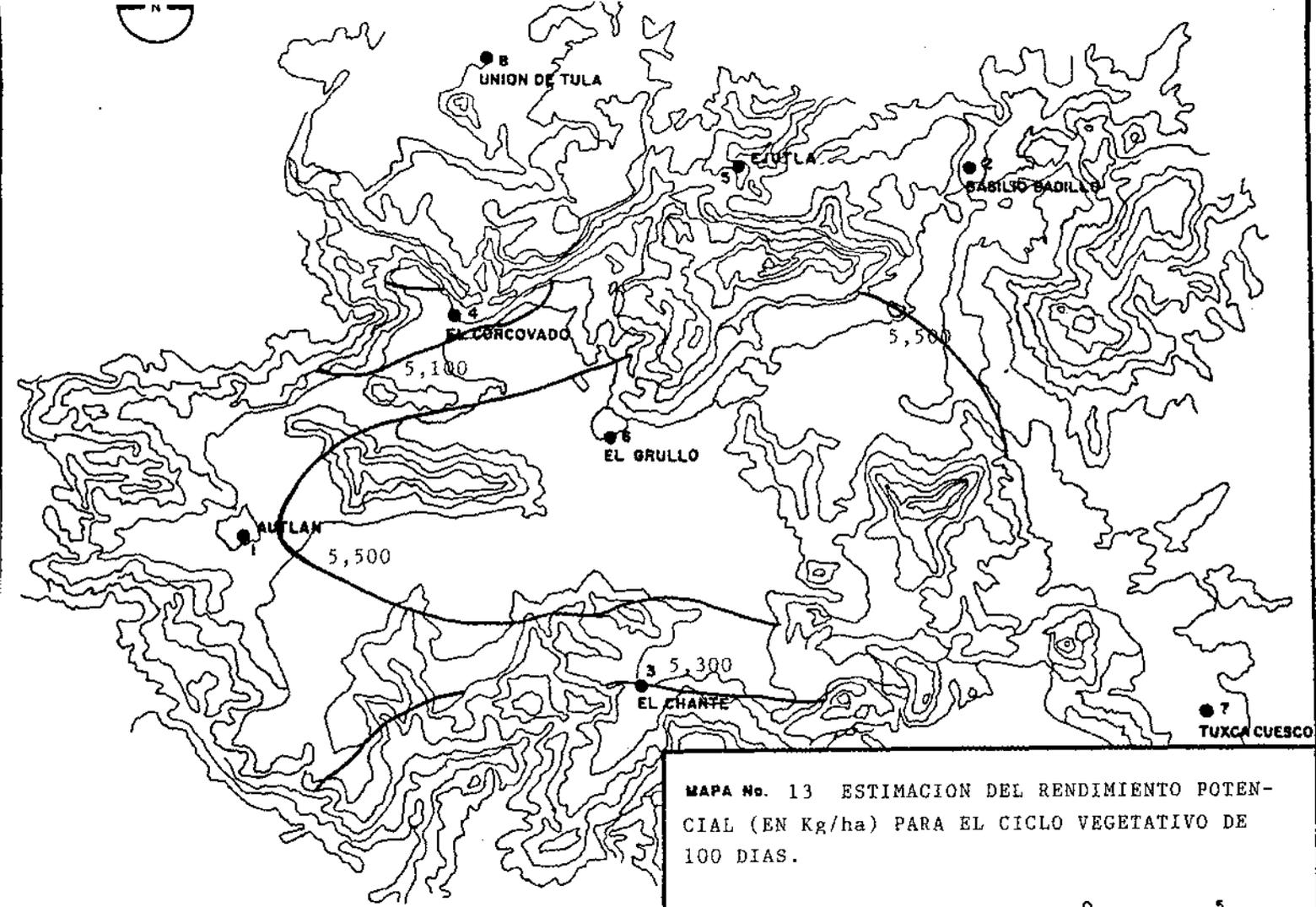
0 5  
kilometros  
ESC. 1:200,000



MAPA No. 12 PRECIPITACION ANUAL (EN mm) AL 70% DE PROBABILIDAD.

● ESTACION CLIMATOLÓGICA

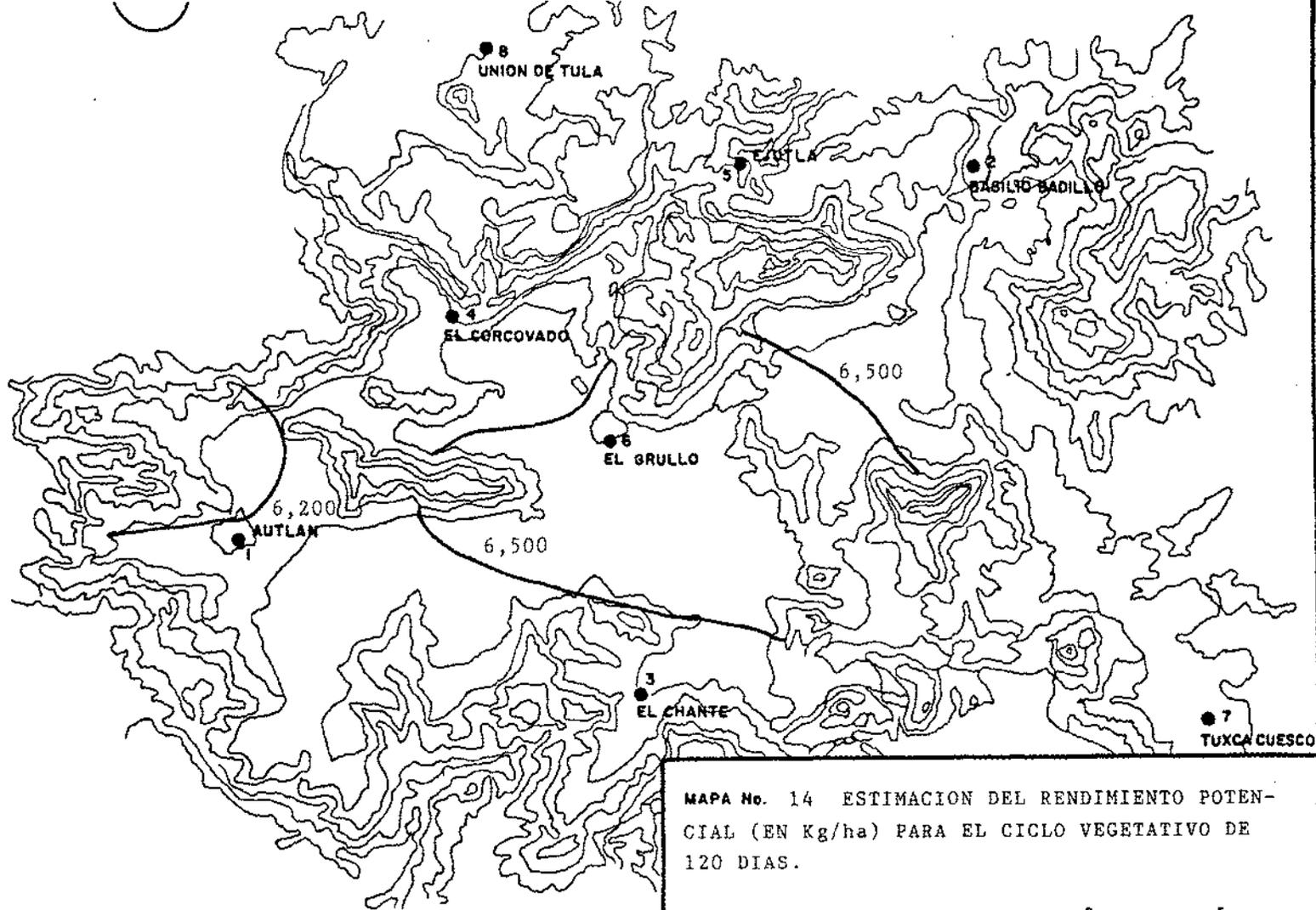


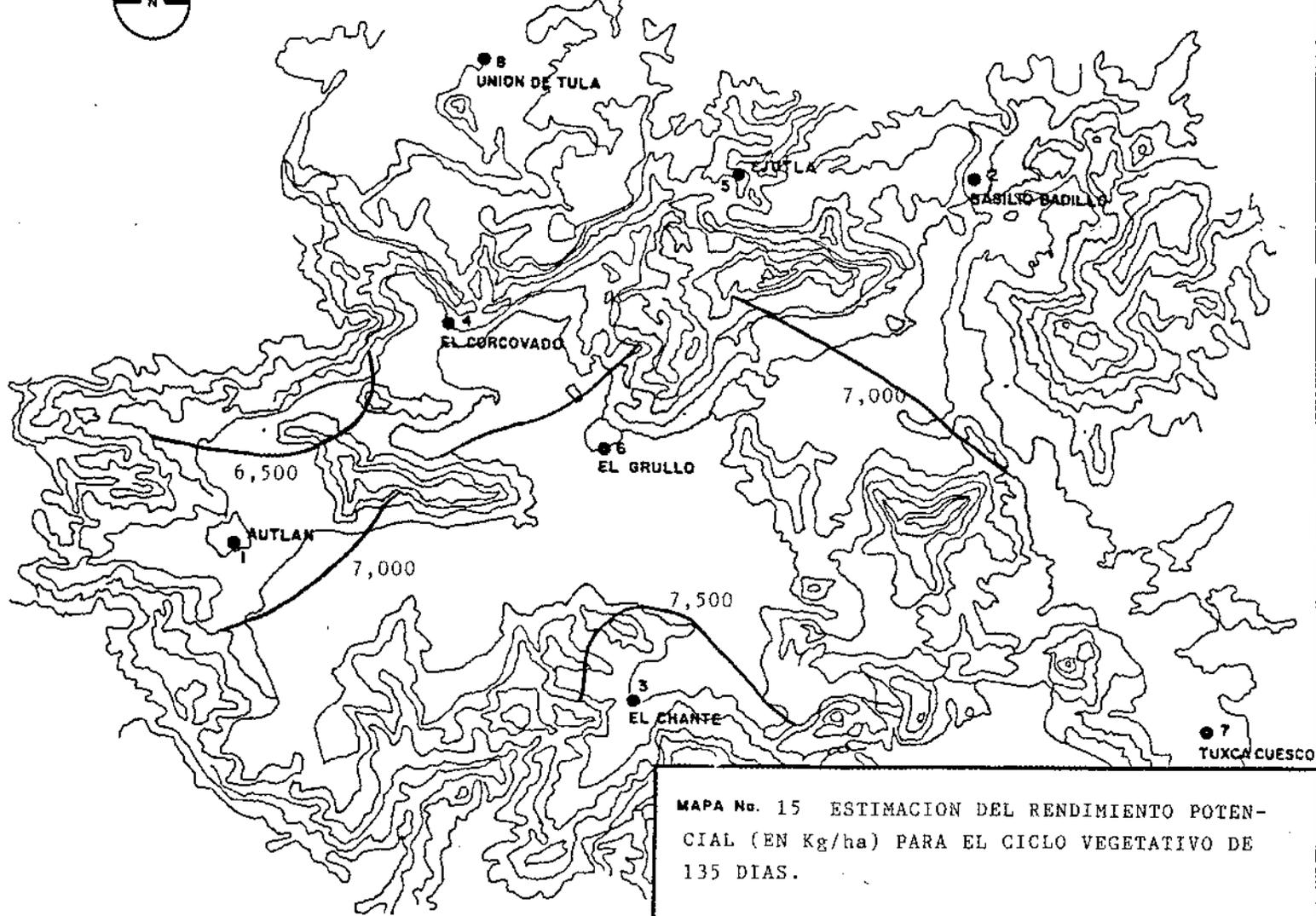


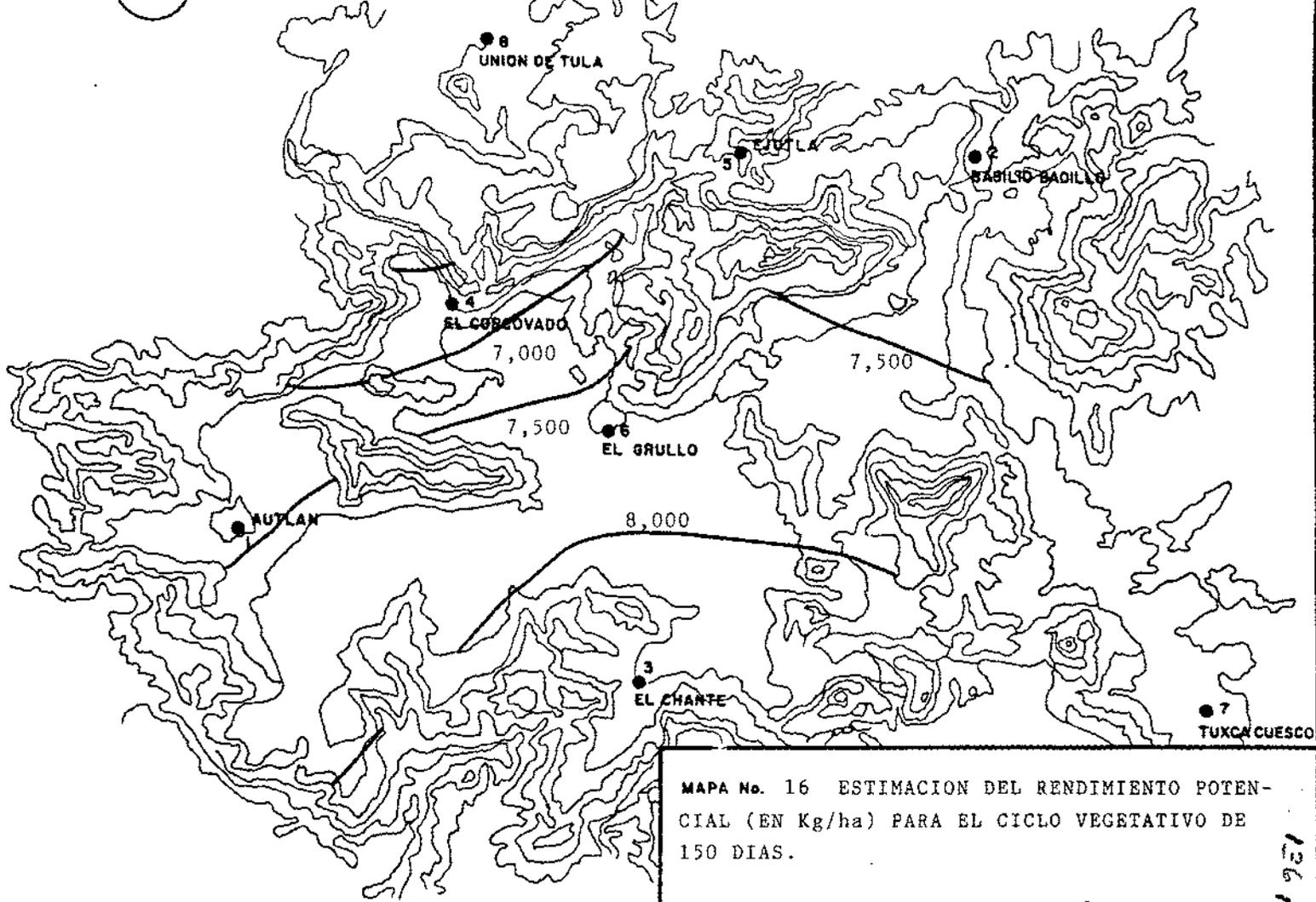
MAPA No. 13 ESTIMACION DEL RENDIMIENTO POTENCIAL (EN Kg/ha) PARA EL CICLO VEGETATIVO DE 100 DIAS.

● ESTACION CLIMATOLOGICA

0 5  
 kilometros  
 ESC. 1:200,000







MAPA No. 16 ESTIMACION DEL RENDIMIENTO POTENCIAL (EN Kg/ha) PARA EL CICLO VEGETATIVO DE 150 DIAS.

● ESTACION CLIMATOLOGICA

0 5  
kilometros  
ESC.: 1:200,000

126 pag.