

01084

2
2oj.

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO

FACULTAD DE FILOSOFIA Y LETRAS

DEPARTAMENTO DE GEOGRAFIA

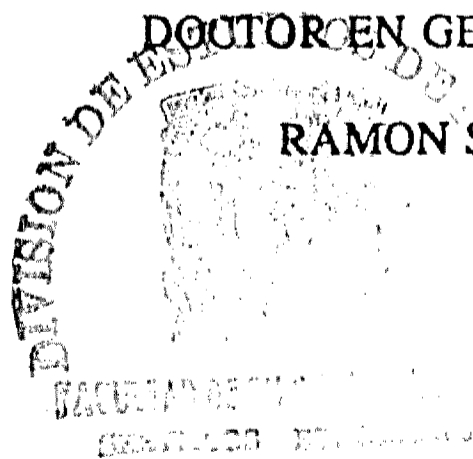
**TESIS CON
FALLA DE ORIGEN**

COMPORTAMIENTO DEL SISTEMA DE CLASIFICACION
AGROCLIMATOLOGICA DE J. PAPADAKIS EN EL DISTRITO
DE DESARROLLO RURAL DE MORELIA, MICH.

TESIS QUE PARA OPTAR POR EL GRADO DE

DOCTOR EN GEOGRAFIA PRESENTA EL MAESTRO

RAMON SIERRA MORALES



MEXICO, D.F. 1992

**TESIS CON
FALLA DE ORIGEN**



Universidad Nacional
Autónoma de México



UNAM – Dirección General de Bibliotecas Tesis Digitales Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS © PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

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


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

COMPORTAMIENTO DEL SISTEMA DE CLASIFICACION AGROCLIMATOLOGIA
DE J. PAPADAKIS EN EL DISTRITO DE DESARROLLO RURAL DE
MORELIA, MICH.

RESUMEN.

El presente trabajo comprende un análisis de los elementos meteorológicos principales para conocer las características climatológicas prevaletientes en el área de estudio. Con base en la superficie del distrito de desarrollo rural se plantea la problemática en relación con la planeación de la densidad mínima de estaciones climatológicas de acuerdo a las normas de la Organización Meteorológica Mundial. El sistema de J. Papadakis es nuevo, su aplicación se presenta en forma experimental, pues se introduce por primera vez el concepto de clima mensual con el que se tiene una imagen viva de la variabilidad, de un año a otro, que es una de las características esenciales que lo resumen.

En este estudio, se pretende un mejor conocimiento de la agroclimatología y fenología agrícola de la región para que sirvan de guía al experto del campo. Clima-planta-hombre, implica una relación geográfica, luego la agroclimatología estudia la influencia del clima sobre las plantas domesticadas y su relación con el hombre.


Vo.Bo. Dr. Juan Carlos Gómez Rojas.
Asesor.


PERFORMANCE OF THE J. PAPADAKIS' SYSTEM OF
AGROCLIMATOLOGICAL CLASSIFICATION IN THE RURAL DEVELOPMENT
DISTRICT OF NOBELIA, MICHOACAN.

SUMMARY.

This investigation consists of an analysis of the principal meteorological elements in order to understand the prevalent climatological characteristics in the study area. The problem is presented in relation to the minimum density plan of climatic seasons in accordance to the norms established by World Meteorological Organization and based in the area of the rural development district.

The J. Papadakis system is a new one, the application of which is made in an experimental form that is to say, it introduces, for the first time, the concept of monthly climate, with which one can obtain a vivid image of variability, from one year to the next, which is one of the essential characteristics to be summarized.

One of the goals of this study is to obtain a better understanding of the region's agroclimatology and agricultural phenology which might serve as a guide for the expert in the field. Climate-plant-man implies a geographical relationship, further, agroclimatology studies the influences of climate on domestic plants and its relation to man.


Vo.Bo. Dr. Juan Carlos Gomez Rojas.
Asesor

COMPORTAMIENTO DEL SISTEMA DE CLASIFICACION AGROCLIMATOLOGICA DE J. PAPADAKIS EN EL DISTRITO DE DESARROLLO RURAL DE MORELIA, MICHOACAN

RESUMEN

El presente trabajo comprende un análisis de los elementos meteorológicos principales para conocer las características climatológicas prevalecientes en el área de estudio. Con base en la superficie del distrito de desarrollo rural se plantea la problemática en relación con la planeación de la densidad mínima de estaciones climatológicas de acuerdo a las normas de la Organización Meteorológica Mundial; se establece la comparación de los Sistemas de Clasificación Climatológica de: Thorntwaite, Koepen adaptado a México por Enriqueta García y J. Papadakis. Este último es un sistema nuevo cuya aplicación se hace en forma experimental, pues se introduce por primera vez el concepto de clima mensual con el que se tiene una imagen viva de la variabilidad, de un año a otro que es una de las características esenciales que lo resumen.

Con todo lo anterior, se pretende un mejor conocimiento de la agroclimatología y fenología agrícola de la región para que sirvan de guía al experto del campo. Clima-planta-hombre, implica una relación geográfica, luego la agroclimatología estudia la influencia del clima sobre las plantas domésticas.

INDICE GENERAL

| No. | | Pág. |
|--------|--|------|
| 1. | INTRODUCCION | 1 |
| 2. | LOCALIZACION DE LA ZONA DE ESTUDIO | 3 |
| 3. | LA INFORMACION METEOROLOGICA | 8 |
| 4. | VARIABLES CLIMATOLOGICAS IMPORTANTES PARA EL DESARROLLO DE LAS PLANTAS | 19 |
| 4.1. | TEMPERATURA | 19 |
| + | ISOTERMAS MEDIAS MENSUALES Y ANUAL | 20 |
| 4.1.1. | | |
| 4.1.2. | TEMPERATURA MAXIMA | 23 |
| 4.1.3. | TEMPERATURA MAXIMA MAXIMORUM | 23 |
| 4.1.4. | TEMPERATURA MINIMA | 25 |
| 4.1.5. | HELADAS | 25 |
| 4.1.6. | HORAS FRIO | 30 |
| 4.1.7. | EVAPORACION | 30 |
| 4.2. | PRECIPITACION | 35 |
| 4.2.1. | PRECIPITACION MEDIA ANUAL | 35 |
| 4.2.2. | PRECIPITACION MENSUAL | 38 |
| 4.2.3. | PRECIPITACION MAXIMA EN 24 HORAS | 44 |
| 4.2.4. | GRANIZO | 47 |
| 5. | CLIMA | 53 |
| 5.1. | CLASIFICACION DEL CLIMA SEGUN EL SISTEMA DE KOEPPEN MODIFICADO POR ENRIQUETA GARCIA | 54 |
| 5.2. | CLASIFICACION DEL CLIMA SEGUN EL SISTE- MA DE THORNTHWAITE QUE USA LA PRECIPI- TACION Y LA EVAPOTRANSPIRACION COMO FACTORES TAXOMICOS | 65 |

| No. | | Pág. |
|--------|---|------|
| 5.3. | CLASIFICACION DEL CLIMA SEGUN J. PAPADAKIS | 77 |
| 6. | SUELOS | 143 |
| 7. | VEGETACION Y USO ACTUAL DEL SUELO | 145 |
| 7.1. | EL BOSQUE DE ENCINO | 145 |
| 7.2. | EL BOSQUE DE PINO | 147 |
| 7.3. | LA SELVA BAJA CADUCIFOLIA | 147 |
| 7.4. | EL MATORRAL SUBTROPICAL | 148 |
| 7.5. | EL PASTIZAL INDUCIDO | 149 |
| 7.6. | AGRICULTURA | 149 |
| 7.6.1. | AGRICULTURA DE RIEGO INTENSO | 151 |
| 7.6.2. | AGRICULTURA DE TEMPORAL INTENSA | 153 |
| 7.6.3. | AGRICULTURA DE TEMPORAL LIMITADA | 153 |
| 7.7. | USO POTENCIAL DEL SUELO | 155 |
| 7.7.1. | POSIBILIDADES DE USO PECUARIO | 158 |
| 7.7.2. | POSIBILIDADES DE USO FORESTAL | 161 |
| 8. | CARACTERISTICAS FENOLOGICAS DE LOS PRINCIPALES CULTIVOS DE LA ZONA DE ESTUDIO | 164 |
| 8.1. | MAIZ | 164 |
| 8.2. | FRIJOL | 166 |
| 8.3. | SORGO | 168 |
| 8.4. | TRIGO, CEBADA Y AVENA | 169 |
| 8.5. | EL SISTEMA AGROCLIMATOLOGICO DE PAPADAKIS Y LOS CULTIVOS DE MAIZ, FRIJOL, SORGO, TRIGO, AVENA Y CEBADA. | 173 |
| 9. | CONSIDERACIONES FINALES | 185 |
| 10. | REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS | 188 |

INDICE DE PLANOS

| No. | | PAG. |
|-----|--|------|
| 1. | LOCALIZACION DEL AREA DE ESTUDIO | 4 |
| 2. | DIVISION MUNICIPAL | 5 |
| 3. | FISIOGRAFIA | 7 |
| 4. | LOCALIZACION DE ESTACIONES CLIMATOLOGICAS | 11 |
| 5. | PLANEACION DE LA RED DE ESTACIONES CLIMATOLOGICAS | 14 |
| 6. | SOTERMAS MEDIAS ANUALES 1921-1981 | 21 |
| 7. | ISOYETAS MEDIAS ANUALES | 37 |
| 8. | ISOLINEAS DE HORAS FRIO DEL PERIODO NOVIEMBRE-FEBRERO | 31 |
| 9. | ISOOMBRAS (EVAPORACION) | 34 |
| 10. | PRECIPITACION MAXIMA EN 24 HORAS | 48 |
| 11. | SISTEMA DE CLIMAS SEGUN KOEPPEN MODIFICADO POR ENRIQUETA GARCIA. | 58 |
| 12. | CARTA DE CLIMAS SEGUN EL PRIMER SISTEMA DE THORNTHWAITE | 75 |
| 13. | SISTEMA DE CLIMAS SEGUN J. PAPADAKIS | 101 |
| 14. | VEGETACION | 146 |
| 15. | USO POTENCIAL: AGRICULTURA | 156 |
| 16. | USO POTENCIAL: GANADERIA | 159 |
| 17. | USO POTENCIAL: FORESTAL | 162 |

| No. | | PAG. |
|-----|---|------|
| 18. | AREAS CLIMATICAS SEGUN J. PAPADAKIS APTAS PARA MAIZ, FRIJOL Y SORGO | 178 |
| 19. | AREAS CLIMATICAS SEGUN J. PAPADAKIS APTAS PARA TRIGO, AVENA Y CEBADA | 182 |

INDICE DE CUADROS

| No. | | PAG. |
|-----|---|------|
| 1. | ESTACIONES CLIMATOLOGICAS SELECCIONADAS DEL DISTRITO DE DESARROLLO RURAL DE MORELIA, MICH. | 9 |
| 2. | ESTACIONES PROVISTAS DE INSTRUMENTOS METEOROLOGICOS Y SUS PERIODOS DE OBSERVACION | 10 |
| 3. | TEMPERATURA MEDIA MENSUAL Y ANUAL | 22 |
| 4. | TEMPERATURA MAXIMA MAXIMORUM | 24 |
| 5. | TEMPERATURA MINIMA MINIMORUM | 26 |
| 6. | OBSERVACIONES DE HELADAS EN ALGUNAS ESTACIONES SELECCIONADAS (NUMERO MEDIO DE DIAS CON HELADA) | 28 |
| 7. | OBSERVACIONES DE HELADAS EN ALGUNAS ESTACIONES SELECCIONADAS (NUMERO MAXIMO DE DIAS CON HELADA) | 29 |
| 8. | EVAPORACION MEDIA MENSUAL ANUAL | 33 |
| 9. | PRECIPITACION MEDIA MENSUAL Y ANUAL OBSERVADA | 36 |
| 10. | PRECIPITACION MEDIA MENSUAL DE MAYO A OCTUBRE Y ANUAL DEL PERIODO 1921-1984 | 39 |
| 11. | PRECIPITACION MAXIMA EN 24 HORAS | 46 |
| 12. | OBSERVACIONES DE GRANIZO EN ALGUNAS ESTACIONES SELECCIONADAS (PROMEDIO DE NUMERO DE DIAS CON GRANIZO) | 51 |
| 13. | OBSERVACIONES DE GRANIZO EN ALGUNAS ESTACIONES SELECCIONADAS (NUMERO MAXIMO DE DIAS CON GRANIZO) | 52 |
| 14. | TEMPERATURA Y PRECIPITACION MEDIA ANUAL | 56 |

| No. | | PÁG. |
|-----|---|------|
| 15. | EVAPOTRANSPIRACION POTENCIAL EN MM./MES ESTIMADA POR EL METODO DE G.H. HARGREAVES | 93 |
| 16. | EVAPOTRANSPIRACION POTENCIAL EN MM./MES ESTIMADA POR EL METODO DE TANQUE EVAPORIMETRO CLASE A | 94 |
| 17. | EVAPOTRANSPIRACION POTENCIAL EN MM./MES ESTIMADA POR EL METODO DE MAKKINK | 95 |
| 18. | EVAPOTRANSPIRACION POTENCIAL EN MM./MES ESTIMADA POR EL METODO DE W. R. HANON | 96 |
| 19. | EVAPOTRANSPIRACION POTENCIAL EN MM./MES ESTIMADA POR EL METODO DE PAPADAKIS | 97 |
| 20. | TIPOS DE CLIMAS SEGUN LOS SISTEMAS DE KOEPPEN ENRIQUETA GARCIA, THORNTHWAITE Y J. PAPADAKIS | 100 |
| 21. | CLIMAS MENSUALES Y FORMULA CLIMATICA SEGUN J. PAPADAKIS | 112 |
| 22. | RESUMEN CLIMATICO SEGUN J. PAPADAKIS CON POTENCIAL APTO PARA MAIZ, FRIJOL Y SORGO | 177 |
| 23. | RESUMEN CLIMATICO SEGUN PAPADAKIS CON POTENCIAL APTO PARA TRIGO, AVENA Y CEBADA | 180 |
| 24. | CICLO OTOÑO-INVIERNO Y PRIMAVERA-VERANO PARA MAIZ, FRIJOL, TRIGO, SORGO, AVENA Y CEBADA | 181 |
| 25. | CICLO ANUAL PARA MAIZ, FRIJOL, SORGO, TRIGO, AVENA, Y CEBADA | 184 |

INDICE DE GRAFICAS

| No. | | PÁG. |
|-----|--|------|
| 1. | PERIODO DE FUNCIONAMIENTO DE LAS ESTACIONES CLIMATOLOGICAS | 16 |
| 2. | PERIODO DE FUNCIONAMIENTO DE LOS APARATOS EXISTENTES | 17 |
| 3. | ESTACION: CUITZEO, MICH. DIAGRAMA DIFERENCIAL DE MASAS DE LA LLUVIA ANUAL | 40 |
| 4. | ESTACION: PRESA MALPAIS, MICH. DIAGRAMA DIFERENCIAL DE MASA DE LA LLUVIA ANUAL | 41 |
| 5. | ESTACION: MORELIA OBSERVATORIO, MICH., DIAGRAMA DIFERENCIAL DE MASAS DE LA LLUVIA ANUAL. | 42 |
| 6. | ESTACION: PRESA COINTZIO, MICH., DIAGRAMA DIFERENCIAL DE MASAS DE LA LLUVIA ANUAL | 43 |
| 7. | MARCHA MENSUAL DE LA PRECIPITACION MEDIA DE LAS ESTACIONES: CUITZEO, PRESA MALPAIS, MORELIA, PRESA COINTZIO, MICH. | 45 |
| 8. | PLUVIOGRAMAS ACUMULATIVOS DE LAS PRINCIPALES TORMENTAS REGISTRADAS DE LA ESTACION: PRESA COINTZIO, MICH. | 49 |
| 9. | CLIMOGRAMA DE LA ESTACION: MORELIA, MICH. | 70 |
| 10. | CLIMOGRAMA DE LA ESTACION: SAN MIGUEL DEL MONTE, MICH. | 71 |
| 11. | CLIMOGRAMA DE LA ESTACION: TZITZIO, MICH. | 72 |
| 12. | CLIMOGRAMA DE LA ESTACION: SAN DIEGO CURUCUPASEO, MICH. | 73 |
| 13. | CLIMOGRAMA DE LA ESTACION: LOS AZUFRES, MICH. | 74 |

| No. | | Pág. |
|-----|--|----------------------------|
| 14. | AUXOGRAMA DE LAS ESTACIONES: MORELIA Y SAN SEBASTIAN | 79 |
| 15. | AUXOGRAMA DE LAS ESTACIONES: CARRILLO PUERTO Y COPANDARO | 80 |
| 16. | AUXOGRAMA DE LAS ESTACIONES: SAN DIEGO CURUCUPASEO Y QUIRIO | 81 |
| 17. | AUXOGRAMA DE LAS ESTACIONES: SANTIAGO UNDAMEO Y LOS AZUFRES | 82 |
| 18. | AUXOGRAMA DE LAS ESTACIONES: PLANTA DE BOMBEO Y EL TEMASCAL | 83 |
| 19. | AUXOGRAMA DE LAS ESTACIONES: TZITZIO Y ACUITZEO DE CANJE | 84 |
| 20. | AUXOGRAMA DE LAS ESTACIONES: VILLA MADERO Y PRESA COINTZIO | 85 |
| 21. | AUXOGRAMA DE LAS ESTACIONES: PRESA MALPAIS Y CHUCANDIRO | 86 |
| 22. | AUXOGRAMA DE LAS ESTACIONES: CUITZEO Y HUINGO | 87 |
| 23. | AUXOGRAMA DE LAS ESTACIONES: ALVARO OBREGON Y SAN MIGUEL DEL MONTE | 88 |
| 24. | AUXOGRAMA DE LA ESTACION: CUITZILLO GRANDE | 89 |
| 25. | CLIMOGRAMAS DEL SISTEMA CLIMATICO DE PAPADAKIS DE LAS ESTACIONES: MORELIA, SAN DIEGO CURUCUPASEO, SAN MIGUEL DEL MONTE, HUINGO Y LOS AZUFRES | 118, 123, 129, 134, 139 |

INDICE DE TABLAS

| No. | | Pág. |
|-----|---|-------------------------|
| 1. | DATOS PARA LA CLASIFICACION DEL CLIMA MENSUAL PARA LAS ESTACIONES: MORELIA, SAN DIEGO CURUCUPASEO, SAN MIGUEL DEL MONTE, HUINGO Y LOS AZUFRES | 114,119,125, 130,135 |
| 2. | DETERMINACION DE LAS CARACTERISTICAS HIDRICAS DEL CLIMA MENSUAL DE LAS ESTACIONES: MORELIA, SAN DIEGO CURUCUPASEO, SAN MIGUEL DEL MONTE, HUINGO Y LOS AZUFRES | 115,120,126, 131,136 |
| 3. | DETERMINACION DEL CLIMA ANUAL Y DEL GRUPO CLIMATICO DE LAS ESTACIONES: MORELIA, SAN DIEGO CURUCUPASEO, SAN MIGUEL DEL MONTE, HUINGO Y LOS AZUFRES | 116,121,127, 132,137 |
| 4. | DATOS Y CALCULO DEL METODO DE PAPADAKIS PARA DETERMINAR LA EVAPOTRANSPIRACION EN LAS ESTACIONES: MORELIA, SAN DIEGO CURUCUPASEO, SAN MIGUEL DEL MONTE, HUINGO Y LOS AZUFRES | 117,122,128, 133,138 |
| 5. | CLASIFICACION TERMICA DEL CLIMA MENSUAL (J. PAPADAKIS, 1980) | 108 |
| 6. | CLASIFICACION HIDRICA DEL CLIMA MENSUAL (J. PAPADAKIS, 1980) | 111 |
| 7. | NUMERO TERMICO DEL CLIMA ANUAL (J. PAPADAKIS, 1980) | 109 |

1. INTRODUCCION

En este trabajo se hace un análisis de los elementos meteorológicos para conocer las características climatológicas prevalentes en el área de estudio, con el propósito de establecer la relación clima-suelo-cultivo y, en función de ella, poder llegar a una planificación que coadyuve a mejorar el aprovechamiento del agua en la producción agrícola.

México es un país donde predomina la agricultura de temporal, que depende de la variabilidad de las lluvias, por ello, es importante predecir no sólo el volumen de agua que requieren los distintos cultivos, sino seleccionar aquéllos que mejor se adapten a las condiciones de humedad y suelo existentes en un lugar determinado.

El Gobierno Federal en 1977 creó los Distritos de Temporal con el propósito de lograr una reactivación productiva del campo mediante programas tendientes a aplicar tecnologías biológicas, químicas y mecánicas necesarias para aumentar la productividad y lograr la autosuficiencia alimentaria, así como la redistribución del ingreso que equilibra, en la medida de lo posible, las diferencias socioeconómicas entre los propios productores y entre éstos y los demás sectores. Al efecto se formularon programas de apoyo institucional a los productores de maíz, trigo, sorgo y arroz, cuyas tierras en su conjunto representan el 68% de la superficie total de temporal destinada a cultivos anuales o de ciclo corto que constituyen la primera prioridad con base en las estrategias de producción definidas.

En 1980, se inició el programa de reincorporación de tierras ociosas, agregándose una superficie total de 1.4 millones de hectáreas a la producción de granos básicos: maíz, frijol, arroz y trigo cuyas cosechas ascendieron a 17.3 millones de toneladas.

A partir de 1983 los Distritos de temporal, como tales, con la organización anterior, dejaron de funcionar para crear las Unidades de Desarrollo Rural. El país quedó dividido así en 192 Unidades con 706 Centros de Apoyo en donde quedan incluidas no sólo las áreas de temporal sino también las de riego. En el norte del país se integraron 83 Unidades de Desarrollo Rural, en el Centro 60 y en el Sur 49.

El 28 de enero de 1988 se publicó en el Diario Oficial el decreto constitutivo de las Unidades de Desarrollo Rural con lo cual quedó reglamentado el funcionamiento de tales unidades, siendo responsabilidad de organización la Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos.

El objetivo de la presente investigación es aplicar algunos métodos agroclimatológicos a nivel regional, con el propósito de evaluar los resultados de cada uno de ellos y poder demostrar que por sí solos no son autosuficientes, sino complementarios, es decir, que una investigación será más completa en la medida en que se elijan los métodos más adecuados, cuyos índices reflejen las características climatológicas ideales para promover y mejorar el desarrollo de los cultivos.

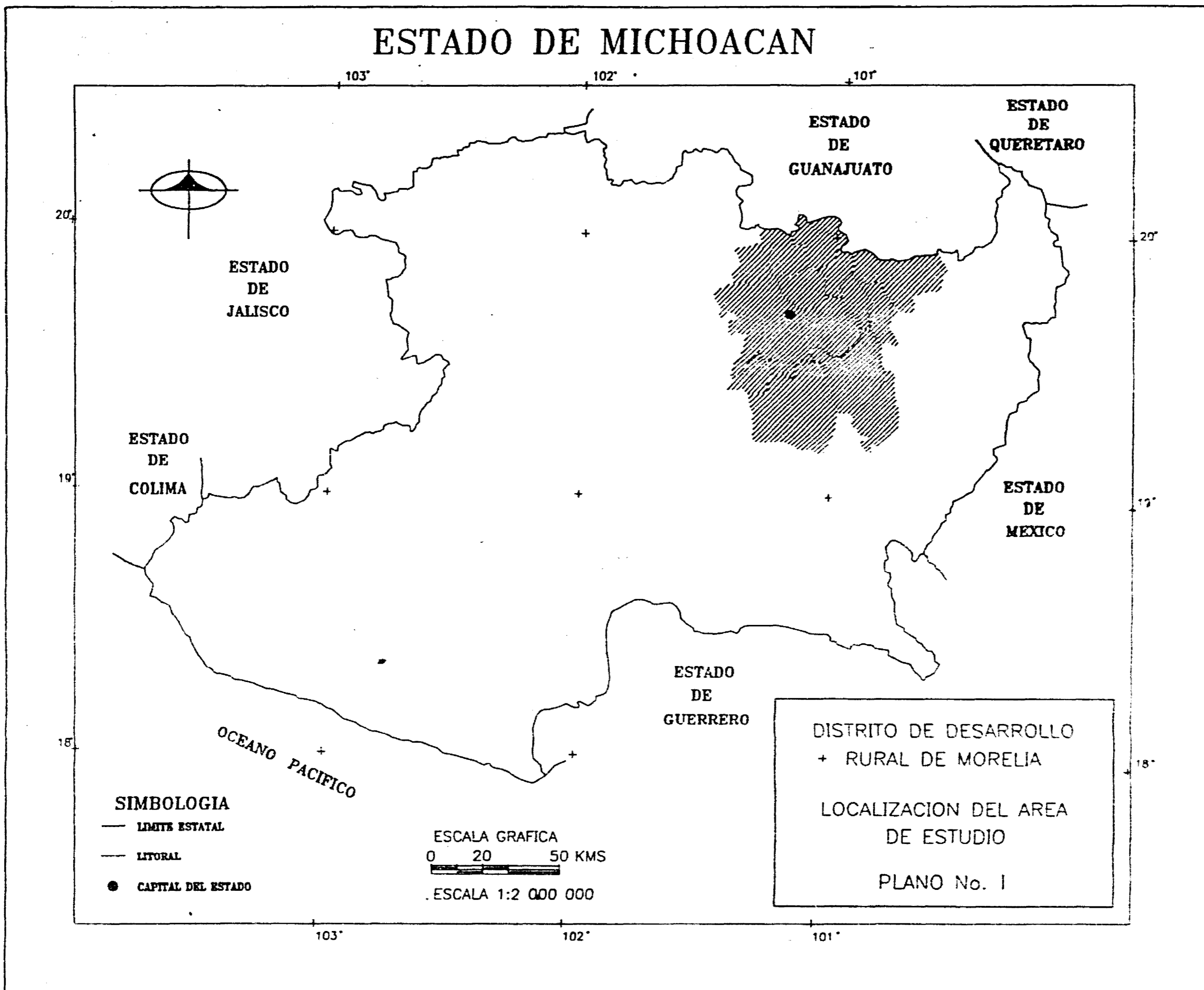
La tarea principal de la agroclimatología consiste en transformar la información climatológica en parámetros o índices, cuya relación con los cultivos permita seleccionar las áreas representativas que favorezcan el desarrollo de la agricultura.

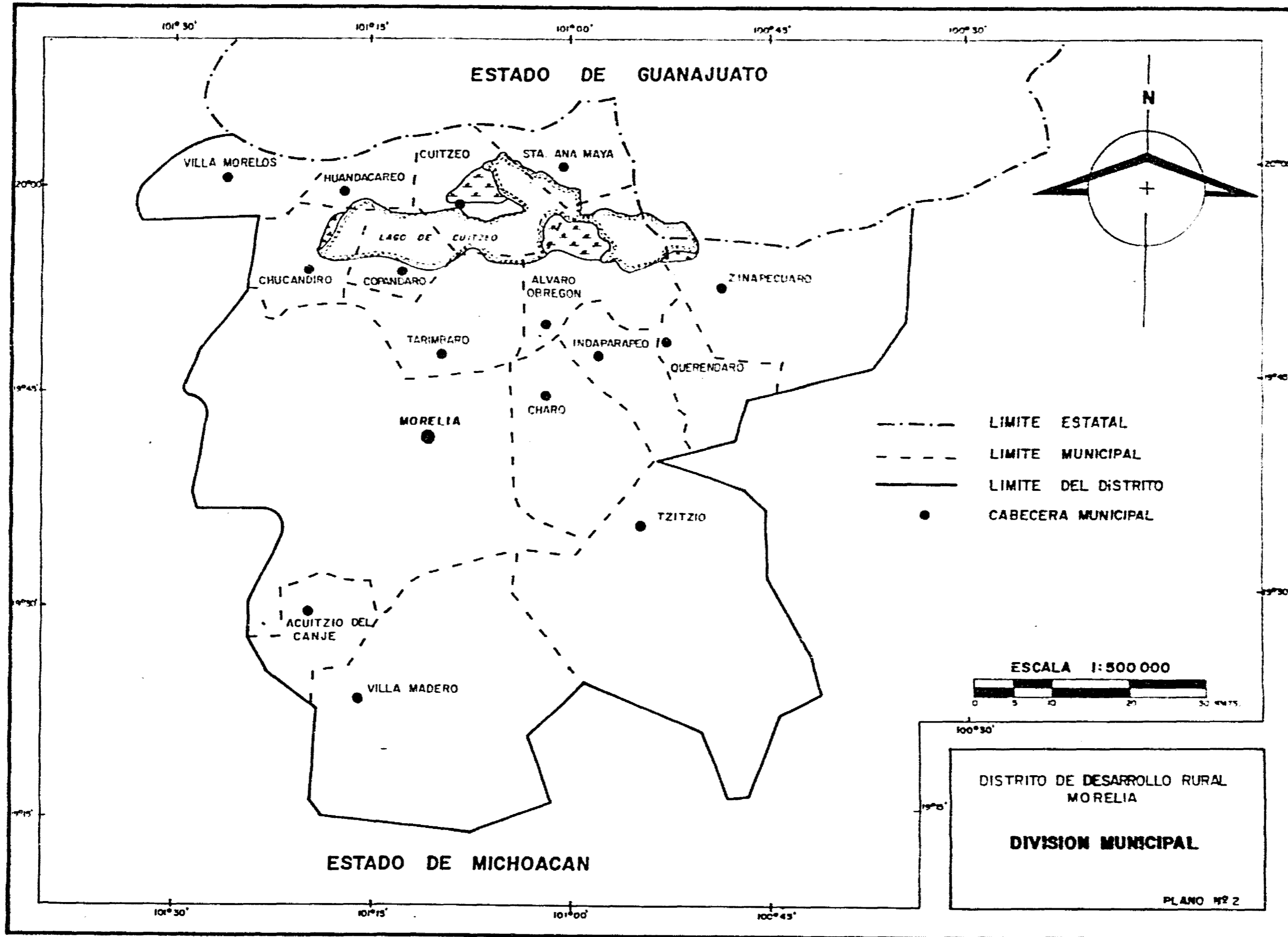
En general, los métodos de clasificación climatológica seleccionados se convierten en agroclimatológicos en la medida en que los elementos se correlacionan entre sí con los cultivos prevaecientes en la región, con base en el análisis de los parámetros e índices agroclimatológicos considerados, estimados a partir de los elementos primarios del clima. Sin embargo, hay algunos elementos que se emplean directamente como índices agroclimatológicos, la temperatura, el viento, la radiación solar, la precipitación, etcétera.

2. LOCALIZACION DE LA ZONA DE ESTUDIO

El Distrito de desarrollo rural de Morelia, se localiza entre los paralelos 19° 30' y 20° 05' de latitud norte y los meridianos 100° 34' y 102° 33' de longitud oeste del meridiano de Greenwich. (Planos 1 y 2). Comprende políticamente los siguientes municipios: Morelia, Acuitzio, Villa Madero, Tzitzio, Indaparapeo, Zinapécuaro, Queréndaro, Tarímbaro, Alvaro Obregón, Charo, Cuitzeo, Santa Ana Maya, Huandacareo, Chucándiro y Copándaro de Galeana. Dicha región se ubica en la porción Norte del estado de Michoacán; limita al norte con el estado de Guanajuato al sur con las sierras de Nocupétaro y Curucupaseo y Valle Tacámbaro; al este con la sierra de San Andrés y Ucareo respectivamente, Valle de Ciudad Hidalgo y Sierra de Cerro Azul; y al oeste con las sierras de Zirate Comanja, Acuitzio, Santa Clara y Cuenca de Pátzcuaro. De norte a sur se ubica dentro de la región la Cuenca de Cuitzeo, los Valles de Zinapécuaro Queréndaro y Morelia, la misma ciudad de Morelia capital del estado, así como el volcán de Quinceo a 2,750 m. Todas las sierras mencionadas forman parte de la provincia fisiográfica del Sistema Volcánico Transversal que atraviesa el Estado de Michoacán en dirección oeste-este, en la que se ubica la línea

ESTADO DE MICHOACAN





3

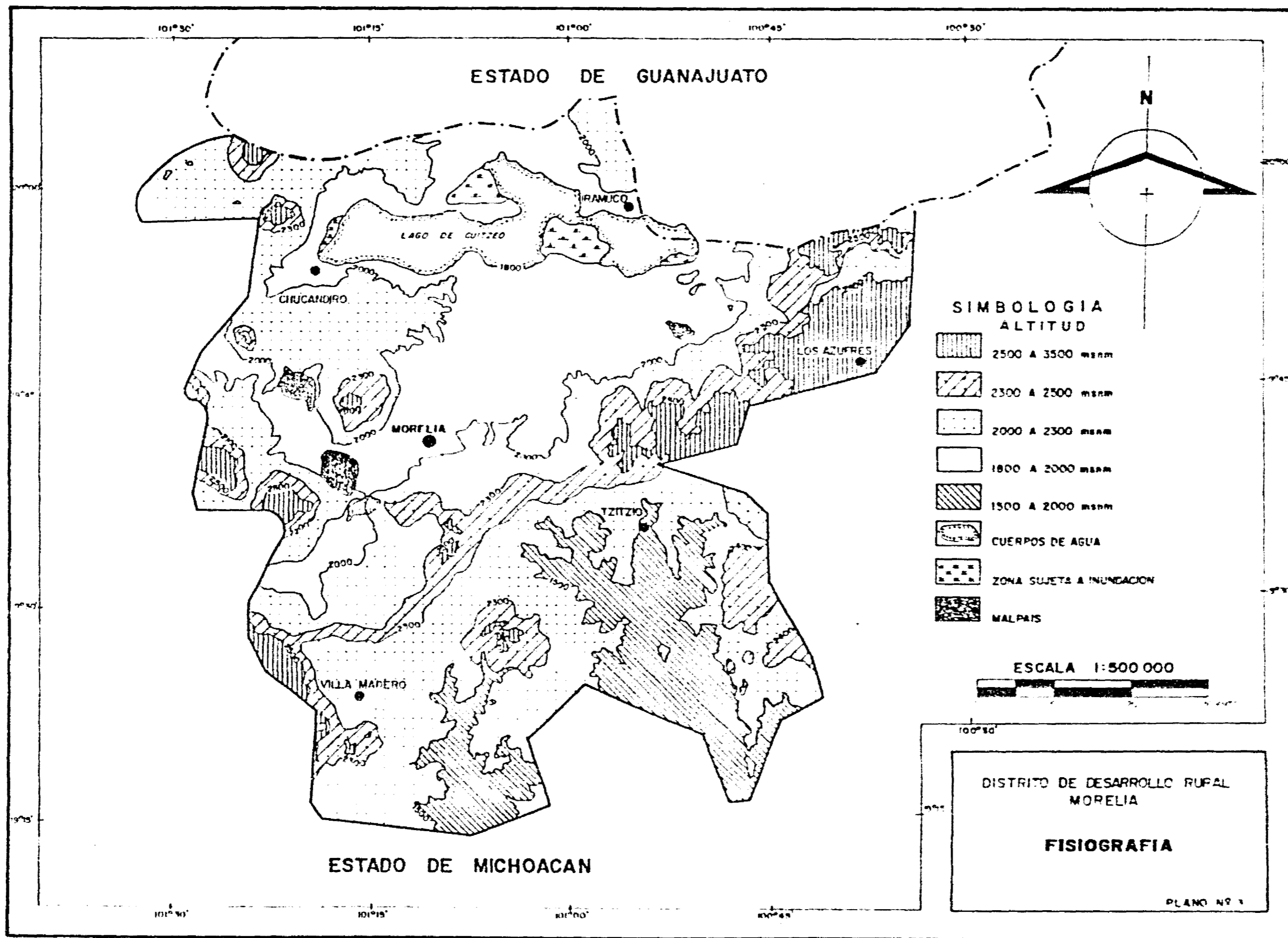
divisoria de las aguas que limita dos cuencas importantes: la de los ríos Balsas y Lerma, localizados al sureste y noreste, respectivamente.

De lo anterior, se infiere que la fisiografía (Plano número 3) del Distrito de desarrollo rural en cuestión es muy variada, pues en la porción sureste predomina un relieve accidentado, constituido por pendiente fuerte que va del 10 al 25%, además se observan extensas zonas erosionadas por lo que esta zona no es propicia para la agricultura.

En contraste con la porción sureste, se tiene la zona noroeste, que corresponde casi en su totalidad a la cuenca endorréica del Lago de Cuitzeo, en esta porción, a pesar de tener un relieve accidentado con altitudes entre los 1,800 y 2,400 m. se descendea una zona de lomeríos con pendiente entre 7 y 10% y en seguida se localiza el Valle de Queréndaro, que se extiende al sur del Lago de Cuitzeo donde alcanza su máximo desarrollo.

Hacia el oeste de la región, se localiza la cuenca del Río Grande de Morelia, limitada por la denominada Sierra del Zirate, donde se origina el Cañón Cointzio; el relieve anterior se alterna con una serie de valles escalonados, entre los que se encuentran los siguientes: Alto Undameo y Bajo Undameo, asimismo, los de Morelia, Charo, Alvaro Obregón e Indaparapeo el que a su vez se comunica a Queréndaro, tomando una amplia franja donde la agricultura ha alcanzado un notable desarrollo.

La red hidrográfica la constituyen los ríos Grande de Morelia donde se localiza la presa Cointzio, Chiquito, Queréndaro, Zinapécuaro y San Marcos, que desembocan todos ellos en el lago de Cuitzeo; mientras que los ríos San Diego y Purungueo que drenan hacia el sur, son afluentes por la margen derecha del río Balsas.



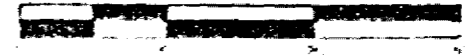
ESTADO DE GUANAJUATO

N

SIMBOLOGIA
ALTITUD

-  2500 A 3500 msnm
-  2300 A 2500 msnm
-  2000 A 2300 msnm
-  1800 A 2000 msnm
-  1500 A 2000 msnm
-  CUERPOS DE AGUA
-  ZONA SUJETS A INUNDACION
-  MALPAIS

ESCALA 1:500 000



ESTADO DE MICHOACAN

DISTRITO DE DESARROLLO RURAL
MORELIA

FISIOGRAFIA

PLANO Nº 1

7

3. LA INFORMACION METEOROLOGICA

En el presente trabajo se seleccionaron 21 estaciones meteorológicas que han funcionado en el período comprendido entre 1921-1982 (cuadro 1 y 2). Esta selección se hizo sobre la base de que tuvieran un largo período de observación, por lo que sólo se incluyeron los datos de las estaciones con períodos mayores de diez años.

El área total del Distrito de desarrollo rural es aproximadamente de 6,328 km. cuadrados, donde se localizan las 21 estaciones meteorológicas seleccionadas (plano número 4), por lo que la densidad media es de una estación por cada 187 km. cuadrados. De acuerdo a las normas de la Organización Meteorológica Mundial, se establece que la densidad mínima en regiones planas es de una estación por cada 100 a 250 km. cuadrados. De lo anterior, se concluye que, la densidad media de estaciones en el distrito, es superior a las especificaciones de densidad mínima; sin embargo, dicha red no es suficiente, debido a que hay unidades en las que sólo opera una estación y en algunos casos, fuera de la zona del área agrícola, el problema radica no en el número de ellas, sino más bien en una adecuada distribución de las mismas con base en la topografía, la morfología, la precipitación y el clima en general así como en el uso del suelo.

Con base en lo anterior, se propone complementar la red de estaciones meteorológicas existentes por unidad (cuadro A), con el fin de adecuarla a las necesidades requeridas, asimismo se proponen estaciones nuevas en lugares donde no existe ninguna, ya que así se podrán conocer con más detalle las condiciones climatológicas prevalecientes en la región. Las estaciones propuestas son Villa Morelos, Jerécuaro, La Estancia y Tafetán, localizadas

C U A D R O No. 1

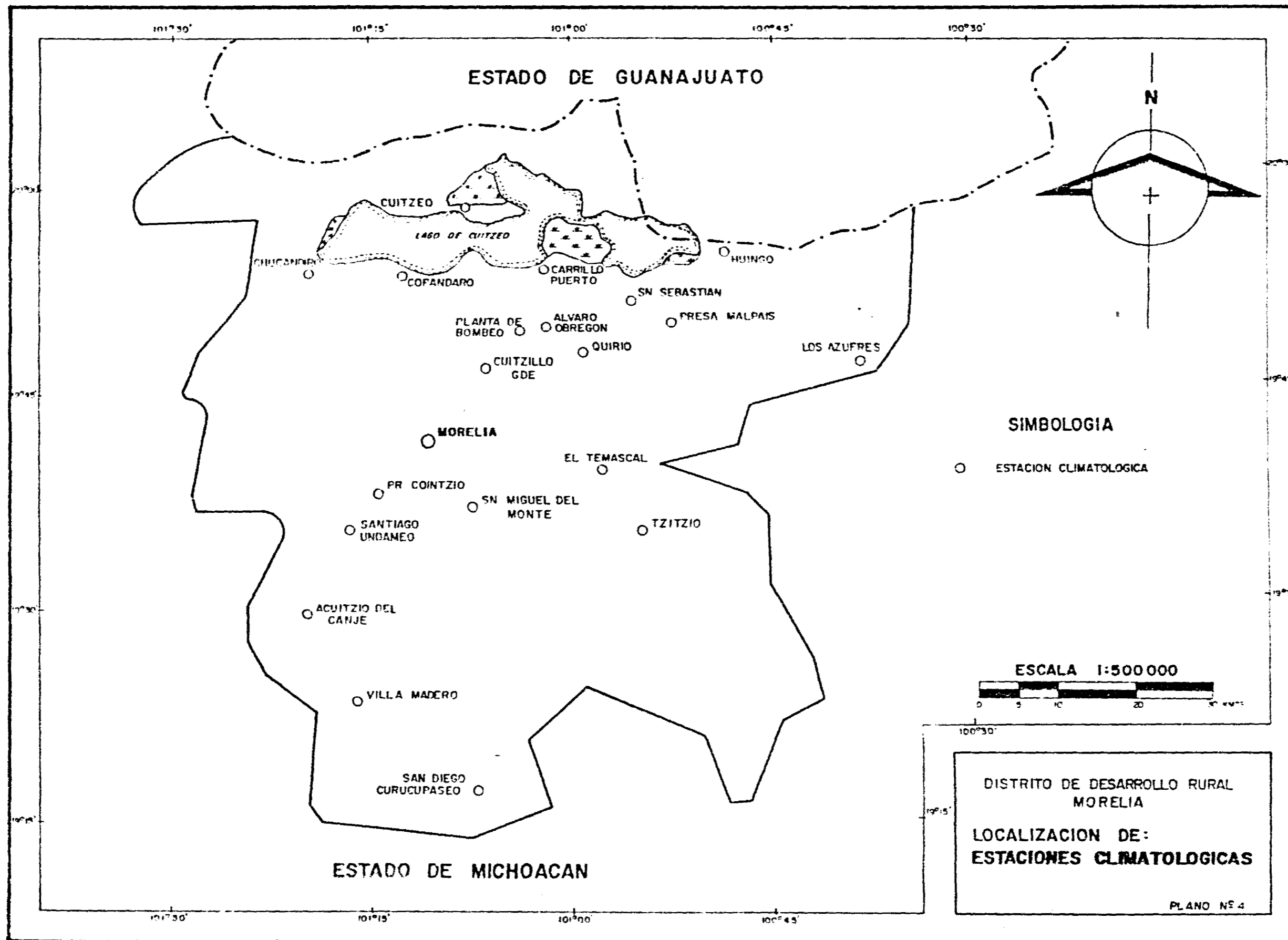
ESTACIONES CLIMATOLOGICAS SELECCIONADAS DEL DISTRITO DE DESARROLLO
RURAL No. 74 MORELIA, MICH.

| No. | N O M B R E | M U N I C I P I O | AUTORIDAD | C O O R D E N A D A S | | |
|-----|-----------------------|-------------------|-----------|-----------------------|-----------|----------|
| | | | | LAT. (N) | LONG. (N) | ALT. (M) |
| 1 | ACUITZIO DE CANJE | ACUITZEO DE CANGE | S.M.N. | 19°30' | 101°20' | 2200 |
| 2 | ALVARO OBREGON | ALVARO OBREGON | S.M.N. | 19°49' | 101°02' | 1850 |
| 3 | CARRILLO PUERTO | ALVARO OBREGON | S.A.R.H. | 19°54' | 101°02' | 1840 |
| 4 | COPANDARO | COPANDARO DE G. | S.A.R.H. | 19°54' | 101°16' | 1803 |
| 5 | CUITZEO | CUITZEO | S.A.R.H. | 19°57' | 101°08' | 1831 |
| 6 | CUITZILLO GRANDE | TARIMBARO | S.A.R.H. | 19°47' | 101°07' | 1840 |
| 7 | CHUCANDIRO | CHUCANDIRO | S.M.N. | 19°54' | 101°20' | 1900 |
| 8 | EL TEMASCAL | CHARO | S.A.R.H. | 19°39' | 100°57' | 2240 |
| 9 | HUINGO | ZINAPECUARO | S.A.R.H. | 19°50' | 100°51' | 1830 |
| 10 | LOS AZUFRES | HIDALGO | S.A.R.H. | 19°47' | 100°39' | 2820 |
| 11 | MORELIA | MORELIA | S.M.N. | 19°41' | 101°11' | 1903 |
| 12 | PLANTA DE BOMBEO | ALVARO OBREGON | S.A.R.H. | 19°49' | 101°04' | 1834 |
| 13 | PRESA COINTZEO | MORELIA | S.A.R.H. | 19°38' | 101°17' | 2096 |
| 14 | PRESA MALPAIS | QUERENDARO | S.A.R.H. | 19°50' | 100°53' | 1859 |
| 15 | QUIRIO | ALVARO OBREGON | S.A.R.H. | 19°49' | 101°00' | 1858 |
| 16 | SAN DIEGO CURUCUPASEO | VILLA MADERO | S.M.N. | 19°17' | 101°08' | 1000 |
| 17 | SAN MIGUEL DEL MONTE | MORELIA | S.A.R.H. | 19°37' | 101°08' | 2127 |
| 18 | SAN SEBASTIAN | QUERENDARO | S.A.R.H. | 19°51' | 100°57' | 1850 |
| 19 | SANTIAGO UNDAMEO | MORELIA | S.A.R.H. | 19°36' | 101°17' | 2084 |
| 20 | TZITZIO | TZITZIO | S.A.R.H. | 19°35' | 100°55' | 1540 |
| 21 | VILLA MADERO | VILLA MADERO | S.M.N. | 19°23' | 101°17' | 2200 |

CUADRO No. 2

ESTACIONES PROVISTAS DE INSTRUMENTOS METEOROLOGICOS Y SUS PERIODOS DE OBSERVACION

| ESTACION | PLUVIOMETRO | PLUVIOGRAFO | TERMOMETRO | EVAPORIMETRO | HIGROTHERMOGRAFO | VELETA |
|-----------------------|-------------|-------------|------------|--------------|------------------|-----------|
| ACUITZIO DE CANJE | 1943-1984 | - | 1943-1984 | - | - | 1943-1984 |
| ALVARO OBREGON | 1965-1984 | - | 1969-1981 | 1970-1981 | - | 1967-1984 |
| CARPILLOPUERTO | 1970-1984 | - | 1970-1984 | 1970-1984 | - | 1970-1984 |
| COPANDARO | 1970-1984 | - | 1970-1984 | 1970-1984 | - | 1970-1984 |
| QUITZEO | 1933-1984 | - | 1935-1984 | 1933-1984 | - | 1933-1984 |
| QUITZILLO GRANDE | 1970-1984 | - | 1969-1984 | 1970-1984 | - | 1970-1984 |
| CHUCANDIRO | 1965-1984 | - | 1965-1984 | - | - | 1965-1984 |
| EL TEMASCAL | 1964-1984 | - | 1964-1984 | 1969-1981 | - | 1964-1984 |
| HUINGO | 1937-1984 | - | 1937-1984 | 1938-1984 | - | 1937-1984 |
| LOS AZUFRES | 1965-1984 | - | 1967-1981 | 1967-1984 | - | 1965-1984 |
| MORELIA | 1921-1984 | - | 1921-1984 | 1952-1984 | - | 1921-1984 |
| PLANTA DE BOMBEO | 1947-1984 | 1968-1984 | 1969-1984 | 1970-1981 | - | 1967-1984 |
| PRESA COINTZEO | 1939-1984 | 1952-1984 | 1940-1984 | 1940-1984 | - | 1939-1984 |
| PRESA MALPAIS | 1941-1984 | 1980-1984 | 1941-1984 | - | - | 1941-1984 |
| QUIRIO | 1964-1984 | - | 1964-1984 | 1964-1984 | - | 1964-1984 |
| SAN DIEGO CURUCUPASEO | 1921-1984 | - | 1921-1984 | - | - | 1968-1984 |
| SAN MIGUEL DEL MONTE | 1964-1984 | - | 1964-1984 | 1969-1984 | - | 1964-1984 |
| SAN SEBASTIAN | 1970-1984 | - | 1969-1984 | 1970-1984 | - | 1970-1984 |
| SANTIAGO UNDAMEO | 1954-1981 | - | 1954-1984 | 1958-1984 | - | 1954-1984 |
| TEITZIO | 1968-1981 | - | 1971-1984 | 1971-1984 | - | 1968-1984 |
| VILLA MADERO | 1944-1984 | - | 1943-1984 | 1957-1984 | - | 1944-1984 |



11

8

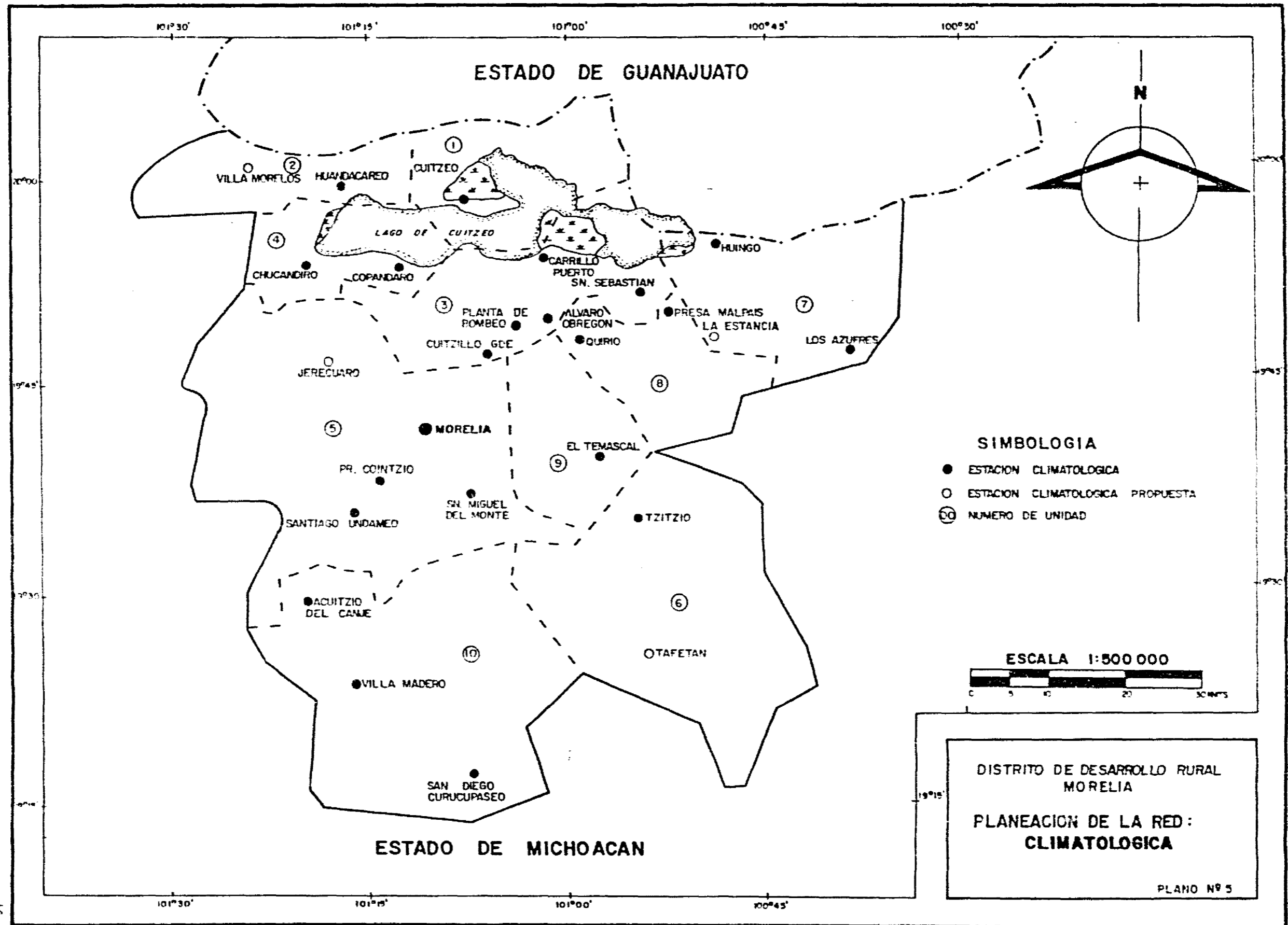
en los municipios de : Villa Morelos, Morelia, Zinapécuaro y Tzizio respectivamente. La planeación de la red meteorológica tiene como fin conocer las condiciones climáticas que prevalecen en las diez unidades que conforman el Distrito. En el plano número 5 se muestra la división por unidades y la selección de las estaciones representativas para las zonas agrícolas de temporal de cada unidad; en dicho plano aparecen tanto estaciones actualmente en operación como las propuestas.

CUADRO A. ESTACIONES EN OPERACION Y PROPUESTAS DE LAS UNIDADES AGRICOLAS.

| No | UNIDAD NOMBRE | ESTACIONES REPRESENTATIVAS | |
|----|---------------|--|---------------|
| | | EN OPERACION | PROPUESTA |
| 1 | Cuitzeo | Cuitzeo | |
| 2 | Huandacareo | Alvaro Obregón | Villa Morelos |
| 3 | Tarimbaro | Carrillo Puerto, Planta de Bombeo, San Sebastián y Cuitzillo Grande | |
| 4 | Copándaro | Chucándiro y Copándaro | |
| 5 | Morelia | Morelia, Presa Cointzio, San Miguel del Monte y Santiago Undameo | Jerécuaro |
| 6 | Tzitzio | Tzitzio | El Tafetán |
| 7 | Zinapécuaro | Huingo y Los Azufres | |
| 8 | Indaparapeo | Quirio y Presa Malpais | La Estancia |
| 9 | Charo | El Temascal | |
| 10 | Acuitzio | Acuitzio de Canje, Villa Madero y San Diego Curucupaseo | |

También se sugiere mejorar el nivel de observación en algunos instrumentos como heliógrafo, higrómetro, pluviógrafo, que permiten además registrar en forma continua el número de horas de brillo solar, humedad relativa, temperatura, intensidad de la precipitación, elementos importantes que complementan las características climatológicas de cada región.

12/

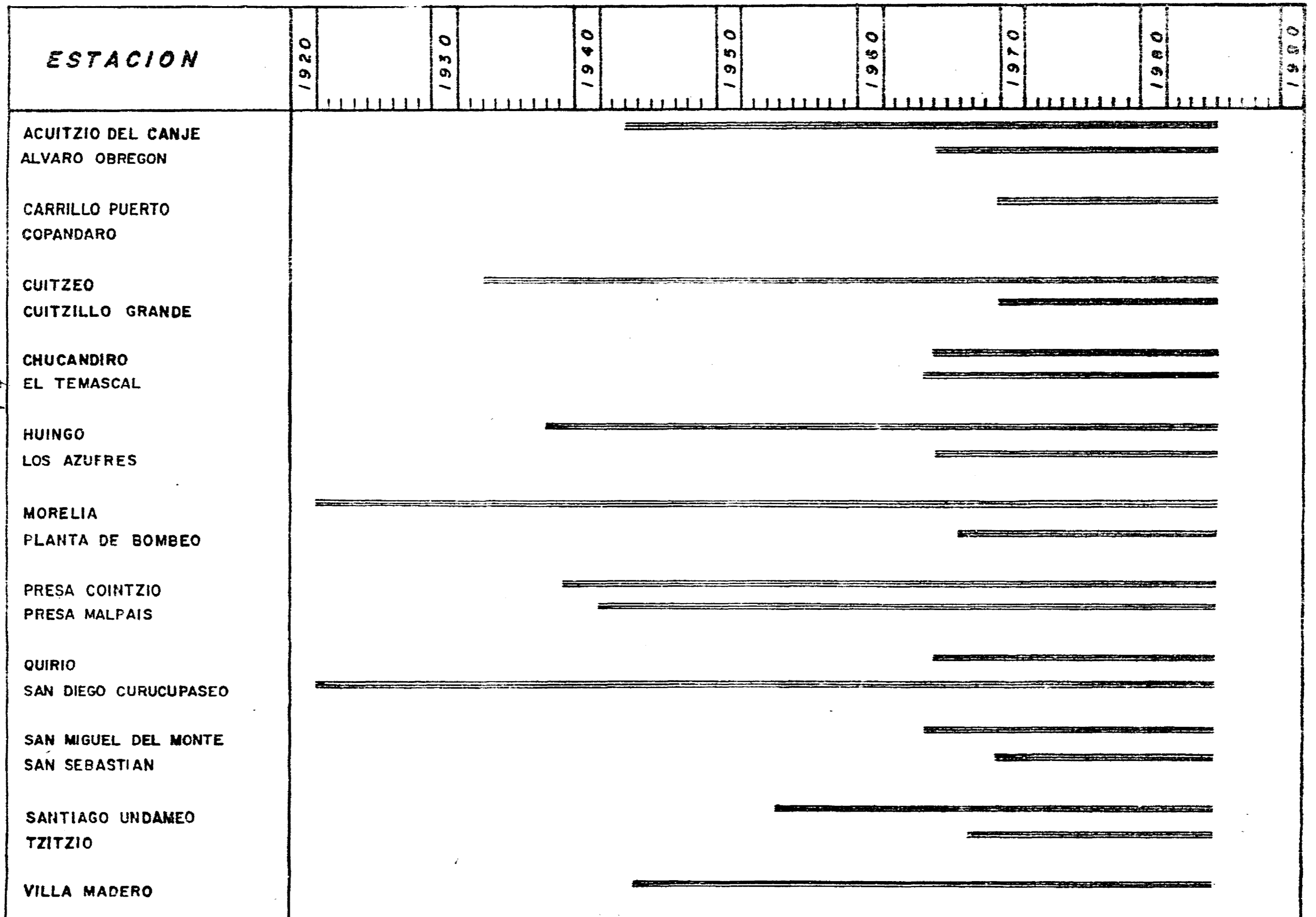


En el cuadro 1 aparece una relación de las estaciones seleccionadas, donde se consigna su nombre, municipio al que pertenecen, autoridad que las controla, coordenadas geográficas y altitud. En la gráfica número 1, se representa mediante barras, el período de años de observación de cada estación. De las estaciones consideradas sólo Morelia tiene la categoría de observatorio provista de 7 instrumentos que miden los siguientes elementos meteorológicos: precipitación, temperatura, evaporación, dirección e intensidad del viento, presión atmosférica, humedad relativa y número de horas de brillo solar (gráfica número 2). El resto de las estaciones están clasificadas como termopluviométricas y de evaporación, pocas cuentan con aparatos registradores, pluviógrafo e higrómetro (cuadro número 2).

Como se puede observar, la mayoría de las estaciones anteriores son de tipo ordinario, sólo Morelia cuenta con observaciones útiles a la Agroclimatología, pues es el único observatorio. Sin embargo, para que las observaciones de Morelia sean más representativas, se sugiere que éste se instale en la periferia de la ciudad y se implemente como estación agroclimatológica.

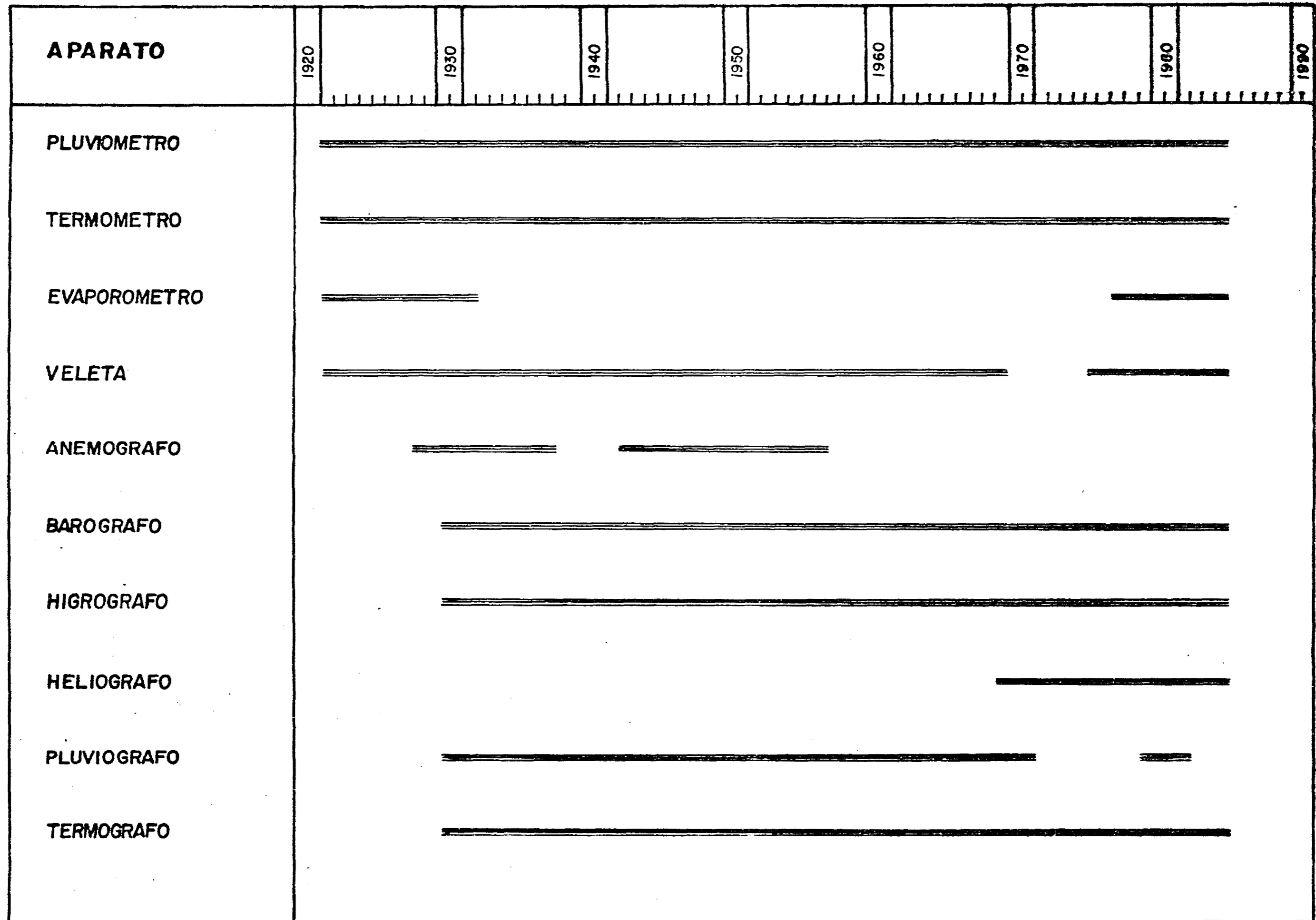
También es conveniente mejorar el nivel de observación en algunas estaciones ordinarias, adicionándoles un heliógrafo y un higrómetro, para medir no sólo el número de horas de brillo solar y humedad relativa, sino también temperatura, elemento necesario para el cálculo de evapotranspiración, horas frío, etcétera.

GRAFICA Nº 1
PERIODOS DE FUNCIONAMIENTO DE LAS ESTACIONES SELECCIONADAS



16

GRAFICA N° 2
PERIODO DE FUNCIONAMIENTO DE LOS APARATOS EXISTENTES



21

Asimismo, se propone un equipo igual al anterior para las estaciones de Acuitzio de Canje, actualmente en operación, y en Villa Morelos, Jerécuaro, El Tafetán y la Estancia consideradas como propuestas, las que por su ubicación estratégica, proporcionarían información más específica a las áreas agrícolas del Distrito.

4. VARIABLES CLIMATOLÓGICAS IMPORTANTES PARA EL DESARROLLO DE LAS PLANTAS

En el cuadro número 2 se observa que la estación Morelia es la que cuenta con el más amplio periodo de registro de observación, pues las mediciones de precipitación, temperatura y evaporación empiezan a partir de 1921.

4.1. TEMPERATURA

La temperatura tiene gran importancia en los procesos fisiológicos y funciones de los cultivos. Los procesos fisiológicos que efectúan los cultivos corresponden a la fotosíntesis, respiración y crecimiento. El conocimiento del régimen térmico de cualquier lugar, aporta información valiosa para la determinación de su capacidad agroclimática, ya que todo cultivo para completar su ciclo vegetativo debe acumular cierto número de horas y grados de calor, permitiendo tal información señalar cuáles cultivos se pueden adaptar a la zona estudiada y desarrollarse satisfactoriamente.

Los cultivos para su desarrollo exigen al régimen de temperatura dos condiciones básicas:

a) Que los valores extremos de la temperatura (máximas o mínimas) no sean excesivos, ya que estas variaciones causan daño con las consecuentes pérdidas en las cosechas. Las altas temperaturas provocan grandes evaporaciones de la humedad del suelo, y hacen transpirar abundantemente a los cultivos, provocándoles deshidratación, marchitez e

inclusive la muerte. Las temperaturas mínimas, cuando son cercanas o inferiores a 0° C destruyen los tejidos de las plantas por la formación de pequeños cristales de hielo dentro de ellos.

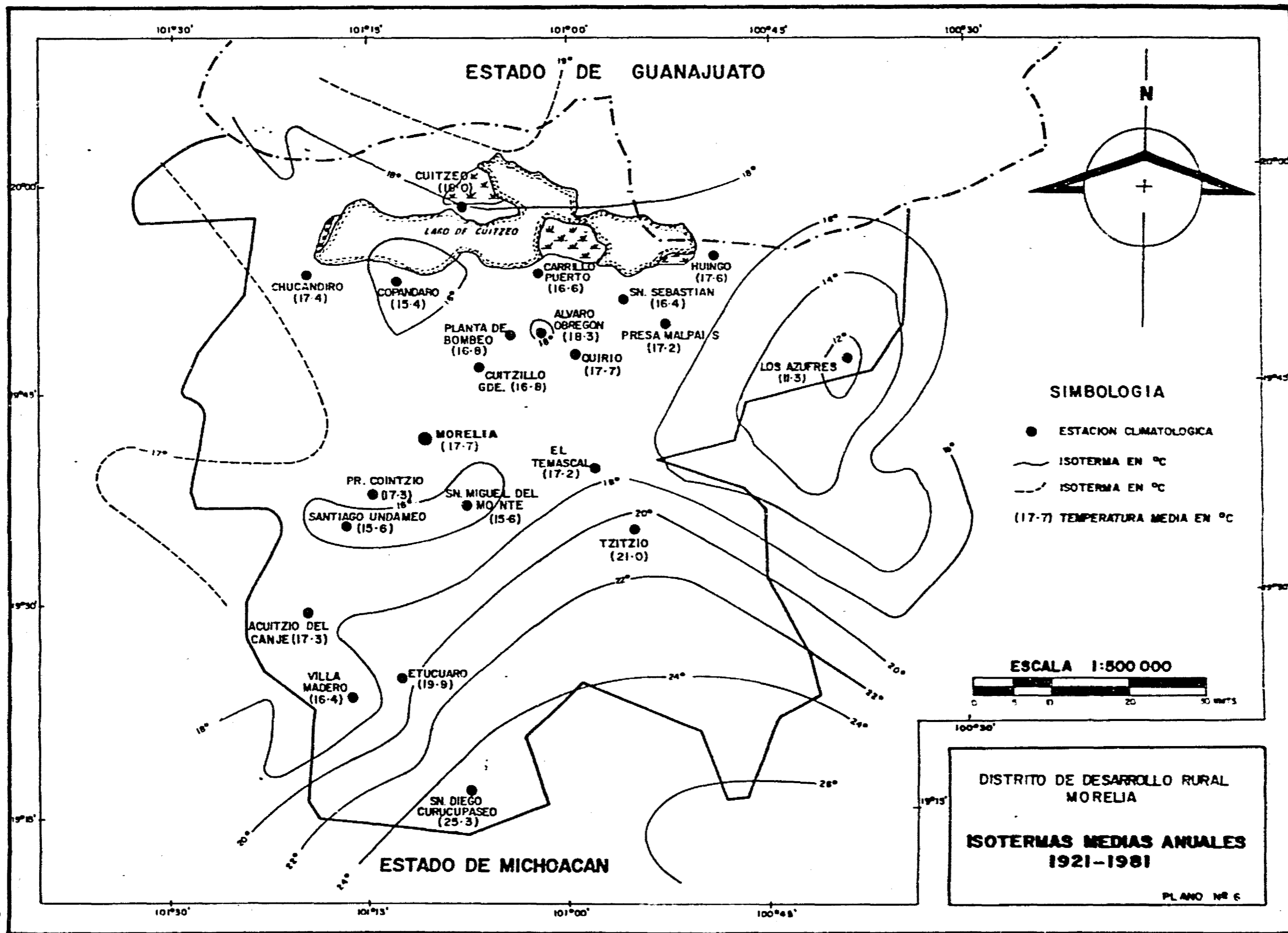
b) Que las temperaturas medias diarias sean razonables y satisfagan las necesidades del calor en sus diversas fases de crecimiento.

4.1.1. ISOTERMAS MEDIAS MENSUALES Y ANUAL.

Para visualizar en forma objetiva la magnitud y distribución de la temperatura media anual en el Distrito, en el plano número 6, se trazaron las isotermas medias anuales donde se observa que los valores máximos se localizan en general, en la zona sureste del Distrito con temperaturas de hasta 26° C, las más bajas se presentan en la línea divisoria de las cuencas Lerma y Balsas, en su extremo noreste con 11° C en los Azufres; teniéndose valores bajos también en el centro oeste del mismo, con 15.6° C en Santiago Undameo.

En la parte noroeste del Distrito, las temperaturas son más uniformes, variando de un mínimo de 15.4° C en Copándaro en la ribera suroeste del Lago de Cuitzeo, a 19° C en la parte norte del mismo.

Del análisis de los datos de temperatura media anual de las estaciones que aparecen en el cuadro número 3, se infiere que el mayor porcentaje de las estaciones, 67%, se encuentra entre temperaturas que oscilan entre 16 y 20° C mientras que los intervalos extremos únicamente representan el 2.4%.



21

12

C U A D R O No. 3
TEMPERATURA MEDIA MENSUAL Y ANUAL

| E S T A C I O N | P E R I O D O | T E M P E R A T U R A E N ° C | | | | | | | | | | | | |
|-----------------------|---------------|-------------------------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|-------|
| | | E | F | M | A | M' | J | J' | A' | S | O | N | D | ANUAL |
| ACUITZIO DE CANJE | 1943-1984 | 14.1 | 15.2 | 17.2 | 19.2 | 20.1 | 19.7 | 18.6 | 18.5 | 18.5 | 17.4 | 15.7 | 14.3 | 17.4 |
| ALVARO OBREGON | 1965-1984 | 14.8 | 15.7 | 18.1 | 20.3 | 21.9 | 21.4 | 20.1 | 19.5 | 19.4 | 18.2 | 16.3 | 15.3 | 18.4 |
| CARRILLO PUERTO | 1970-1984 | 12.9 | 14.0 | 16.5 | 18.4 | 19.9 | 19.2 | 18.2 | 18.1 | 17.7 | 16.9 | 14.6 | 13.5 | 16.7 |
| COPANDARO | 1970-1984 | 11.5 | 12.5 | 14.9 | 17.0 | 18.8 | 18.6 | 17.4 | 17.3 | 17.0 | 15.6 | 13.0 | 11.9 | 15.5 |
| CUITZEO | 1935-1984 | 14.5 | 16.2 | 18.6 | 20.4 | 21.6 | 20.4 | 18.9 | 19.0 | 18.4 | 17.8 | 16.3 | 14.9 | 18.1 |
| CUITZIO GRANDE | 1969-1984 | 13.2 | 14.3 | 16.7 | 18.5 | 20.0 | 19.6 | 18.5 | 18.5 | 18.3 | 17.2 | 14.9 | 13.8 | 17.0 |
| CHUCANDIRO | 1965-1984 | 14.3 | 15.1 | 17.7 | 19.2 | 21.1 | 20.0 | 18.8 | 17.9 | 17.9 | 17.4 | 16.0 | 15.0 | 17.5 |
| EL TEMASCAL | 1964-1984 | 14.8 | 16.0 | 17.9 | 19.6 | 20.4 | 18.8 | 17.3 | 17.2 | 17.0 | 16.9 | 16.3 | 15.7 | 17.3 |
| HUINGO | 1937-1984 | 13.8 | 15.1 | 17.4 | 19.3 | 20.9 | 20.6 | 19.3 | 19.2 | 19.0 | 17.9 | 15.8 | 14.3 | 17.7 |
| LOS AZUFRES | 1967-1981 | 8.7 | 10.3 | 11.7 | 13.3 | 13.5 | 14.3 | 12.6 | 12.2 | 11.6 | 10.8 | 9.6 | 8.7 | 11.4 |
| MORELIA | 1921-1984 | 14.4 | 15.8 | 18.1 | 19.8 | 20.8 | 19.9 | 18.6 | 18.4 | 18.2 | 17.5 | 15.8 | 14.6 | 17.7 |
| PLANTA DE BOMBEO | 1969-1984 | 13.1 | 13.9 | 16.7 | 18.5 | 20.0 | 20.1 | 18.8 | 18.8 | 18.2 | 17.5 | 14.9 | 13.7 | 17.0 |
| PRESA COINTZIO | 1940-1984 | 14.0 | 15.1 | 17.2 | 19.0 | 20.4 | 19.8 | 18.5 | 18.4 | 18.1 | 17.5 | 16.1 | 14.5 | 17.4 |
| PRESA MALPAIS | 1941-1984 | 13.7 | 14.7 | 17.0 | 18.8 | 20.6 | 20.2 | 19.0 | 18.8 | 18.6 | 17.4 | 15.2 | 14.0 | 17.3 |
| QUIRIO | 1964-1984 | 13.8 | 15.2 | 17.7 | 20.0 | 21.4 | 20.8 | 19.4 | 19.1 | 18.9 | 17.7 | 15.6 | 14.5 | 17.8 |
| SAN DIEGO CURUCUPASEO | 1921-1984 | 23.1 | 24.1 | 26.1 | 27.6 | 28.7 | 26.8 | 25.1 | 24.9 | 24.6 | 24.8 | 24.2 | 23.4 | 25.3 |
| SAN MIGUEL DEL MONTE | 1967-1984 | 13.0 | 13.8 | 15.6 | 17.4 | 19.0 | 18.2 | 16.8 | 16.9 | 16.2 | 15.4 | 14.1 | 13.5 | 15.8 |
| SAN SEBASTIAN | 1969-1984 | 12.6 | 13.5 | 16.7 | 18.5 | 20.0 | 20.1 | 18.8 | 18.8 | 18.2 | 17.5 | 14.9 | 13.7 | 17.0 |
| SANTIAGO UNDAMEO | 1954-1984 | 11.9 | 13.1 | 15.4 | 17.4 | 18.7 | 18.7 | 17.5 | 17.4 | 17.0 | 15.7 | 13.6 | 12.3 | 15.7 |
| TZITZIO | 1971-1984 | 19.0 | 19.5 | 21.3 | 23.2 | 23.5 | 22.2 | 21.3 | 21.1 | 21.0 | 20.9 | 20.2 | 19.1 | 21.0 |
| VILLA MADURO | 1943-1981 | 14.1 | 14.8 | 16.7 | 18.3 | 19.4 | 18.0 | 17.3 | 17.3 | 16.7 | 16.0 | 15.6 | 14.3 | 16.5 |

En el cuadro número 3, se puede apreciar que la temperatura a través del año, presenta una marcha más o menos regular, con un máximo en el mes de mayo y un mínimo en el de enero. El rápido ascenso de la temperatura a partir del mínimo de enero hasta el máximo de mayo, se debe a la creciente insolación sobre la superficie del terreno, que producen los rayos solares al aumentar el ángulo que forman con el horizonte a mediodía, en el avance del sol del hemisferio sur hacia el norte, en esta época del año, favorecida por la sequedad del aire y por el cielo despejado que prevalecen durante los primeros cuatro meses del año. Al iniciar la temporada de lluvias, la temperatura se atenúa, iniciándose un descenso lento al principio, que dura hasta septiembre u octubre y rápido en adelante, durante el cual baja la temperatura hacia el mínimo de enero siguiente.

4.1.2. TEMPERATURA MAXIMA

Las temperaturas máximas siguen una marcha paralela a la de la temperatura media ambiente, registrándose los valores mayores de marzo a junio y los menores de diciembre a febrero. Las cifras medias de las temperaturas máximas fluctúan en el rango de 25 a 45° C.

4.1.3. TEMPERATURA MAXIMA MAXIMORUM

Las temperaturas máximas maximorum se presentan en el cuadro número 4, donde se aprecia que los valores más altos se presentan durante los meses de marzo a junio, mientras que los más bajos de diciembre a febrero.

C U A D R O No. 4
TEMPERATURA MAXIMA MAXIMORUM

| ESTACION | PERIODO | TEMPERATURA EN °C | | | | | | | | | | | | |
|-----------------------|-----------|-------------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|-------|
| | | E | F | M | A | M' | J | J' | A' | S | O | N | D | ANUAL |
| ACUITZIO DE CANJE | 1943-1984 | 31.5 | 32.0 | 34.0 | 38.0 | 35.5 | 38.5 | 34.5 | 34.5 | 34.0 | 33.0 | 33.0 | 31.5 | 38.5 |
| ALVARO OBREGON | 1965-1984 | 34.0 | 35.0 | 34.0 | 36.0 | 38.0 | 49.0 | 38.0 | 30.0 | 36.0 | 31.0 | 34.0 | 36.0 | 49.0 |
| CARRILLO PUERTO | 1970-1984 | 27.0 | 27.0 | 30.0 | 32.0 | 32.0 | 38.0 | 30.0 | 27.0 | 26.0 | 27.0 | 26.0 | 25.0 | 38.0 |
| COPANDARO | 1970-1984 | 26.5 | 27.5 | 31.0 | 32.5 | 36.0 | 31.0 | 28.5 | 26.0 | 27.5 | 29.5 | 26.0 | 31.5 | 36.0 |
| CUITZEO | 1935-1984 | 30.4 | 32.4 | 34.5 | 34.8 | 35.8 | 34.1 | 32.7 | 31.7 | 31.5 | 29.7 | 30.7 | 29.2 | 35.8 |
| CUITZEO GRANDE | 1969-1984 | 28.0 | 29.0 | 32.0 | 35.0 | 34.0 | 36.0 | 29.0 | 29.0 | 30.0 | 28.0 | 28.0 | 27.0 | 36.0 |
| CHUCANDIRO | 1965-1984 | 34.0 | 30.5 | 39.5 | 39.0 | 36.0 | 38.5 | 39.0 | 34.5 | 37.5 | 31.0 | 31.0 | 32.0 | 39.0 |
| EL TEMASCAL | 1964-1984 | 28.0 | 29.0 | 33.0 | 33.0 | 36.0 | 32.5 | 29.0 | 28.0 | 28.0 | 29.0 | 29.0 | 28.5 | 36.0 |
| HUINGO | 1937-1984 | 35.5 | 35.0 | 39.0 | 40.0 | 39.5 | 37.5 | 32.0 | 34.0 | 34.5 | 36.0 | 36.0 | 34.0 | 40.0 |
| LOS AZUFRES | 1967-1984 | 31.0 | 34.5 | 32.0 | 34.0 | 34.0 | 36.0 | 30.0 | 30.0 | 25.0 | 26.0 | 30.0 | 27.0 | 36.0 |
| MORELIA | 1921-1984 | 33.5 | 29.0 | 33.0 | 34.4 | 34.5 | 33.5 | 33.5 | 29.5 | 29.0 | 32.0 | 29.0 | 27.6 | 34.5 |
| PLANTA DE BOMBEO | 1969-1984 | 28.0 | 29.0 | 32.0 | 34.0 | 36.0 | 34.0 | 31.0 | 29.0 | 29.0 | 30.0 | 29.0 | 29.0 | 36.0 |
| PRESA COINTZIO | 1940-1984 | 31.0 | 30.8 | 35.0 | 36.5 | 36.2 | 34.6 | 30.8 | 31.1 | 38.5 | 31.5 | 30.6 | 30.8 | 36.5 |
| PRESA MALPAIS | 1941-1984 | 29.2 | 31.2 | 34.8 | 37.5 | 36.9 | 34.8 | 30.5 | 32.0 | 28.2 | 29.1 | 29.0 | 35.5 | 37.5 |
| QUIRIO | 1964-1984 | 29.5 | 30.0 | 32.7 | 37.5 | 35.5 | 34.8 | 31.8 | 28.4 | 28.6 | 31.0 | 29.1 | 28.2 | 37.5 |
| SAN DIEGO CURUCUPASEO | 1921-1984 | 40.0 | 43.0 | 45.0 | 44.5 | 43.5 | 43.0 | 39.5 | 39.5 | 39.5 | 40.0 | 39.0 | 34.0 | 45.0 |
| SAN MIGUEL DEL MONTE | 1967-1984 | 28.0 | 28.0 | 32.0 | 33.0 | 35.0 | 32.0 | 29.0 | 30.0 | 30.0 | 27.0 | 27.5 | 28.0 | 35.0 |
| SAN SEBASTIAN | 1969-1984 | 27.5 | 29.0 | 31.2 | 34.0 | 34.2 | 34.0 | 30.0 | 27.0 | 28.0 | 30.0 | 28.0 | 29.0 | 34.2 |
| SANTIAGO UNDAMEO | 1954-1984 | 28.6 | 29.1 | 34.4 | 36.4 | 37.1 | 33.5 | 30.9 | 28.5 | 26.3 | 28.6 | 26.6 | 27.0 | 37.1 |
| TZITZIO | 1971-1984 | 35.5 | 35.5 | 39.0 | 40.0 | 39.0 | 37.0 | 34.0 | 35.0 | 35.0 | 36.0 | 35.0 | 34.0 | 40.0 |
| VILLA MADERO | 1943-1984 | 34.5 | 37.0 | 38.5 | 40.5 | 41.0 | 38.0 | 36.0 | 38.0 | 33.0 | 33.0 | 34.0 | 36.0 | 41.0 |

Las temperaturas máximas extremas fluctúan en general entre 35 y 40° C, excepto en Alvaro Obregón y San Diego Curucupaseo con 49 y 45° C respectivamente.

4.1.4. TEMPERATURA MINIMA

Los valores de las temperaturas mínimas mínimorum y sus correspondientes medias se presentan en el cuadro número 5. En este análisis los valores más bajos ocurren de noviembre a febrero y los más altos de junio a agosto. En casi la totalidad de las estaciones analizadas, se registran valores absolutos iguales o inferiores a 0° C. Llegando estos hasta 10° C en los Azufres, excepto en San Diego Curucupaseo que presenta un valor mínimo de 1.0° C.

4.1.5. HELADAS

Desde el punto de vista meteorológico, se produce una helada cuando la temperatura desciende a 0° C o menos. De acuerdo al criterio agrometeorológico, la helada ocurre cuando la temperatura del aire desciende a valores tan bajos que provocan la muerte de los tejidos vegetales.

Los daños provocados por las heladas, están en relación con la época de ocurrencia, intensidad, duración y tipo de helada. Las heladas invernales producen poco daño a las plantas, pues éstas se encuentran en estado de reposo y por lo tanto en condiciones de soportar bajas temperaturas.

CUADRO No. 5
TEMPERATURA MINIMA MINIMORUM

| ESTACION | PERIODO | TEMPERATURA MINIMA MINIMORUM | | | | | | | | | | | | |
|-----------------------|-----------|------------------------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|-------|
| | | E | F | M | A | M' | J | J' | A' | S | O | N | D | ANUAL |
| ACUITZIO DE CANJE | 1943-1984 | -4.0 | -5.0 | 0.0 | 2.0 | 5.0 | 6.0 | 6.0 | 4.0 | 5.5 | 1.5 | -1.0 | -2.0 | -5.0 |
| ALVARO OBREGON | 1965-1984 | -4.0 | -2.0 | 1.0 | 3.0 | 6.0 | 10.0 | 8.0 | 2.0 | 7.0 | 2.0 | -3.0 | -1.0 | -4.0 |
| CARRILLO PUERTO | 1970-1984 | -2.0 | 0.0 | 0.0 | 4.0 | 6.0 | 5.0 | 8.0 | 10.0 | 1.0 | 1.0 | 0.0 | -0.1 | -2.0 |
| COPANDARO | 1970-1984 | -5.0 | -6.0 | -1.5 | 1.5 | 3.0 | 4.5 | 7.0 | 8.0 | 0.0 | -1.0 | -3.0 | -6.0 | -6.0 |
| CUITZEO | 1935-1984 | -4.3 | -5.3 | 0.2 | 1.4 | 6.2 | 7.2 | 7.0 | 6.8 | 5.3 | 1.0 | -4.6 | -5.4 | -5.4 |
| CUITZILLO GRANDE | 1969-1984 | -4.0 | -1.0 | 1.0 | 3.0 | 4.0 | 4.0 | 6.0 | 8.0 | 2.0 | 2.0 | -3.0 | -3.5 | -4.0 |
| CHUCANDIRO | 1965-1984 | 0.5 | 0.5 | 0.5 | 1.0 | 1.0 | 1.5 | 1.0 | 1.5 | 1.5 | 1.0 | 1.0 | 0.3 | 0.3 |
| EL TEMASCAL | 1964-1984 | 0.0 | 3.0 | 4.0 | 6.0 | 7.0 | 7.0 | 8.0 | 9.0 | 6.0 | 6.0 | 4.0 | 2.0 | 0.0 |
| HUINGO | 1937-1984 | -0.5 | -0.5 | 0.0 | 1.0 | 4.0 | 6.0 | 9.0 | 5.5 | 2.0 | -0.5 | -3.0 | -4.0 | -5.0 |
| LOS AZUFRES | 1967-1984 | -10.0 | -9.0 | -8.0 | -7.0 | -4.0 | -3.0 | -1.0 | -2.0 | -1.6 | -6.0 | -8.0 | -8.0 | -10.0 |
| MORELIA | 1921-1984 | -3.0 | 0.6 | 1.8 | 6.0 | 7.4 | 8.0 | 10.0 | .0 | 4.2 | 3.7 | 0.0 | -1.8 | -1.8 |
| PLANTA DE BOMBEO | 1969-1984 | 0.0 | -5.0 | 0.0 | 2.0 | 6.0 | 7.0 | 8.0 | 9.0 | 3.0 | 3.0 | 0.0 | 0.0 | -5.0 |
| PRESA COINTZIO | 1940-1984 | -4.0 | -5.5 | 0.0 | 3.0 | 7.0 | 7.0 | 7.5 | 9.2 | 4.5 | 2.0 | -0.5 | -3.0 | -5.5 |
| PRESA MALPAIS | 1941-1984 | -6.8 | -4.3 | 0.0 | 1.0 | 3.9 | 4.0 | 5.0 | 5.9 | 2.5 | -0.6 | -4.5 | -5.2 | -6.8 |
| QUIRIO | 1964-1984 | -2.5 | -2.0 | 1.2 | 3.3 | 4.0 | 8.0 | 9.3 | 9.5 | 3.0 | 2.5 | -2.0 | -1.5 | -2.5 |
| SAN DIEGO CURUCUPASEO | 1921-1984 | 4.5 | 1.0 | 4.0 | 3.0 | 4.0 | 7.0 | 11.0 | 10.0 | 6.0 | 5.3 | 5.0 | 4.0 | 1.0 |
| SAN MIGUEL DEL MONTE | 1967-1984 | -1.0 | -1.0 | 0.0 | 1.0 | 3.0 | 4.0 | 5.0 | 2.5 | 2.0 | 1.0 | - | 0.0 | -1.0 |
| SAN SEBASTIAN | 1969-1984 | -5.0 | -4.0 | 0.0 | 2.0 | 3.0 | 5.0 | 8.0 | 8.0 | 0.0 | 0.0 | -2.0 | -3.0 | -5.0 |
| SANTIAGO UNDAMEO | 1954-1984 | -1.6 | -7.5 | -2.0 | -1.0 | 3.0 | 4.2 | 7.9 | 7.3 | 2.8 | 0.6 | -4.6 | -5.1 | -7.5 |
| TZITZIO | 1971-1984 | -8.5 | 6.0 | 8.0 | 8.0 | 7.0 | 8.0 | 8.5 | 8.5 | 8.5 | 8.5 | 7.5 | 5.0 | -8.5 |
| VILLA MADERO | 1943-1984 | -1.0 | 0.0 | 1.0 | 2.0 | 3.0 | 2.0 | 1.0 | 3.0 | 3.0 | 4.0 | 2.0 | 0.0 | -1.0 |

Las heladas tardías y tempranas, que se presentan en la primavera y en el otoño respectivamente, son las que más daño causan a la agricultura, ya que ocurren en épocas de plena actividad vegetativa.

En los cuadros número 6 y 7 se presenta, para algunas estaciones seleccionadas como representativas de las unidades, el número medio y máximo de días con heladas que se han registrado durante los 12 meses del año, de cuyo análisis se infiere que la mayor incidencia de heladas ocurre de octubre a marzo, estando prácticamente libres de ellas los meses de mayo a agosto.

En la estación Tzitzio, únicamente se ha registrado una helada en su período de observación que comprende de 1968 a 1981 y en la estación El Temascal, con período de observación de 1964-1981, se registraron tres heladas tardías y dos tempranas.

El período comprendido entre la última helada tardía y la primera temprana, recibe el nombre de "Período libre de heladas o número de días que transcurrieron desde la última helada hasta la primera helada siguiente". Debido a que este elemento meteorológico es aleatorio, no puede determinarse con precisión el inicio y el final de la temporada de heladas, por lo que el intervalo libre de ellas es variable año con año.

C U A D R O No. 6

OBSERVACIONES DE HELADAS EN ALGUNAS ESTACIONES SELECCIONADAS

| E S T A C I O N | P E R I O D O | N U M E R O M E D I O D E D I A S C O N H E L A D A | | | | | | | | | | | |
|------------------------------------|---------------|---|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| | | E | F | M | A | M' | J | J' | A' | S | O | N | D |
| ACUITZEO DE CANJE CUIZEO | 1961-1984 | 5.9 | 5.5 | 0.9 | 0.2 | 0.0 | 0.1 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.1 | 2.3 | 3.9 |
| | 1933-1984 | 5.6 | 2.6 | 0.6 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.4 | 2.3 | 5.0 |
| CHUCANDIRO EL TEMASCAL | 1965-1984 | 2.2 | 0.5 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 1.3 | 0.5 |
| | 1964-1984 | 1.7 | 0.2 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 9.9 | 0.1 | 2.1 |
| HUINGO MORELIA | 1938-1984 | 7.9 | 4.7 | 0.7 | 0.1 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.6 | 3.5 | 6.6 |
| | 1921-1984 | 6.3 | 2.9 | 0.6 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.2 | 2.3 | 4.8 |
| PLANTA DE BOMBEO PRESA COINTZIO | 1967-1984 | 7.3 | 4.9 | 1.0 | 0.1 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.1 | 3.3 | 6.7 |
| | 1939-1984 | 4.2 | 1.8 | 0.1 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.3 | 1.2 | 2.5 |
| PRESA MALPAIS TZITZIO | 1941-1984 | 10.1 | 5.9 | 1.0 | 0.2 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.5 | 4.7 | 8.8 |
| | 1967-1984 | 0.1 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 |
| VILLA MADERO | 1961-1984 | 11.5 | 7.3 | 1.7 | 0.1 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 2.7 | 6.9 |

C U A D R O No. 7

OBSERVACIONES DE HELADAS EN ALGUNAS ESTACIONES SELECCIONADAS

| E S T A C I O N | P E R I O D O | N U M E R O M A X I M O D E D I A S C O N H E L A D A S | | | | | | | | | | | |
|------------------------------------|---------------|---|----|----|---|----|---|----|----|---|----|----|----|
| | | E | F | M | A | M' | J | J' | A' | S | O | N | D |
| ACUITZIO DE CANJE CUITZEO | 1961-1984 | 26 | 25 | 8 | 3 | 0 | 2 | 0 | 0 | 0 | 3 | 15 | 23 |
| | 1933-1984 | 23 | 16 | 6 | 2 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 14 | 21 | 26 |
| CHUCANDIRO EL TEMASCAL | 1965-1984 | 10 | 2 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 9 | 4 |
| | 1964-1984 | 21 | 4 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 |
| HUINGO MORELIA | 1938-1984 | 22 | 19 | 6 | 4 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 18 | 23 | 25 |
| | 1921-1984 | 29 | 23 | 13 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 5 | 24 | 27 |
| PLANTA DE DOMBEO PRESA COINTZIO | 1967-1984 | 26 | 26 | 6 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 13 | 20 |
| | 1939-1984 | 27 | 15 | 2 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 11 | 14 | 18 |
| PRESA MALPAIS TZITZIO | 1941-1984 | 25 | 25 | 6 | 4 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 9 | 28 | 23 |
| | 1967-1984 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| VILLA MADERO | 1961-1984 | 21 | 20 | 9 | 2 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 11 | 26 |

4.1.6. HORAS FRÍO

En regiones templadas, es necesaria la acumulación de horas frío para la iniciación o aceleración de la floración de algunos cultivos, sobre todo árboles frutales. La acumulación de horas frío favorece los cambios fisiológicos responsables de la floración y fructificación normal del cultivo.

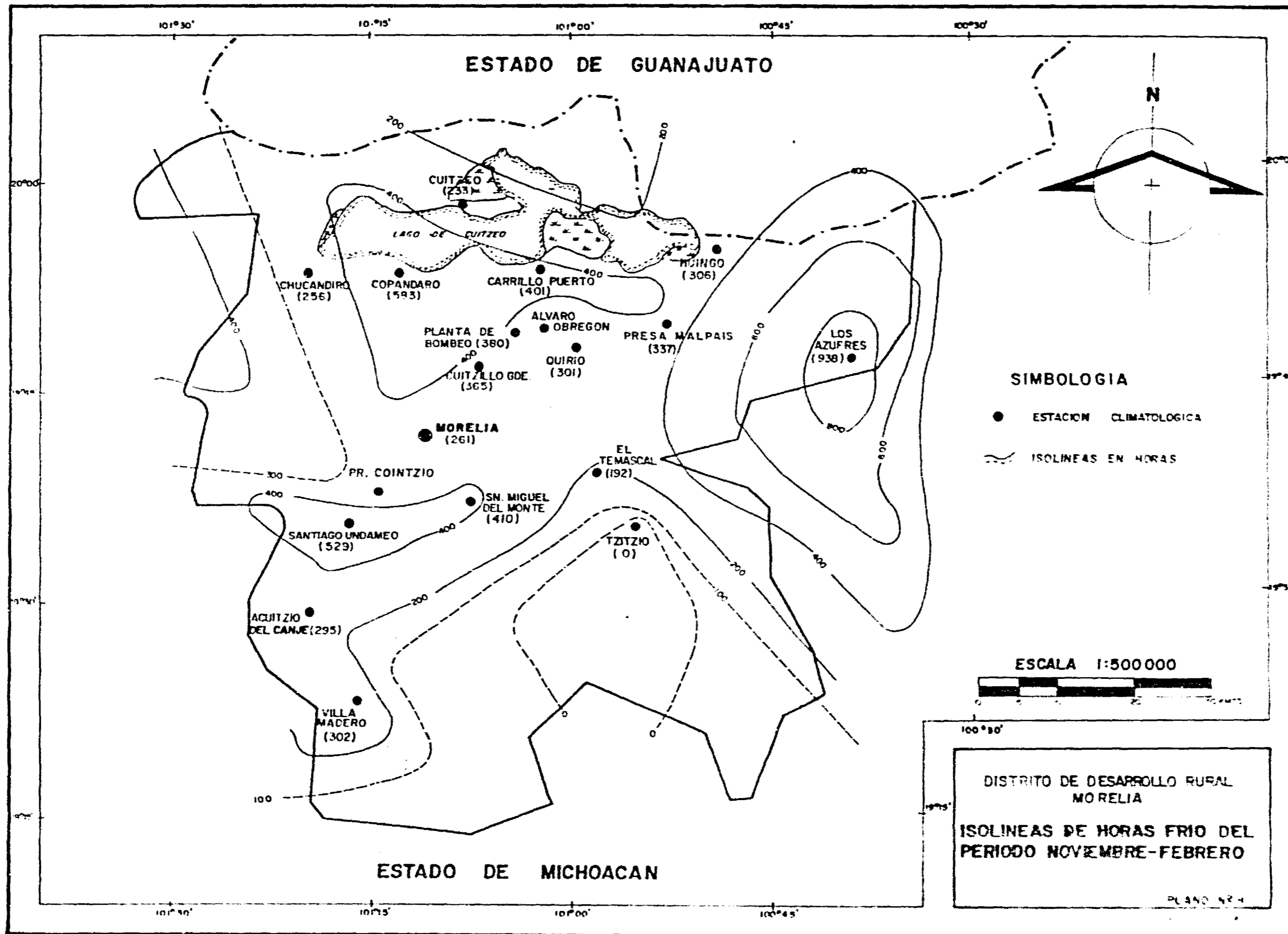
Una hora frío es aquella en la cual la temperatura del aire es igual o inferior a 7° C. Para saber si la zona es potencialmente frutífera, se estimó la cantidad de horas frío esperadas, en base a las temperaturas medias mensuales y en un promedio de los resultados obtenidos con las fórmulas de Da Mota y Weinberger.

En el plano 8 se muestran las isóneas de las horas frío del período noviembre-febrero, donde puede observarse que el mayor número de horas frío ocurre en el extremo noreste del Distrito con 940 horas en los Azufres; la zona noroeste acumula alrededor de 400 horas, excepto el extremo norte con 200 horas. En la zona sureste, en la cuenca del río Balsas, los valores son en promedio de 200 horas en el extremo sur del Distrito.

4.1.7. EVAPORACION

La evaporación registrada en los evaporímetros es valiosa, porque proporciona un índice de radiación solar recibida en un sitio específico y de valores que ajustados adecuadamente son de gran utilidad en la estimación de los requerimientos de agua de las plantas y de las pérdidas de la misma en los depósitos de agua.

31



Con objeto de observar el comportamiento de la evaporación media mensual y anual se recopilaron los datos de evaporación. Para ello se extrajo la información de las estaciones provistas de evaporímetro que aparecen en el cuadro número 8.

De los datos contenidos en el cuadro mencionado, se aprecia que la mayoría de las estaciones, 75%, la evaporación oscila de 1,200 mm. y a 2199 mm. anuales.

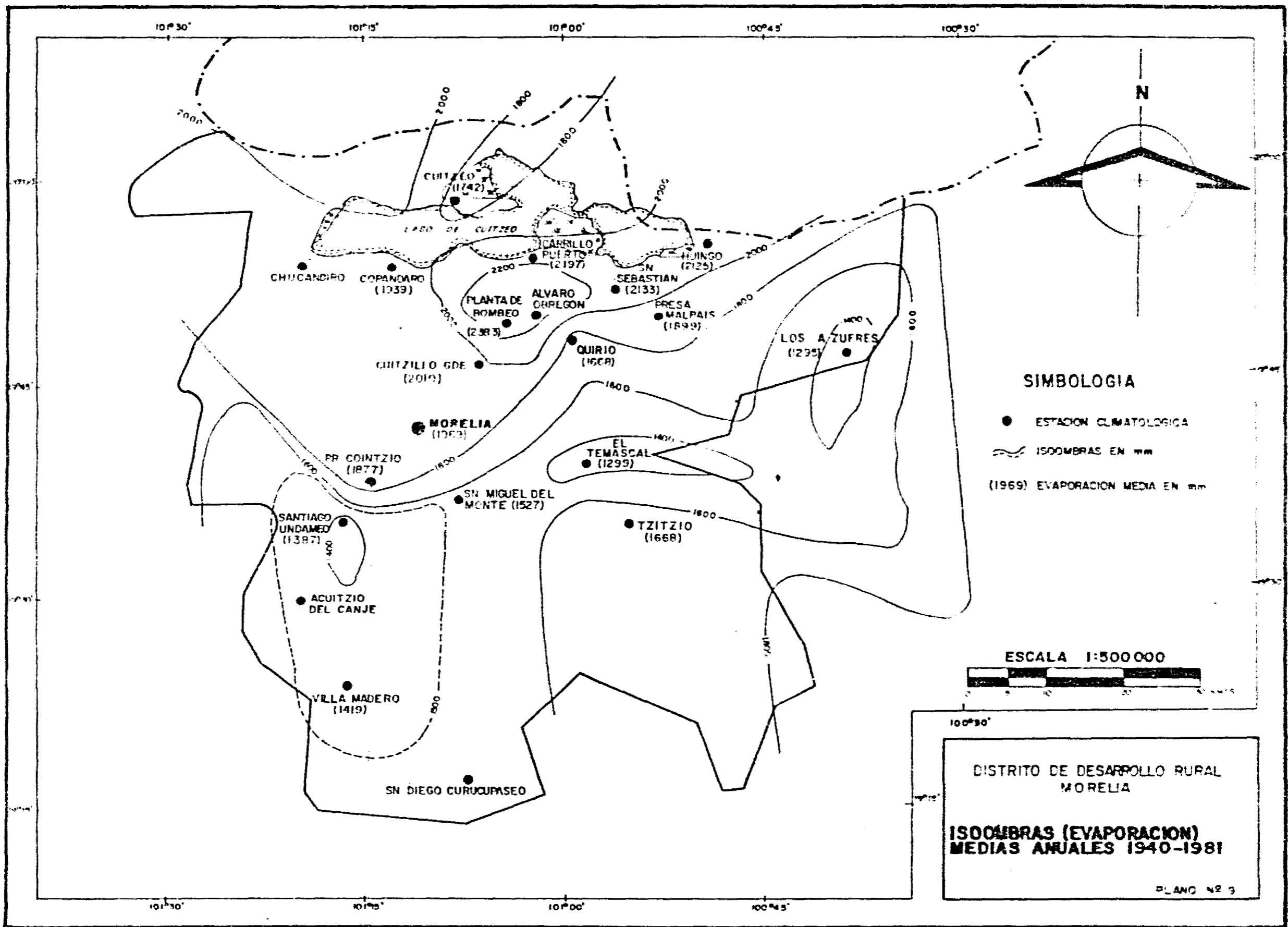
En el plano número 9, de isoombras medias, se observa que los valores más altos ocurren en la zona noroeste del Distrito con un máximo de 2,383 mm. en la estación Planta de Bombeo y valores medios del orden de los 2,000 mm. anuales; los mínimos se presentan en la zona de la línea divisoria de las aguas con un mínimo de 1,295 mm. y un valor medio de 1,400 mm. anuales en la estación de los Azufres. En la zona sureste las láminas varían de 1500 a 1,800 mm.

En el cuadro número 8, se aprecia que las máximas evaporaciones se presentan en los meses de marzo, abril y mayo, época en que se registran las temperaturas más altas, con un máximo en este último mes, ocurriendo en seguida un descenso brusco a partir del mes de julio, continúa descendiendo ligeramente hasta diciembre y vuelve a ascender, ligeramente en enero y febrero y brusco en marzo.

C U A D R O No. e
EVAPORACION MEDIA MENSUAL Y ANUAL

| E S T A C I O N | P E R I O D O | E V A P O R A C I O N E N M M. | | | | | | | | | | | | |
|----------------------|---------------|--------------------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|--------|
| | | E | F | M | A | M' | J | J' | A' | S | O | N | D | ANUAL |
| CARRILLO PUERTO | 1970-1984 | 143.3 | 164.9 | 246.5 | 253.3 | 253.3 | 209.8 | 185.9 | 171.7 | 152.1 | 154.4 | 131.3 | 124.4 | 2190.8 |
| COPANDARO | 1970-1984 | 131.2 | 152.2 | 221.5 | 230.9 | 233.2 | 180.6 | 149.0 | 146.0 | 129.1 | 134.5 | 114.8 | 110.9 | 1933.9 |
| CUITZEO | 1933-1984 | 116.7 | 132.8 | 175.4 | 188.1 | 197.8 | 171.3 | 155.0 | 151.4 | 139.8 | 140.2 | 120.7 | 113.6 | 1802.8 |
| CUITZILLO GRANDE | 1970-1984 | 134.7 | 155.2 | 225.0 | 237.2 | 239.7 | 188.8 | 162.1 | 155.1 | 135.8 | 139.1 | 116.9 | 115.6 | 2005.2 |
| EL TEMASCAL | 1969-1984 | 75.8 | 92.7 | 143.0 | 157.9 | 161.8 | 121.2 | 107.3 | 109.9 | 101.3 | 86.8 | 77.1 | 73.5 | 1308.3 |
| HUINGO | 1938-1984 | 146.5 | 154.8 | 212.1 | 236.5 | 247.3 | 196.7 | 164.4 | 157.2 | 155.3 | 164.2 | 148.3 | 141.6 | 2124.9 |
| LOS AZUFRES | 1967-1984 | 84.5 | 100.5 | 148.4 | 151.6 | 147.1 | 114.4 | 106.9 | 109.3 | 96.9 | 88.3 | 79.0 | 69.7 | 1296.6 |
| MORELIA | 1952-1984 | 121.4 | 143.0 | 203.5 | 219.5 | 219.3 | 173.9 | 150.4 | 147.3 | 129.2 | 129.8 | 122.9 | 108.9 | 1869.1 |
| PLANTA DE BOMBEO | 1970-1984 | 165.7 | 185.5 | 278.2 | 274.5 | 273.2 | 224.9 | 196.0 | 186.7 | 160.9 | 156.6 | 138.7 | 136.0 | 2376.9 |
| PRESA MALPAIS | 1941-1984 | 123.4 | 140.9 | 204.9 | 230.0 | 241.4 | 182.5 | 139.3 | 136.6 | 130.8 | 133.7 | 118.1 | 111.7 | 1893.3 |
| QUIRIO | 1964-1984 | 103.2 | 121.6 | 175.8 | 192.9 | 197.4 | 166.0 | 135.7 | 124.8 | 109.7 | 112.5 | 100.3 | 91.5 | 1631.4 |
| SAN MIGUEL DEL MONTE | 1969-1984 | 111.0 | 123.0 | 143.6 | 152.2 | 160.8 | 134.7 | 125.8 | 115.7 | 117.9 | 113.5 | 120.3 | 118.9 | 1537.4 |
| SAN SEBASTIAN | 1970-1984 | 149.8 | 172.0 | 242.6 | 250.0 | 252.1 | 202.1 | 163.1 | 153.1 | 137.7 | 150.5 | 130.5 | 123.7 | 2127.2 |
| SANTIAGO UNDAMEO | 1958-1984 | 78.7 | 101.6 | 149.8 | 161.9 | 155.1 | 125.5 | 104.0 | 105.1 | 95.3 | 91.7 | 76.4 | 66.9 | 1312.0 |
| TZITZIO | 1971-1984 | 107.8 | 119.1 | 149.5 | 163.6 | 172.1 | 167.8 | 153.1 | 143.2 | 127.4 | 125.6 | 118.3 | 102.5 | 1650.0 |
| VILLA MADERO | 1957-1984 | 82.4 | 98.8 | 151.3 | 164.5 | 159.2 | 117.7 | 140.0 | 99.3 | 89.3 | 89.2 | 79.3 | 74.4 | 1345.4 |

34



4.2. PRECIPITACION

En el Distrito de desarrollo rural, la precipitación es una fuente importante para satisfacer los requerimientos de agua que los cultivos necesitan, por lo que es necesario analizar no sólo la magnitud en el tiempo y espacio, sino su adecuado aprovechamiento racional en las actividades agrícolas, en virtud de que si la lluvia es escasa, excesiva o está mal distribuída, los cultivos de temporal reducirán su rendimiento.

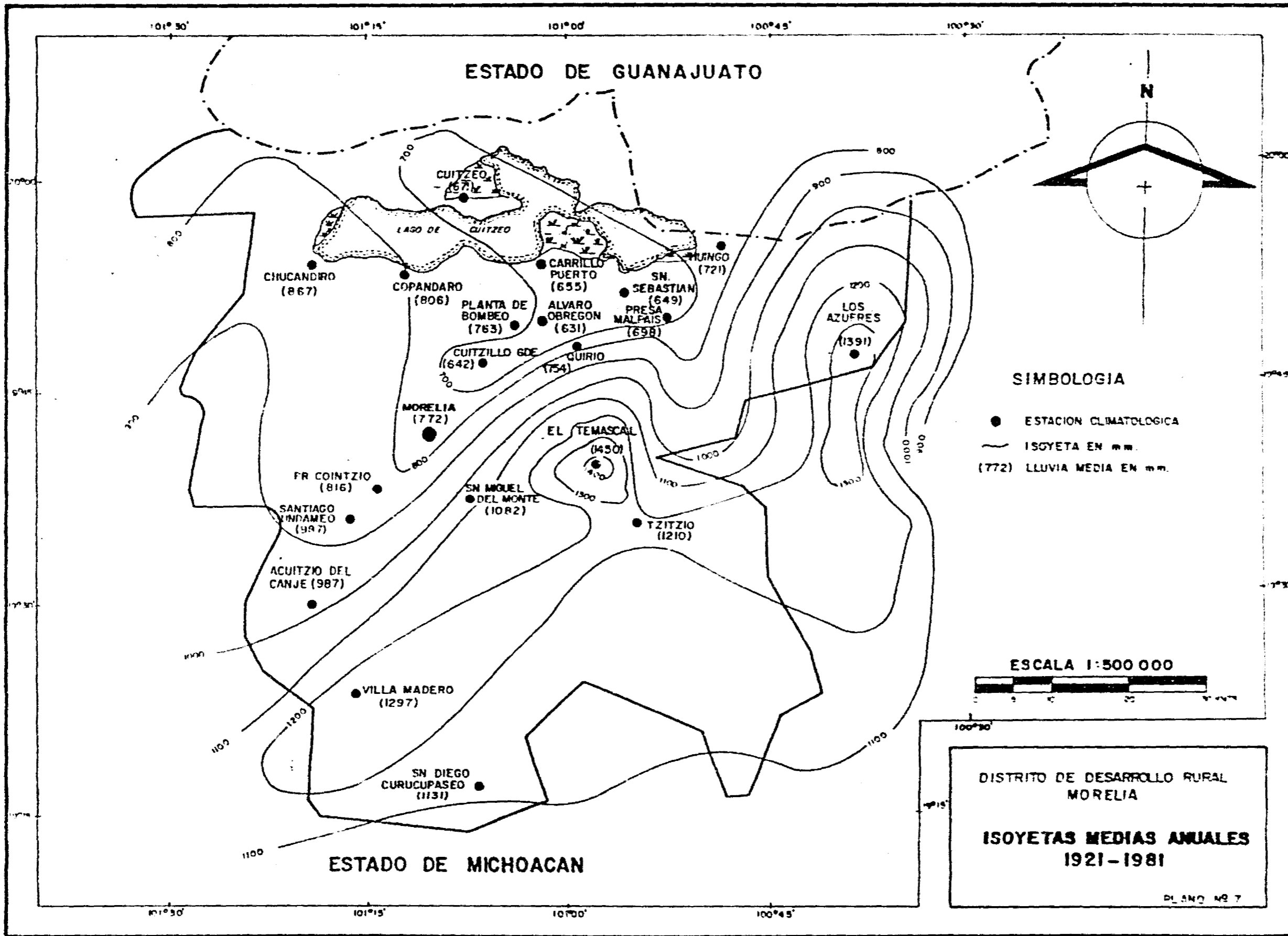
4.2.1. PRECIPITACION MEDIA ANUAL

En el cuadro número 9 se presenta un resumen de las precipitaciones mensuales y anuales de las estaciones climatológicas, ubicadas dentro del Distrito de desarrollo rural en estudio. Con el fin de presentar un panorama regional de la distribución anual, con los datos del cuadro mencionado se trazaron las isoyetas que se muestran en el plano número 7, donde se aprecia una zona de máxima precipitación coincidente con las máximas elevaciones, ubicadas a lo largo de la línea divisoria de las aguas entre las cuencas de los ríos Lerma y Balsas, con un máximo de 1,450 mm. en El Temascal, ubicado en la porción oriente; en la parte noreste, en Los Azufres la precipitación alcanza los 1,391 mm., y en Villa Madero situada en el extremo suroeste el valor se reduce a 1,297 mm. Hacia la parte noroeste de la línea divisoria de las aguas, en la cuenca del Lerma, las lluvias disminuyen rápidamente hasta valores de 172 y 754 mm., en Morelia y Quirio para llegar al límite norte del Distrito a valores de 631, 642, 649 y 655 mm., en las estaciones de Alvaro Obregón, Cuitzillo Grande, San Sebastián y Carrillo Puerto, respectivamente.

CUADRO No. 9
PRECIPITACION MEDIA MENSUAL Y ANUAL OBSERVADA

| PRECIPITACION EN MM. | | | | | | | | | | | | | | |
|-----------------------|-----------|------|------|------|------|------|-------|-------|-------|-------|-------|------|------|--------|
| ESTACION | PERIODO | E | F | M | A | M' | J | J' | A' | S | O | N | D | ANUAL |
| ACUITZIO DE CANJE | 1943-1984 | 18.1 | 8.7 | 8.5 | 23.2 | 82.3 | 175.8 | 203.2 | 172.1 | 167.9 | 84.4 | 30.3 | 13.8 | 989.0 |
| ALVARO OBREGON | 1965-1984 | 16.4 | 11.0 | 6.8 | 13.4 | 41.3 | 103.7 | 138.2 | 141.3 | 110.9 | 57.4 | 8.0 | 6.0 | 654.3 |
| CARRILLO PUERTO | 1970-1984 | 18.6 | 8.1 | 6.6 | 10.3 | 38.0 | 93.8 | 156.4 | 159.8 | 124.7 | 42.2 | 9.7 | 9.0 | 677.2 |
| COPANDARO | 1970-1984 | 19.4 | 7.7 | 4.4 | 8.4 | 23.0 | 139.0 | 195.2 | 192.8 | 145.4 | 55.7 | 13.3 | 17.0 | 821.0 |
| CUITZEO | 1933-1984 | 17.6 | 7.5 | 7.4 | 11.1 | 34.3 | 113.3 | 153.1 | 138.9 | 121.2 | 47.0 | 15.6 | 9.9 | 676.9 |
| CUITZILLO GRANDE | 1970-1984 | 14.8 | 7.7 | 7.8 | 13.0 | 32.1 | 98.0 | 135.9 | 142.5 | 121.4 | 55.4 | 11.6 | 8.4 | 653.6 |
| CHUCANDIRO | 1965-1984 | 19.7 | 8.9 | 9.2 | 15.3 | 38.5 | 155.0 | 194.2 | 199.0 | 161.0 | 76.6 | 12.6 | 9.1 | 899.1 |
| EL TEMASCAL | 1964-1984 | 37.5 | 13.5 | 9.2 | 25.7 | 54.1 | 246.2 | 351.3 | 343.7 | 281.1 | 116.7 | 21.3 | 9.0 | 1409.3 |
| HUINGO | 1937-1984 | 13.7 | 6.3 | 5.5 | 9.3 | 35.7 | 117.8 | 174.7 | 162.8 | 126.8 | 47.7 | 9.6 | 7.9 | 717.8 |
| LOS AZUFRES | 1965-1984 | 34.1 | 16.8 | 13.6 | 34.7 | 72.1 | 203.4 | 322.5 | 311.1 | 267.5 | 115.6 | 34.5 | 16.8 | 1442.7 |
| MORELIA | 1921-1984 | 14.7 | 6.9 | 7.3 | 13.5 | 41.9 | 139.3 | 172.4 | 154.6 | 134.4 | 59.0 | 16.0 | 11.7 | 771.7 |
| PLANTA BOMBEO | 1967-1984 | 17.7 | 9.1 | 8.9 | 12.5 | 38.7 | 115.7 | 159.2 | 168.8 | 153.3 | 60.8 | 16.8 | 7.4 | 768.9 |
| PRESA COINTZEO | 1939-1984 | 16.4 | 6.4 | 5.5 | 15.5 | 42.8 | 142.4 | 182.8 | 165.3 | 145.2 | 62.2 | 18.4 | 12.6 | 815.5 |
| PRESA MALPAIS | 1941-1984 | 16.7 | 6.5 | 4.2 | 10.7 | 36.9 | 116.3 | 162.4 | 156.0 | 126.6 | 47.5 | 11.3 | 7.9 | 703.3 |
| QUIRIO | 1964-1984 | 22.8 | 10.4 | 8.5 | 15.0 | 47.3 | 140.8 | 163.3 | 160.9 | 136.1 | 62.5 | 10.4 | 7.8 | 784.8 |
| SAN DIEGO CURUCUPASEO | 1921-1984 | 16.4 | 4.6 | 2.2 | 8.4 | 34.1 | 216.1 | 258.4 | 240.9 | 225.3 | 90.6 | 24.2 | 9.4 | 1130.6 |
| SAN MIGUEL DEL MONTE | 1964-1984 | 23.6 | 8.9 | 7.6 | 15.2 | 51.7 | 203.7 | 270.9 | 255.5 | 211.1 | 65.2 | 6.6 | 6.7 | 1126.7 |
| SAN SEBASTIAN | 1970-1984 | 19.4 | 7.2 | 4.5 | 11.4 | 31.4 | 116.0 | 140.4 | 144.8 | 125.2 | 46.9 | 7.3 | 6.6 | 661.1 |
| SANTIAGO UNDAMEO | 1954-1984 | 20.1 | 9.9 | 6.1 | 17.8 | 51.4 | 141.9 | 195.2 | 189.9 | 157.8 | 72.4 | 15.7 | 10.1 | 888.3 |
| TZITZIO | 1968-1984 | 26.2 | 11.7 | 5.9 | 11.7 | 40.9 | 205.7 | 268.3 | 237.4 | 249.4 | 117.8 | 23.8 | 6.7 | 1205.5 |
| VILLA MADERO | 1944-1984 | 31.1 | 5.8 | 7.6 | 16.7 | 54.3 | 234.3 | 267.3 | 253.4 | 265.6 | 130.9 | 26.5 | 14.9 | 1308.3 |

37



37

Hacia el sureste del Distrito sobre la cuenca del río Balsas, la reducción de la lluvia es menos brusca, pues su valor mínimo en el extremo sur es de 1,100 mm. Se aprecia que en un 66% de las estaciones la lluvia media anual es superior a los 750 mm. y en un 38% está comprendida entre 750 y 1000 mm. lo cual permite catalogar al Distrito como apto para el desarrollo de la agricultura de temporal.

4.2.2. PRECIPITACION MENSUAL

En el cuadro número 10 se observa que la distribución de la lluvia se concentra en los meses de mayo a octubre, pues sólo en esta temporada se acumula más del 90% de la precipitación total anual en casi la totalidad de las estaciones consideradas.

Con el propósito de definir en forma objetiva la distribución en el tiempo de la lluvia se seleccionaron cuatro estaciones representativas del Distrito, se graficaron las curvas masa para las estaciones de Cuitzeo, Presa Malpaís, Morelia y Presa Cointzio, que aparecen en las gráficas 3, 4, 5 y 6 respectivamente. Los diagramas masa se obtuvieron por la diferencia de la lluvia anual, está definida por el valor acumulativo algebraico de las diferencias de cada uno de los valores anuales con respecto a la lluvia media anual en el período analizado, representando este último valor la recta horizontal que parte de cero.

Si se analizan individualmente los diagramas por estaciones se tiene lo siguiente:

Cuitzeo: abundante de 1933 a 1937, seco de 1938 a 1957 y abundante de 1958 a la fecha.

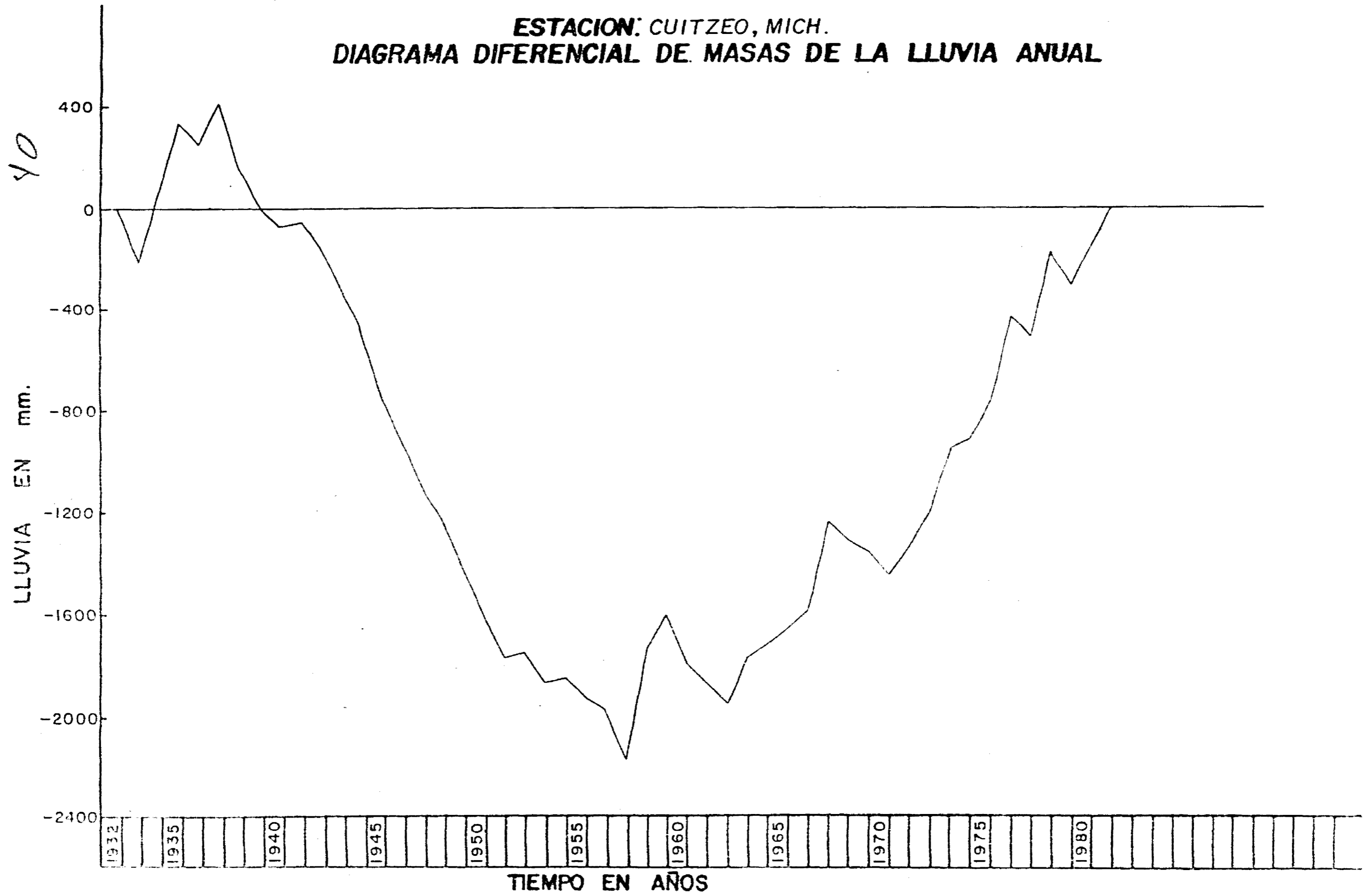
C U A D R O No. 10

PRECIPITACION MEDIA MENSUAL DE MAYO A OCTUBRE Y ANUAL DEL PERIODO 1921-1984

| E S T A C I O N | PRECIPITACION EN MM. | | | | | | | ANUAL |
|-----------------------|----------------------|-----|-----|-----|-----|-----|----|-------|
| | M' | J | J' | A | S | O | | |
| ACUITZIO DE CANJE | 82 | 176 | 203 | 172 | 168 | 84 | 89 | 989 |
| ALVARO OBREGON | 41 | 104 | 138 | 141 | 111 | 57 | 91 | 654 |
| CARRILLO PUERTO | 38 | 94 | 156 | 160 | 125 | 42 | 91 | 677 |
| COPANDARO | 23 | 139 | 195 | 193 | 145 | 56 | 91 | 821 |
| CUITZEO | 34 | 113 | 153 | 139 | 121 | 47 | 90 | 677 |
| CUITZILLO GRANDE | 32 | 98 | 136 | 143 | 121 | 55 | 89 | 654 |
| CHUCANDIRO | 39 | 155 | 194 | 199 | 161 | 77 | 92 | 899 |
| EL TEMASCAL | 54 | 246 | 351 | 344 | 281 | 117 | 98 | 1409 |
| HUINGO | 36 | 118 | 175 | 163 | 127 | 48 | 93 | 718 |
| LOS AZUFRES | 72 | 203 | 323 | 311 | 268 | 116 | 90 | 1443 |
| MORELIA | 42 | 139 | 172 | 155 | 134 | 59 | 91 | 772 |
| PLANTA DE BOMBEO | 39 | 116 | 159 | 169 | 153 | 61 | 91 | 769 |
| PRESA COINTZEO | 43 | 142 | 183 | 165 | 145 | 62 | 91 | 816 |
| PRESA MALPAIS | 37 | 116 | 162 | 156 | 127 | 48 | 92 | 703 |
| QUIRIO | 47 | 141 | 163 | 161 | 136 | 63 | 91 | 785 |
| SAN DIEGO CURUCUPASEO | 34 | 216 | 258 | 241 | 225 | 91 | 94 | 1131 |
| SAN MIGUEL DEL MONTE | 52 | 204 | 271 | 256 | 211 | 65 | 94 | 1127 |
| SAN SEBASTIAN | 31 | 116 | 140 | 145 | 125 | 47 | 91 | 661 |
| SANTIAGO UNDAMEO | 51 | 142 | 195 | 190 | 158 | 72 | 91 | 888 |
| TZITZIO | 41 | 206 | 268 | 237 | 249 | 118 | 93 | 1205 |
| VILLA MADERO | 54 | 234 | 267 | 253 | 266 | 131 | 92 | 1308 |

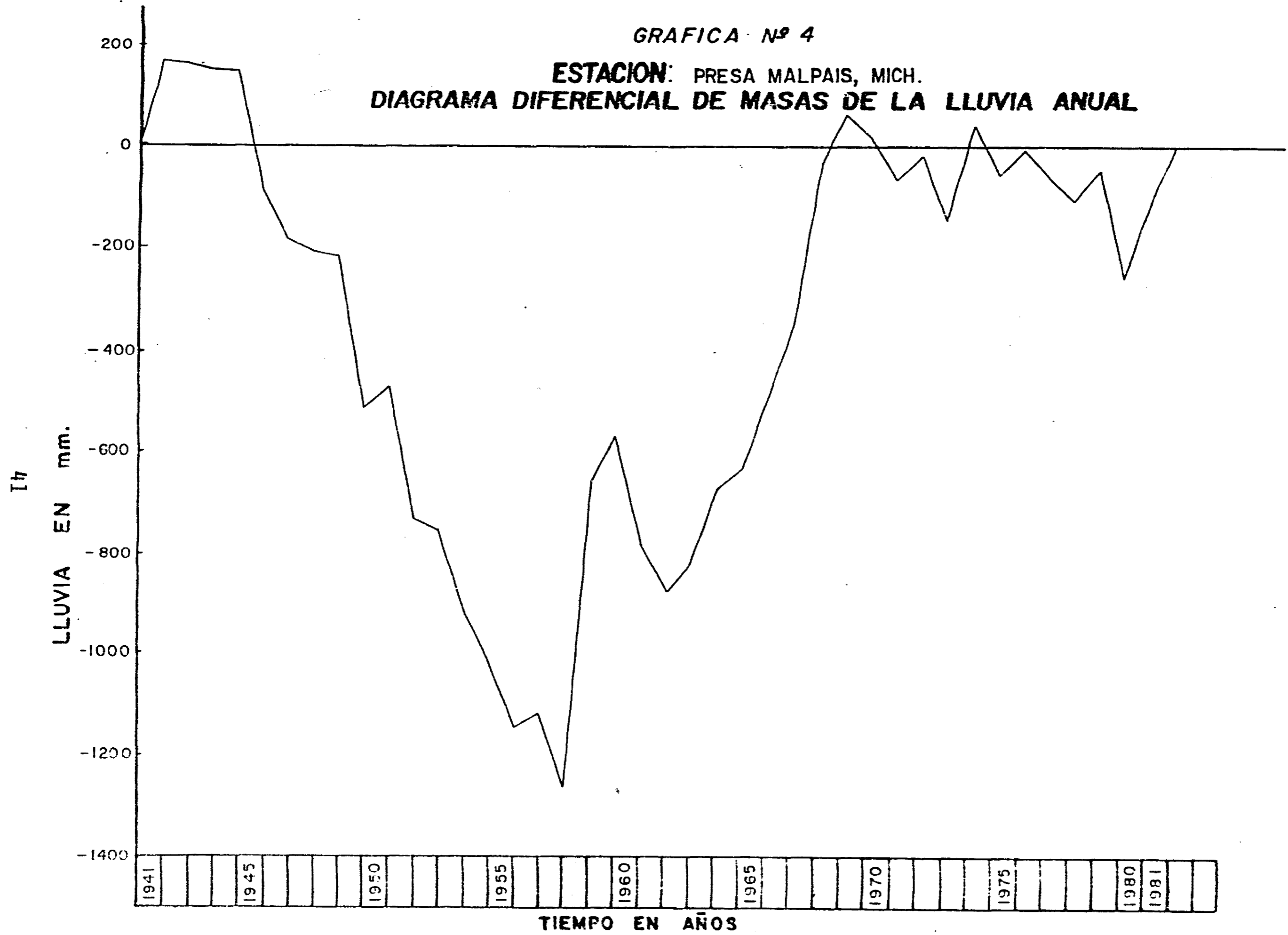
GRAFICA N° 3

ESTACION: CUITZEO, MICH.
DIAGRAMA DIFERENCIAL DE MASAS DE LA LLUVIA ANUAL



GRAFICA Nº 4

ESTACION: PRESA MALPAIS, MICH.
DIAGRAMA DIFERENCIAL DE MASAS DE LA LLUVIA ANUAL

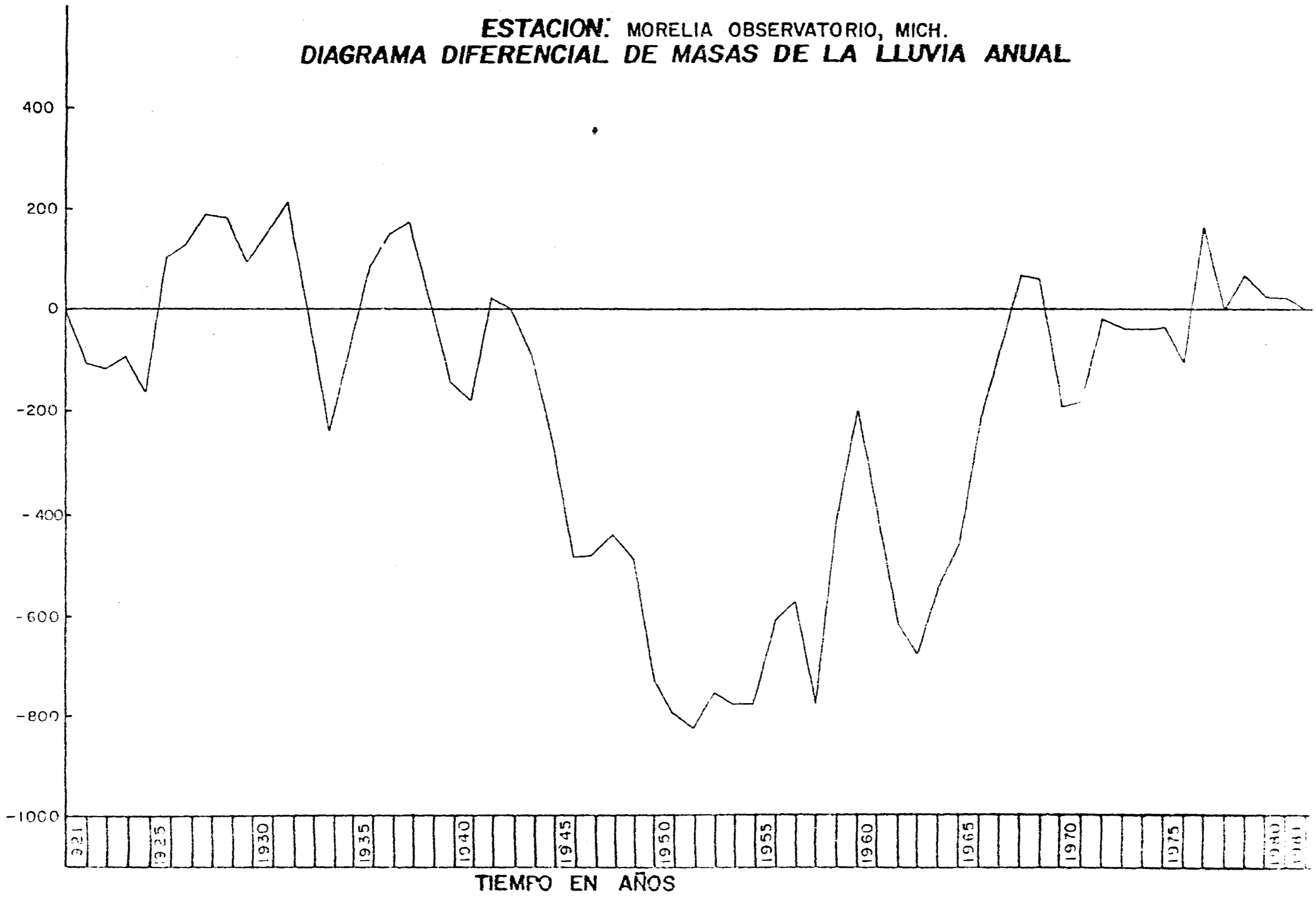


GRAFICA N° 5

ESTACION: MORELIA OBSERVATORIO, MICH.
DIAGRAMA DIFERENCIAL DE MASAS DE LA LLUVIA ANUAL

Y 2

LLUVIA EN MM.

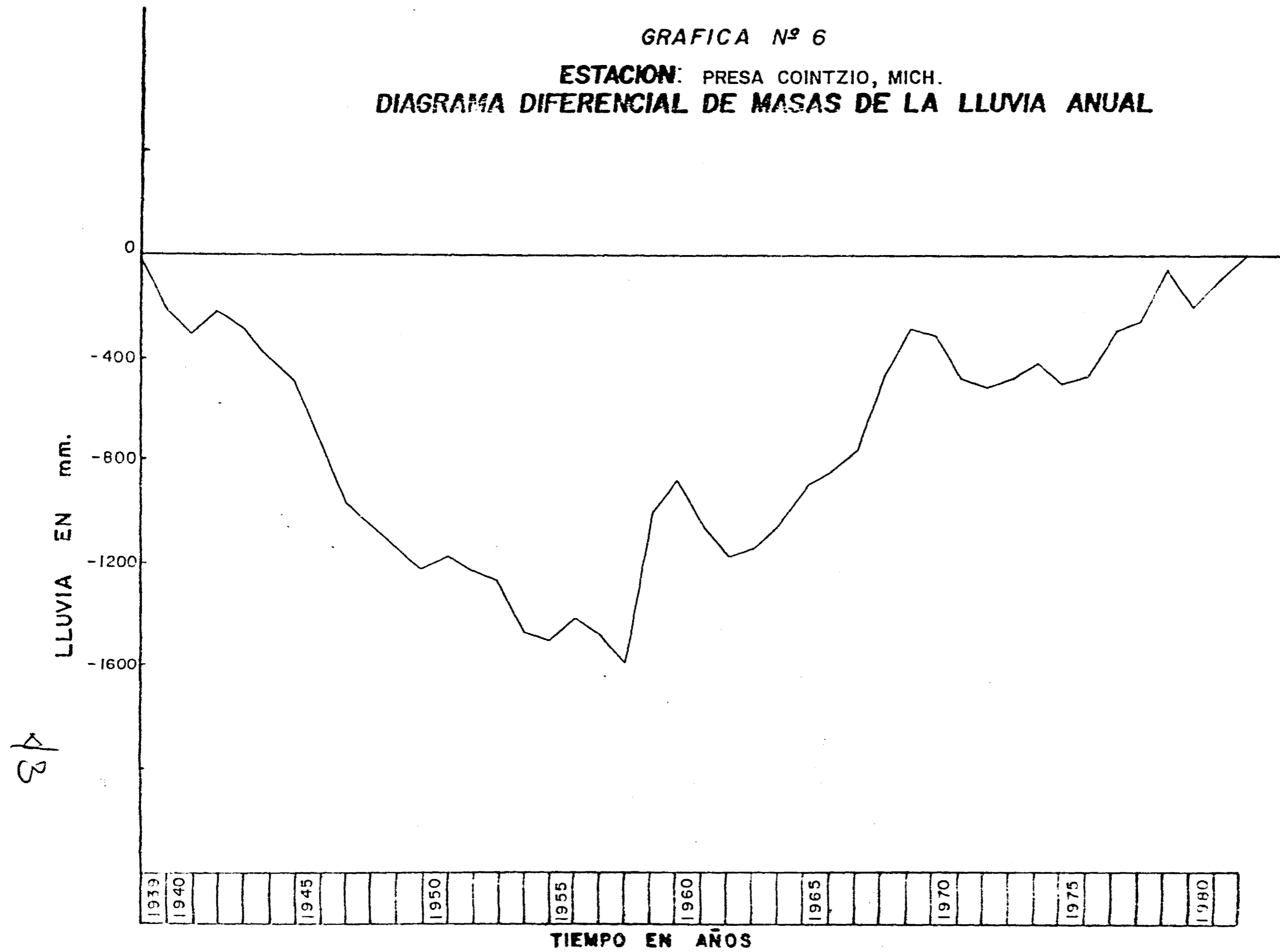


TIEMPO EN AÑOS

GRAFICA N° 6

ESTACION: PRESA COINTZIO, MICH.

DIAGRAMA DIFERENCIAL DE MASAS DE LA LLUVIA ANUAL



Presa Malpaís: normal de 1941 a 1944, seco de 1945 a 1957 y muy abundante en 1958; de 1959 a 1961 normal o escaso y de 1962 a 1968 abundante y de 1969 a la fecha presenta oscilaciones secas y abundantes.

Morelia: presenta oscilaciones secas y abundantes de 1921 a 1941, período con una tendencia seca de 1942 a 1951, abundante de 1952 a 1959, seco de 1960 a 1962, abundante de 1962 a 1967 y con oscilaciones secas y abundantes de 1968 a la fecha.

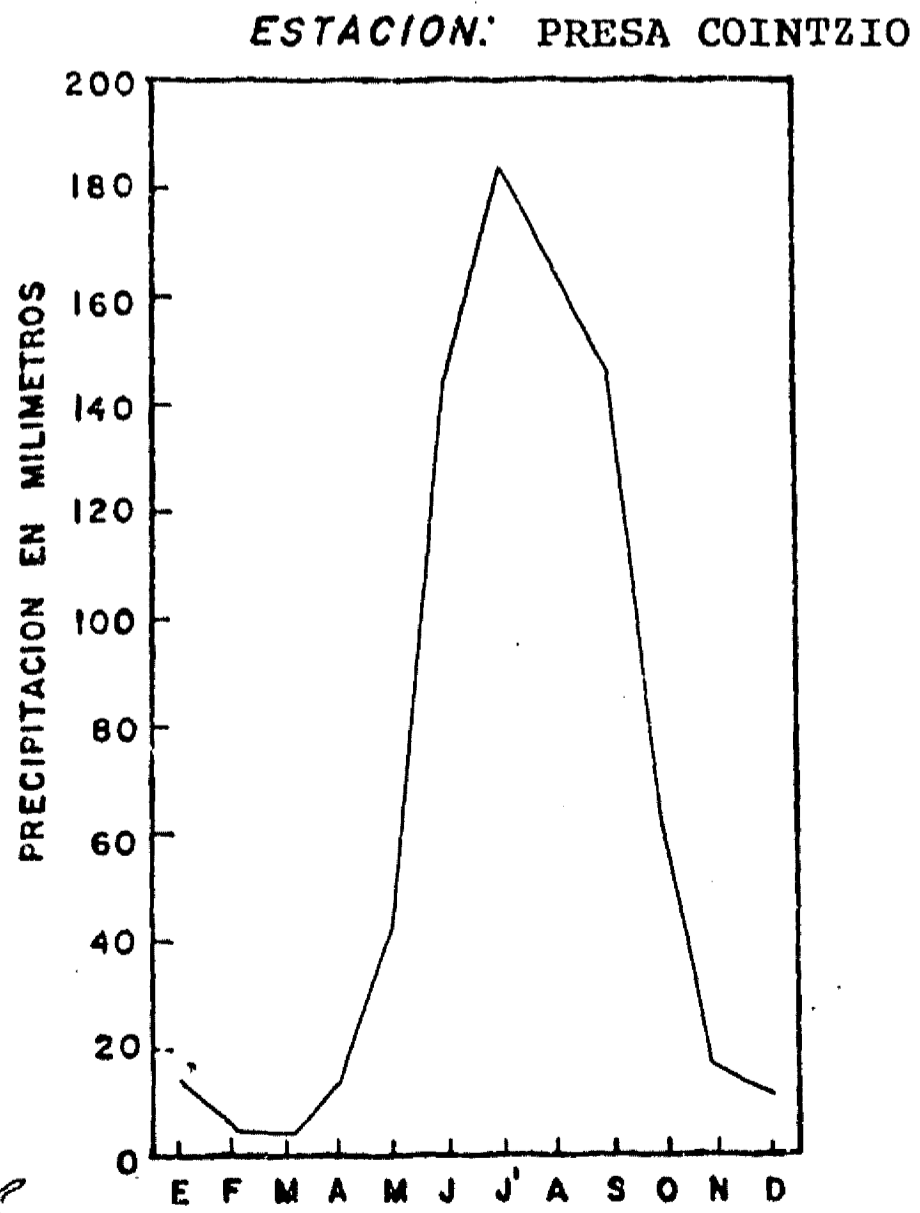
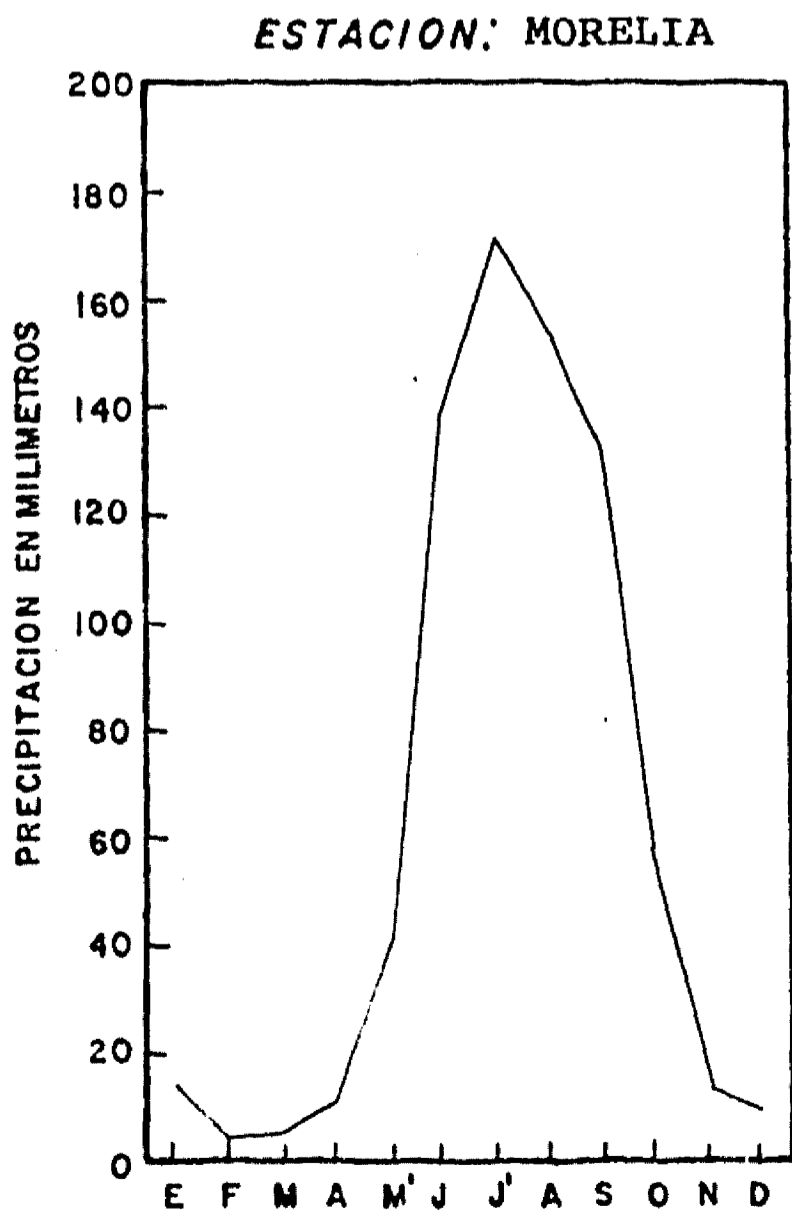
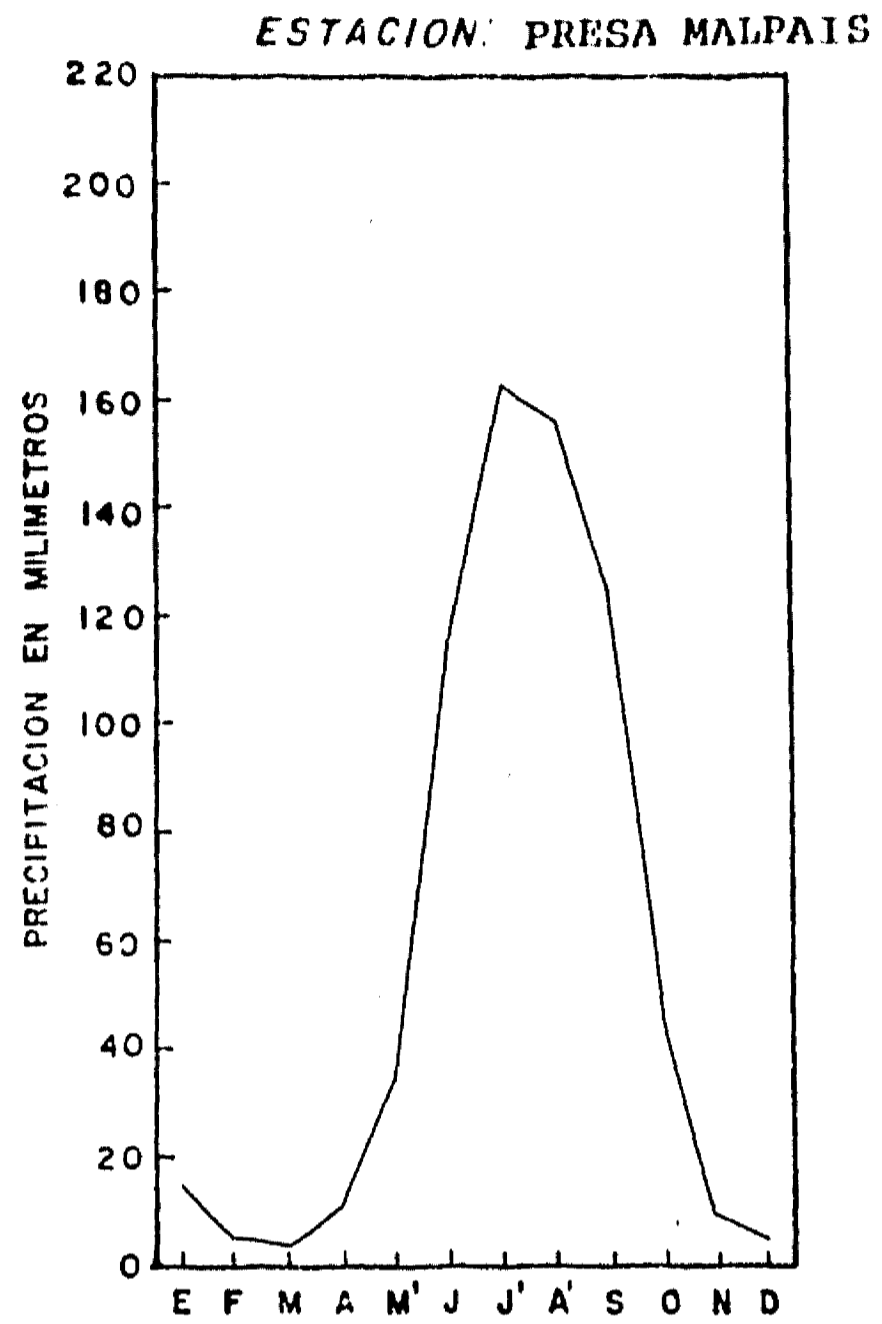
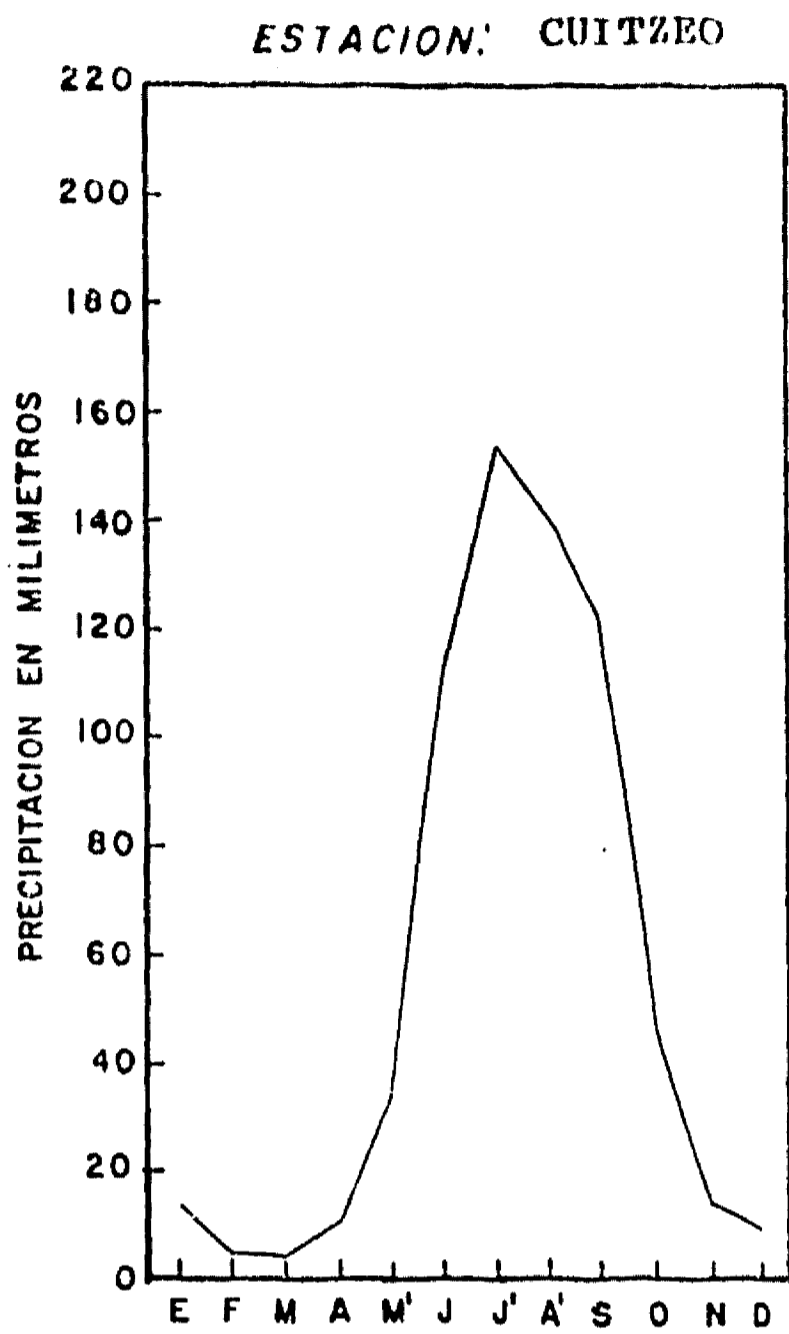
Presa Cointzio: esta estación presenta una tendencia muy marcada de seco en el período 1938 a 1957 y abundante de 1958 en adelante.

En la gráfica número 7 aparece la marcha mensual de la lluvia media de las cuatro estaciones anteriores de la que se desprende, que la precipitación inicia su ascenso en mayo siendo julio el mes más lluvioso en la mayor parte del Distrito. En agosto y septiembre, desciende ligeramente y en octubre el descenso es ya considerable, los meses de noviembre y abril son de transición entre la época de lluvias y el estiaje, mientras que en enero se manifiesta un pequeño repunte.

4.2.3. PRECIPITACION MAXIMA EN 24 HORAS

Para conocer la magnitud de las tormentas en el Distrito, se recopilaron para todas las estaciones consideradas en el estudio, los valores de la precipitación máxima en 24 horas y los medios de cada mes en el período de observación, consignándose dichos valores en el cuadro número 11.

GRAFICA N° 7
MARCHA MENSUAL DE LA PRECIPITACION MEDIA



45

C U A D R O N o . I I
P R E C I P I T A C I O N M A X I M A E N 2 4 H O R A S

| P R E C I P I T A C I O N E N M M . | | | | | | | | | | | | | | |
|---|---------------|-------|------|------|-------|-------|-------|-------|-------|------|-------|-------|------|-----------|
| E S T A C I O N | P E R I O D O | E | F | M | A | M' | J | J' | A' | S | O | N | D | A N U A L |
| ACUITZIO DE CANJE | 1943-1984 | 60.0 | 45.0 | 32.0 | 90.0 | 194.0 | 66.5 | 84.5 | 58.0 | 60.5 | 109.0 | 194.0 | 61.0 | 194.0 |
| ALVARO OBREGON | 1965-1984 | 37.0 | 19.5 | 22.0 | 28.5 | 38.0 | 41.0 | 51.0 | 78.0 | 58.0 | 40.0 | 20.0 | 25.0 | 78.0 |
| CARRILLO PUERTO | 1970-1984 | 41.0 | 20.0 | 18.0 | 14.5 | 35.5 | 28.5 | 51.8 | 40.0 | 48.1 | 34.5 | 51.2 | 36.0 | 51.8 |
| COPANDARO | 1970-1984 | 42.0 | 21.2 | 16.5 | 10.5 | 38.5 | 41.0 | 47.3 | 48.0 | 47.5 | 57.0 | 19.5 | 25.0 | 57.0 |
| CUITZEO | 1933-1984 | 51.4 | 16.3 | 22.4 | 51.0 | 27.6 | 60.6 | 69.8 | 57.3 | 71.3 | 52.5 | 38.6 | 25.0 | 71.3 |
| CUITZILLO GRANDE | 1970-1984 | 47.7 | 14.8 | 19.0 | 19.0 | 40.0 | 49.6 | 54.0 | 60.0 | 38.5 | 49.0 | 20.0 | 25.0 | 60.0 |
| CHUCANDIRO | 1965-1984 | 51.0 | 16.5 | 18.0 | 30.3 | 27.0 | 66.5 | 68.0 | 60.7 | 86.5 | 96.4 | 28.5 | 26.0 | 96.4 |
| EL TEMASCAL | 1964-1984 | 77.0 | 15.0 | 35.5 | 65.0 | 31.0 | 110.0 | 91.0 | 95.0 | 93.0 | 66.9 | 26.0 | 26.0 | 110.0 |
| HUINGO | 1937-1984 | 39.5 | 23.6 | 15.0 | 51.0 | 32.6 | 48.8 | 50.4 | 50.1 | 44.5 | 45.2 | 33.3 | 34.0 | 51.0 |
| LOS AZUFRES | 1965-1981 | 76.5 | 40.0 | 20.2 | 52.0 | 40.0 | 100.0 | 69.0 | 83.5 | 62.0 | 65.0 | 40.0 | 33.5 | 100.0 |
| MORELIA | 1921-1984 | 57.2 | 21.9 | 33.9 | 66.5 | 46.7 | 59.3 | 55.9 | 52.2 | 60.8 | 88.7 | 51.0 | 35.6 | 88.7 |
| PLANTA DE BOMBEO | 1967-1984 | 44.5 | 15.4 | 58.0 | 16.6 | 35.9 | 74.0 | 51.0 | 46.2 | 50.6 | 59.5 | 24.4 | 28.2 | 74.0 |
| PRESA COINTZIC | 1939-1984 | 50.0 | 18.0 | 14.5 | 29.3 | 41.2 | 69.5 | 46.0 | 54.0 | 78.9 | 80.0 | 44.2 | 41.2 | 80.0 |
| PRESA MALPAIS | 1941-1984 | 37.8 | 27.5 | 18.3 | 35.3 | 53.7 | 38.4 | 39.5 | 70.8 | 56.3 | 44.1 | 38.8 | 31.1 | 70.8 |
| QUIRIO | 1964-1984 | 50.0 | 22.0 | 19.6 | 20.6 | 43.5 | 63.5 | 51.4 | 48.4 | 60.0 | 43.5 | 21.4 | 14.3 | 63.5 |
| SAN DIEGO CURUCUPASEO | 1921-1984 | 100.0 | 34.0 | 17.5 | 109.0 | 50.5 | 102.0 | 82.0 | 154.0 | 98.6 | 82.0 | 71.0 | 28.0 | 154.0 |
| SAN MIGUEL DEL MONTE | 1964-1981 | 35.0 | 25.0 | 16.0 | 82.0 | 44.0 | 95.0 | 82.0 | 46.0 | 55.0 | 43.0 | 16.0 | 11.6 | 95.0 |
| SAN SEBASTIAN | 1970-1984 | 38.9 | 17.3 | 15.8 | 23.1 | 22.1 | 42.5 | 40.0 | 40.4 | 66.5 | 37.2 | 26.3 | 20.0 | 66.5 |
| SANTIAGO UNDAMEO | 1954-1984 | 52.0 | 36.9 | 19.7 | 30.6 | 51.8 | 53.2 | 50.5 | 60.4 | 50.5 | 82.0 | 26.5 | 22.2 | 82.0 |
| TEITZIO | 1968-1981 | 95.0 | 20.5 | 30.5 | 44.3 | 40.0 | 64.0 | 60.0 | 53.5 | 97.0 | 64.0 | 56.5 | 22.5 | 97.0 |
| VILLA MADRO | 1944-1981 | 100.0 | 20.0 | 52.5 | 109.0 | 83.5 | 80.0 | 110.0 | 85.0 | 74.0 | 194.0 | 48.0 | 43.0 | 194.0 |

El rango de los valores máximos maximorum dentro del Distrito varían de 194 mm., en Acuitzio de Canje y Villa Madero, a 51 mm., en Huingo. (Plano No. 10)

En la gráfica número 8, se dibujaron los valores de precipitación acumulativos de las principales tormentas en la estación Presa Cointzio con láminas de 75, 60 y 45 mm., y duraciones de 12, 9 y 3 horas respectivamente.

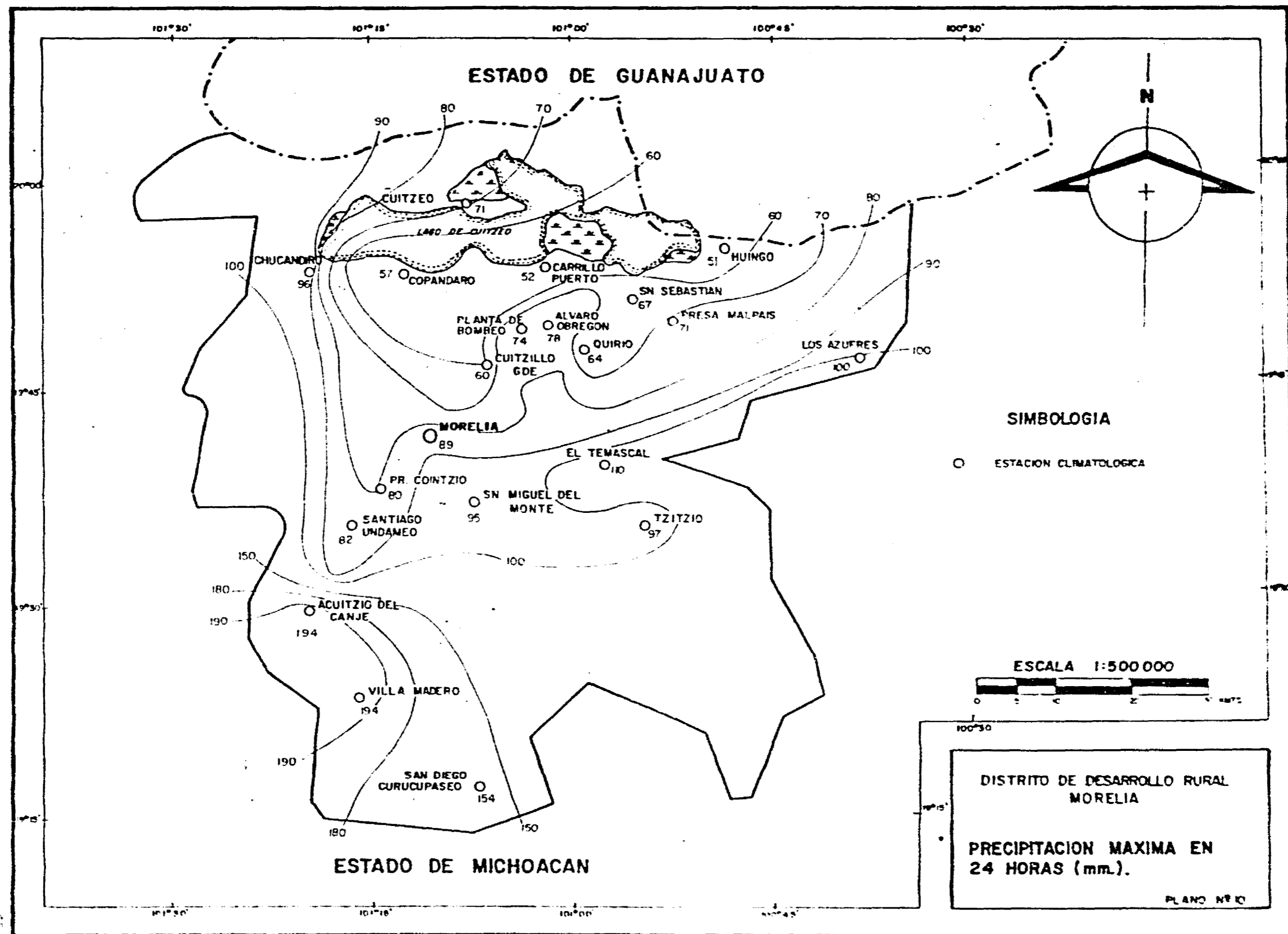
Al observar el cuadro número 11, que contiene los datos de precipitación máxima maximórum en 24 horas se infiere que la ocurrencia de las tormentas máximas es irregular. Debido a que los valores máximos se presentan en los meses de mayo, junio, agosto, octubre o noviembre.

4.2.4. GRANIZO

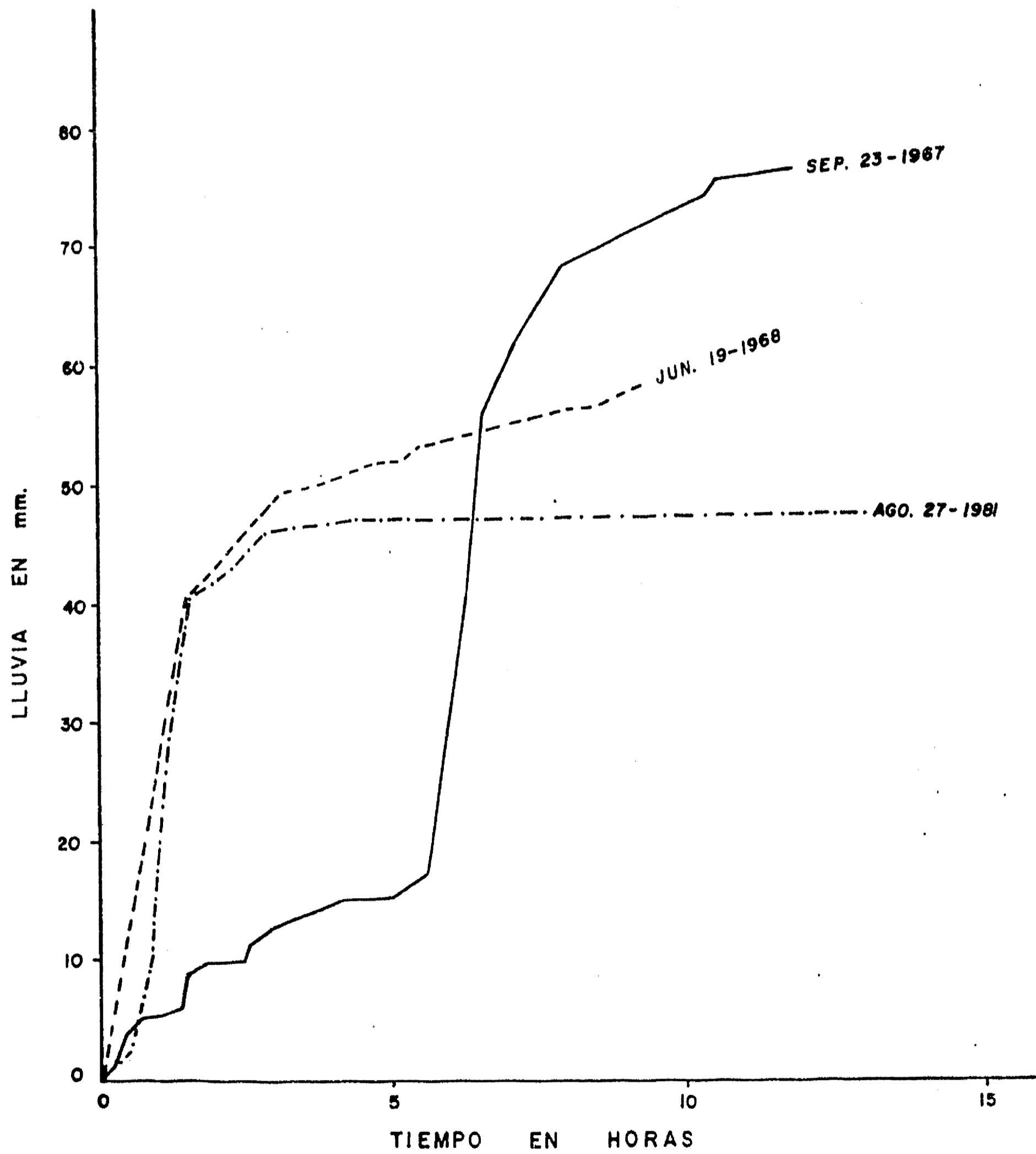
El granizo se genera en el interior super enfriado de nubes del tipo cúmulo nimbus; está formado por un núcleo central de hielo esponjoso, recubierto por capas alternas de hielo macizo y esponjoso, con forma más o menos esférica, y en ocasiones con formas irregulares; su diámetro oscila entre 0.5 y 2.0 cm.

Los daños que ocasiona el granizo a los cultivos depende de la etapa fenológica de éstos y del tamaño de aquél y de la duración e intensidad de su ocurrencia, por lo que es importante estudiar la frecuencia con que se presenta, principalmente por lo que afecta a aquellos cultivos en los que la parte aprovechable es el fruto o las hojas, siendo ambos dañados en su calidad por el granizo.

818



GRAFICA No. 8
DISTRITO DE TEMPORAL 74 MORELIA, MICH.
ESTACION PRESA COINTZIO, MICH.
PLUVIOGRAMAS ACUMULATIVOS DE LAS PRIN-
CIPALES TORMENTAS REGISTRADAS.
PERIODO : 1952-1981



Se seleccionaron 11 estaciones representativas de algunas unidades del Distrito que se estudió y se calculó para cada una de ellas el número promedio de días con granizo, cuadros 12 y 13, en los que se aprecia que los meses con mayor incidencia de granizadas comprenden de mayo a octubre, período coincidente con la temporada de lluvias.

Existe una franja de valores mínimos que se inicia en Tzitzio con un número promedio de 0.5 de días con granizo en el año y que con dirección general noroeste continúa por El Temascal, Planta de Bombeo y termina en Cuitzeo donde el número medio es de 0.1.

La mayor incidencia ocurre en la porción suroeste del Distrito donde la máxima ocurre en la estación de Acuitzio de Canje con un número máximo de 6 días con granizo en agosto, asimismo se tienen valores altos en Villa Madero, Morelia y Presa Cointzio con 6, 4 y 4 días con granizo respectivamente.

C U A D R O No. 12

OBSERVACIONES DE GRANIZO EN ALGUNAS ESTACIONES SELECCIONADAS

| E S T A C I O N | P E R I O D O | P R O M E D I O D E N U M E R O D E D I A S C O N G R A N I Z O | | | | | | | | | | | |
|------------------------------------|---------------|---|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| | | E | F | M | A | M' | J | J' | A' | S | O | N | D |
| ACUITZIO DE CANJE CUIPZEO | 1961-1984 | 0.0 | 0.4 | 0.4 | 0.4 | 1.1 | 1.1 | 0.8 | 0.8 | 0.5 | 0.3 | 0.3 | 0.1 |
| | 1933-1984 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.1 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 |
| CHUCANDIRO EL TEMASCAL | 1965-1984 | 0.0 | 0.1 | 0.0 | 0.3 | 0.0 | 0.5 | 0.5 | 0.6 | 0.3 | 0.3 | 0.0 | 0.1 |
| | 1964-1984 | 0.0 | 0.1 | 0.1 | 0.1 | 0.2 | 0.1 | 0.0 | 0.1 | 0.2 | 0.1 | 0.1 | 0.0 |
| HUINGO MORELIA | 1937-1984 | 0.0 | 0.2 | 0.2 | 0.2 | 0.3 | 0.6 | 0.6 | 1.0 | 0.3 | 0.3 | 0.1 | 0.1 |
| | 1921-1984 | 0.1 | 0.2 | 0.2 | 0.3 | 0.6 | 0.6 | 0.9 | 0.7 | 0.2 | 0.2 | 0.1 | 0.1 |
| PLANTA DE BOMBEO PRESA COINTZIO | 1967-1984 | 0.0 | 0.0 | 0.1 | 0.0 | 0.0 | 0.1 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.1 |
| | 1939-1984 | 0.2 | 0.1 | 0.1 | 0.4 | 0.5 | 0.7 | 0.5 | 0.5 | 0.3 | 0.2 | 0.2 | 0.1 |
| PRESA MALPAIS TZITZIO | 1941-1984 | 0.0 | 0.1 | 0.0 | 0.2 | 0.6 | 0.5 | 0.6 | 1.1 | 0.2 | 0.0 | 0.1 | 0.0 |
| | 1967-1984 | 1.0 | 0.0 | 1.0 | 0.0 | 0.0 | 2.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 |
| VILLA MADERO | 1961-1984 | 0.0 | 0.0 | 0.1 | 0.1 | 0.3 | 0.3 | 0.5 | 1.0 | 1.1 | 0.4 | 0.1 | 0.3 |

51

C U A D R O N o . 13
OBSERVACIONES DE GRANIZO EN ALGUNAS ESTACIONES SELECCIONADAS

| E S T A C I O N | P E R I O D O | N U M E R O M A X I M O D E D I A S C O N G R A N I Z O | | | | | | | | | | | |
|---------------------------------------|---------------|---|---|---|---|----|---|----|----|---|---|---|---|
| | | E | F | M | A | M' | J | J' | A' | S | O | N | D |
| ACUITZIO DE CANJE CUIZEO | 1961-1984 | 1 | 3 | 2 | 2 | 5 | 5 | 3 | 6 | 4 | 4 | 3 | 1 |
| | 1933-1984 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 |
| CHUCANDIRO EL TEMASCAL | 1965-1984 | 0 | 1 | 0 | 2 | 0 | 2 | 2 | 6 | 4 | 4 | 0 | 1 |
| | 1964-1984 | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 | 1 | 3 | 1 | 1 | 0 |
| HUINGO MORELIA | 1937-1984 | 1 | 2 | 3 | 2 | 2 | 3 | 3 | 5 | 3 | 3 | 1 | 1 |
| | 1921-1981 | 2 | 3 | 2 | 3 | 2 | 4 | 4 | 3 | 3 | 1 | 1 | 2 |
| PLANTA DE BOMBEO PRESA DE COINTZIO | 1967-1984 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | 1939-1984 | 3 | 1 | 1 | 4 | 4 | 4 | 3 | 3 | 2 | 2 | 2 | 1 |
| PRESA MALPAIS TZITZIO | 1941-1984 | 1 | 1 | 2 | 2 | 4 | 5 | 3 | 4 | 2 | 1 | 2 | 1 |
| | 1967-1984 | 1 | 0 | 1 | 0 | 0 | 2 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| VILLA MADERO | 1961-1984 | 1 | 1 | 2 | 1 | 2 | 5 | 6 | 6 | 6 | 4 | 2 | 6 |

5. CLIMA

La clasificación de climas permite asociar varias variables de fenómenos naturales a tipos climáticos definidos, de esta forma se establece la relación del clima con vegetación, suelos, paisaje y otros elementos naturales. De lo anterior se infiere que el clima es necesario para la planeación de la producción agrícola, ganadera, industrial, asentamientos humanos, etcetera.

El sistema climatológico de Koeppen adaptado a México por Enriqueta García así como el de Thorthwaite son los dos sistemas más conocidos en México por ello se consideró conveniente analizarlos y señalar las ventajas y limitaciones de cada uno de ellos. Papadakis a diferencia de otros sistemas de clasificación climática, emplea registros de temperaturas, máximas y mínimas promedio y la temperatura mínima extrema para definir las características térmicas de los meses; en cuanto a las condiciones de humedad se requiere conocer el agua almacenada en el suelo debido a las lluvias anteriores, para ello se realiza un balance hídrico considerando 100 mm. como capacidad de almacenamiento del suelo para cada mes; esta innovación motivó que, a nivel experimental, se establecieran comparaciones que permitieran elegir el sistema más adecuado y realista en el análisis de las potencialidades agrícolas en base al clima prevaleciente en cada región.

5.1. CLASIFICACION DE CLIMA SEGUN KOEPPEN MODIFICADO POR ENRIQUETA GARCIA.

Esta clasificación es equivalente a la de tipos de clima de Koeppen, la que ha sido modificada y adaptada por Enriqueta García con el propósito de detallar las características climatológicas de la República Mexicana.

La clasificación climática de W. Koeppen es un sistema muy general que a pesar de sus limitaciones ofrece un esquema simple y sencillo con el que es posible representar la variedad de tipos climáticos prevaecientes en el mundo. Se emplea en este trabajo para comparar la variación de los elementos que definen el clima y observar su diferencia con respecto a otros sistemas.

" Las modificaciones y adaptaciones al sistema de Koeppen se hicieron necesarias porque este sistema climático fue concebido fundamentalmente para definir las zonas climáticas del mundo que se extienden en latitud. Por consiguiente los valores y cálculos en que se funda pueden no corresponder exactamente a las condiciones de un país como México en el que los cambios esenciales de clima no dependen sólo de la latitud, sino también de las grandes variaciones de la altitud que crean condiciones especiales en los cambios y distribución de los elementos climáticos ".¹

" Las características fundamentales de algunos tipos de climas de Koeppen como el Am y

¹ Enriqueta García, 1973. Modificaciones al Sistema de Clasificación Climática de Koeppen. Universidad Nacional de México PP8.

BS

Aw, así como los BS, BW y Cs, son aplicables a México casi en su forma original. En cambio los Cw, Cf y E, aunque corresponden a cierto grado con ciertas condiciones climáticas del país, no pueden ser aplicadas a México en su forma original, sino que su aplicación tiene que hacerse diferente a la primitiva. En efecto, estos climas (Cw, Cf y E), se encuentran en las montañas de la parte central y sur de México y precisamente por hallarse dentro de la zona tropical tienen algunas características distintas de aquellas de los climas C y E de las latitudes medias o boreales, que son las que trató Koeppen de describir".²

Del cuadro número 14 se tomaron los datos necesarios para clasificar los climas de cada estación y con base en la cantidad y calidad de las observaciones se seleccionaron 6 estaciones representativas de la distribución del clima prevaleciente en la región.

La carta de climas que se consigna en el plano número 11, se obtuvo en base a los datos de temperatura y precipitación media que aparecen en el cuadro 14, donde se aprecian los siguientes tipos climáticos: Cb (w₀) (w) (e') g; Cb (w₁) (w) (i')g; Cb (w₂) (w) (i') g; C (E) (m) (w) (i')g; A (w₂) (w) (i')g y A (C) (w₁) (w) i g. Correspondiente a las siguientes estaciones climatológicas: Cuitzeo, Morelia, San Miguel del Monte, Los Azufres, San Diego Curucupaseo y Tzitzio, respectivamente.

²Enriqueta García, 1973. Modificaciones al Sistema de Clasificación Climática de Koeppen. Universidad Nacional de México PP8.

CUADRO No. 14

TEMPERATURA Y PRECIPITACION MEDIA ANUAL

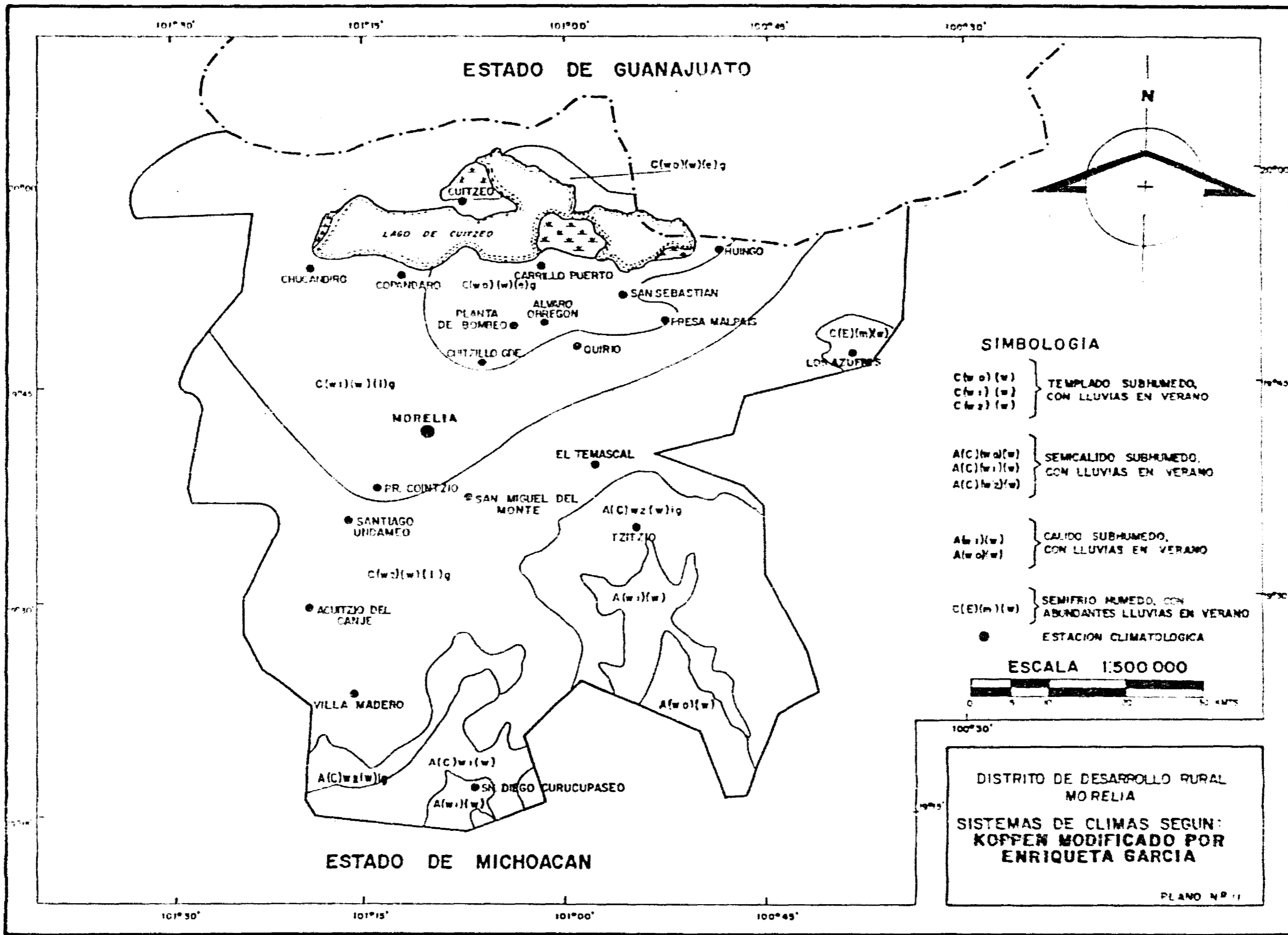
| ESTACION | | E | F | M | A | M' | J | J' | A' | S | O | N | D | ANUAL | CLIMA SEGUN KOEPPEN MODI- PICADO POR EN- RIQUETA GARCIA. |
|-------------------|------|------|------|------|------|------|-------|-------|-------|-------|-------|------|------|--------|---|
| ACUITZIO DE CANJE | T 42 | 14.1 | 15.2 | 17.2 | 19.2 | 20.1 | 19.7 | 18.6 | 18.5 | 18.5 | 17.4 | 15.7 | 14.3 | 17.4 | Cb(w2)(w)(i')g |
| | P 42 | 18.8 | 8.7 | 8.5 | 23.2 | 82.3 | 175.8 | 203.2 | 172.1 | 167.9 | 84.4 | 30.3 | 13.8 | 989.0 | |
| ALVARO OBREGON | T 20 | 14.8 | 15.7 | 18.1 | 20.3 | 21.9 | 21.4 | 20.1 | 19.5 | 19.4 | 18.2 | 16.3 | 15.3 | 18.4 | Cb(w)(w)(e)g |
| | P 20 | 16.4 | 11.0 | 6.8 | 13.4 | 41.3 | 103.7 | 138.2 | 141.3 | 110.9 | 57.4 | 8.0 | 6.0 | 654.3 | |
| CARRILLO PUERTO | T 15 | 12.9 | 14.0 | 16.5 | 18.4 | 19.9 | 19.2 | 18.2 | 18.1 | 17.7 | 16.9 | 14.6 | 13.5 | 16.7 | Cb(w)(w)(i')g |
| | P 15 | 18.6 | 8.1 | 6.6 | 10.3 | 38.0 | 93.8 | 154.4 | 159.8 | 124.7 | 12.2 | 9.7 | 9.0 | 677.2 | |
| COPANDARO | T 15 | 11.5 | 12.5 | 14.9 | 17.0 | 18.8 | 18.6 | 17.4 | 17.3 | 17.0 | 15.6 | 13.0 | 11.9 | 15.5 | Cb(w1)(w)(i')g |
| | P 15 | 19.4 | 7.7 | 4.4 | 8.4 | 23.0 | 139.0 | 195.2 | 192.8 | 145.4 | 55.7 | 13.3 | 17.0 | 821.0 | |
| CUIZEO | T 50 | 14.5 | 16.2 | 18.6 | 20.4 | 21.6 | 20.4 | 18.9 | 19.0 | 18.4 | 17.8 | 16.3 | 14.9 | 18.1 | Cb(w)(w)(e)g |
| | P 52 | 17.6 | 7.5 | 7.4 | 11.1 | 34.3 | 113.3 | 153.1 | 138.9 | 121.2 | 47.0 | 15.6 | 9.9 | 676.9 | |
| CUIZILLO GRANDE | T 16 | 13.2 | 14.3 | 16.7 | 18.5 | 20.0 | 19.6 | 18.5 | 18.5 | 18.3 | 17.2 | 14.9 | 13.8 | 17.0 | Cb(w)(w)(i')g |
| | P 15 | 14.8 | 7.7 | 7.8 | 13.0 | 32.1 | 98.0 | 135.9 | 142.5 | 121.4 | 55.4 | 11.6 | 8.4 | 653.6 | |
| CHUCANDIRO | T 20 | 14.3 | 15.1 | 17.7 | 19.2 | 21.1 | 20.0 | 18.8 | 17.9 | 17.9 | 17.4 | 16.0 | 15.0 | 17.5 | Cb(w1)(w)(e)g |
| | P 20 | 19.7 | 8.9 | 9.2 | 15.3 | 38.5 | 155.0 | 194.2 | 199.0 | 161.0 | 76.6 | 12.6 | 9.1 | 899.1 | |
| EL TEMASCAL | T 21 | 14.8 | 16.0 | 17.9 | 19.6 | 20.4 | 18.8 | 17.3 | 17.2 | 17.0 | 19.9 | 16.3 | 15.7 | 17.3 | Cb(m)(w)(i')g |
| | P 21 | 37.5 | 13.5 | 9.2 | 25.7 | 54.1 | 246.2 | 351.3 | 343.7 | 281.1 | 116.7 | 21.3 | 9.0 | 1409.3 | |
| HUINGO | T 48 | 13.8 | 15.1 | 17.4 | 19.3 | 20.9 | 20.6 | 19.3 | 19.2 | 19.0 | 17.9 | 15.8 | 14.3 | 17.7 | Cb(w)(w)(e)g |
| | P 48 | 13.7 | 6.3 | 5.5 | 9.3 | 35.7 | 117.8 | 174.7 | 162.8 | 126.8 | 47.7 | 9.6 | 7.9 | 717.8 | |
| LOS AZUFRES | T 15 | 8.7 | 10.3 | 11.7 | 13.3 | 13.5 | 14.3 | 12.6 | 12.2 | 11.6 | 10.8 | 9.6 | 8.7 | 11.4 | C(E)(m)(w)(i')g |
| | P 20 | 34.1 | 16.8 | 13.6 | 34.7 | 72.1 | 203.4 | 322.5 | 311.1 | 217.5 | 115.6 | 34.5 | 16.8 | 1442.7 | |

CUADRO No. 14

TEMPERATURA Y PRECIPITACION MEDIA ANUAL

| ESTACION | | E | F | M | A | M' | J | J' | A' | S | O | N | D | ANUAL | CLIMA SEGUN KOEPPEN MODI- FICADO POR EN- RIQUETA GARCIA. |
|-----------------------|------|------|------|------|------|------|-------|-------|-------|-------|-------|------|------|--------|---|
| MORELIA | T 64 | 14.4 | 15.8 | 18.1 | 19.8 | 20.8 | 19.9 | 18.6 | 18.4 | 18.2 | 17.5 | 15.8 | 14.6 | 17.7 | Cb(w1)(w)(i')g |
| | P 18 | 14.7 | 6.9 | 7.3 | 13.5 | 41.9 | 139.3 | 172.4 | 154.6 | 134.4 | 59.0 | 16.0 | 11.7 | 771.7 | |
| PLANTA DE BOMBEO | T 16 | 13.1 | 13.9 | 16.7 | 18.5 | 20.0 | 20.1 | 18.8 | 18.8 | 18.2 | 17.5 | 14.9 | 13.7 | 17.0 | Cb(w0)(w)(i')g |
| | P 18 | 17.7 | 9.1 | 8.9 | 12.5 | 38.7 | 115.7 | 159.2 | 168.8 | 153.3 | 60.8 | 16.8 | 7.4 | 768.9 | |
| PRESA COINTZIO | T 45 | 14.0 | 15.1 | 17.2 | 19.0 | 20.4 | 19.8 | 18.5 | 18.4 | 18.1 | 17.5 | 16.1 | 14.5 | 17.4 | Cb(w1)(w)(i')g |
| | P 46 | 16.4 | 6.4 | 5.5 | 15.5 | 42.8 | 142.4 | 182.8 | 165.3 | 145.2 | 62.2 | 18.4 | 12.6 | 815.5 | |
| PRESA MALPAIS | T 44 | 13.7 | 14.7 | 17.0 | 18.8 | 20.6 | 20.2 | 19.0 | 18.8 | 18.6 | 17.4 | 15.2 | 14.0 | 17.3 | Cb(w0)(w)(i')g |
| | P 44 | 16.7 | 6.5 | 4.2 | 10.7 | 36.9 | 116.3 | 162.4 | 156.0 | 126.6 | 47.5 | 11.3 | 7.9 | 763.0 | |
| QUIRIO | T 21 | 13.8 | 15.2 | 17.7 | 20.0 | 21.4 | 20.8 | 19.4 | 19.1 | 18.9 | 17.7 | 15.6 | 14.5 | 17.8 | Cb(w1)(w)(e)g |
| | P 21 | 22.8 | 10.4 | 8.5 | 15.0 | 47.3 | 140.8 | 163.3 | 160.9 | 136.1 | 62.5 | 10.4 | 7.8 | 784.8 | |
| SAN DIEGO CURUCUPASEO | T 64 | 23.1 | 24.1 | 26.1 | 27.6 | 28.7 | 26.8 | 25.1 | 24.9 | 24.6 | 24.8 | 24.2 | 23.4 | 25.3 | A(w1)(w)(i')g |
| | P 64 | 16.4 | 4.6 | 2.2 | 8.4 | 34.1 | 216.1 | 258.4 | 240.9 | 225.3 | 90.6 | 24.2 | 9.4 | 1130.6 | |
| SAN MIGUEL DEL MONTE | T 18 | 13.0 | 13.8 | 15.6 | 17.4 | 19.0 | 18.2 | 16.8 | 16.9 | 16.2 | 15.4 | 14.1 | 13.5 | 15.8 | Cb(w2)(w)(i')g |
| | P 21 | 23.6 | 8.9 | 7.6 | 15.2 | 51.7 | 203.7 | 270.9 | 255.5 | 211.1 | 65.2 | 6.6 | 6.7 | 1126.7 | |
| SAN SEBASTIAN | T 16 | 12.6 | 13.5 | 16.7 | 18.5 | 20.0 | 20.1 | 18.8 | 18.8 | 18.2 | 17.5 | 14.9 | 13.7 | 17.0 | Cb(w0)(w)(i')g |
| | P 15 | 19.4 | 7.2 | 4.5 | 11.4 | 31.4 | 116.0 | 140.4 | 144.8 | 125.2 | 46.9 | 7.3 | 6.6 | 661.1 | |
| SANTIAGO UNDAMEO | T 31 | 11.9 | 13.1 | 15.4 | 17.4 | 18.7 | 18.7 | 17.5 | 17.4 | 17.0 | 15.7 | 13.6 | 12.3 | 15.7 | Cb(w2)(w)(i')g |
| | P 31 | 20.1 | 9.9 | 6.1 | 17.8 | 51.4 | 141.9 | 195.2 | 189.9 | 157.8 | 72.4 | 15.7 | 10.1 | 888.3 | |
| TZITZIO | T 14 | 19.0 | 19.5 | 21.3 | 23.2 | 23.5 | 22.2 | 21.3 | 21.1 | 21.0 | 20.9 | 20.2 | 19.1 | 21.0 | A(C)(w2)(w)ig |
| | P 17 | 26.2 | 11.7 | 5.9 | 11.7 | 40.9 | 205.7 | 268.3 | 237.4 | 249.4 | 117.8 | 23.8 | 6.7 | 1205.5 | |
| VILLA MADERO | T 39 | 14.1 | 14.8 | 16.7 | 18.3 | 19.4 | 18.0 | 17.3 | 17.3 | 16.7 | 16.0 | 15.6 | 14.3 | 16.5 | Cb(w2)(w)(i') |
| | P 41 | 31.1 | 5.8 | 7.6 | 16.7 | 54.3 | 234.3 | 267.3 | 253.4 | 265.6 | 130.9 | 26.5 | 14.9 | 1308.3 | |

58



ESTACION CUITZEO

| | |
|-------------------------|---------|
| Temperatura media anual | 18.1° C |
| Mes más cálido, mayo | 21.6° C |
| Mes más frío, enero | 14.5° C |
| Oscilación térmica | 7.1° C |
| Cociente P/T | 37.4 |

Porcentaje de la precipitación invernal = 4.8

Tipo climático, C

Por su régimen térmico, b, de verano fresco y largo, con temperatura del mes más caliente menor de 22° C.

Por su oscilación térmica, e, entre 7 y 14° C

Por su régimen de lluvias = w

Marcha anual de la temperatura tipo Ganges, g

Máximo de claves aceptado: Cb (w1) (w) (e') g.

Definición. Clima templado subhúmedo, con verano fresco y largo, con régimen de lluvias en verano con escaso porcentaje de lluvia invernal, el más seco de los climas Cw, oscilación térmica extrema entre 7 y 14° C y la temperatura del mes más cálido se presenta antes del solsticio de verano.

ESTACION MORELIA

| | |
|-------------------------|---------|
| Temperatura media anual | 17.7° C |
| Mes más cálido, mayo | 20.8° C |
| Mes más frío, enero | 14.4° C |

59

| | |
|---|-------|
| Oscilación térmica | 6.4°C |
| Cociente P/T | 43.6 |
| Porcentaje de la precipitación invernal | 3.7 |

Tipo climático C

Por su régimen térmico, b, de verano fresco y largo con temperatura del mes más caliente menor de 22°C.

Por su oscilación térmica, (i') entre 5 y 7°C.

Por su régimen de lluvias, w

Marcha anual de la temperatura de tipo Ganges, g

Máximo aceptado: Cb (w₁) (w) (i') g

Definición. Clima templado subhúmedo, con verano fresco y largo con régimen de lluvias de verano y escaso porcentaje de lluvia invernal, intermedio por su grado de humedad, oscilación térmica entre 5 y 7°C y la temperatura del mes más cálido se presenta antes del solsticio de verano.

ESTACION SAN MIGUEL DEL MONTE

| | |
|--------------------------------------|--------|
| Temperatura media anual | 15.8°C |
| Mes más cálido, mayo | 19.0°C |
| Mes más frío, enero | 13.0°C |
| Oscilación térmica | 6.0°C |
| Cociente P/T | 71.3 |
| Porcentaje de precipitación invernal | 3.6 |
| Tipo climático, C | |

Por su régimen térmico, b, de verano fresco y largo, con temperatura del mes más caliente menor de 22°C.

Por su oscilación térmica, (i') entre 5 y 7 °C.

Por su régimen de lluvias, w

Marcha anual de la temperatura tipo Ganges, g

Máximo de claves aceptado: Cb (w₁) (w) (i') g

Definición. Clima templado subhúmedo, con verano fresco y largo, con régimen de lluvias de verano y escaso porcentaje de lluvia invernal, el más húmedo de los Cw, con poca oscilación entre 5 y 7°C y la temperatura del mes más cálido se presenta antes del solsticio de verano.

ESTACION LOS AZUFRES

| | |
|--------------------------------------|--------|
| Temperatura media anual | 11.4°C |
| Mes más cálido, junio | 14.3°C |
| Mes más frío, enero | 8.7°C |
| Oscilación térmica | 5.6°C |
| Cociente P/T | 126.6 |
| Porcentaje de precipitación invernal | 4.5 |

Tipo climático, C(E).

Por su oscilación térmica (i'), con poca oscilación entre 5 y 7°C.

Por su régimen de lluvias, w

Marcha anual de la temperatura tipo Ganges g, la máxima se presenta antes del solsticio de verano.

Máximo de claves aceptado: C (E) (m) (w) (i') g

Definición. Clima semifrío con régimen de lluvias de verano con escaso porcentaje de lluvia invernal, con poca oscilación entre 5 y 7°C y la temperatura del mes más cálido se presenta antes del solsticio de verano.

ESTACION SAN DIEGO CURUCUPASEO

| | |
|--------------------------------------|--------|
| Temperatura media anual | 25.3°C |
| Mes más cálido, mayo | 28.7°C |
| Mes más frío, enero | 23.1°C |
| Oscilación térmica | 5.6°C |
| Cociente P/T | 44.7 |
| Porcentaje de precipitación invernal | 2.1 |

Tipo climático, A

Por su oscilación térmica, (i'), con poca oscilación entre 5 y 7°C.

Por su régimen de lluvias; w

Marcha anual de la temperatura tipo Ganges g, la máxima se presenta antes del solsticio de verano.

máximo de claves aceptado: A (w₁) (w) (i') g.

Definición. Clima cálido subhúmedo con régimen de lluvias de verano y escaso porcentaje de lluvia invernal, intermedio entre el Aw₀ y el Aw₂, con poca oscilación térmica entre 5 y 7°C y la temperatura del mes más cálido se presenta antes del solsticio de verano.

ESTACION TZITZIO

| | |
|--------------------------------------|--------|
| Temperatura media anual | 21.0°C |
| Mes más cálido, mayo | 23.5°C |
| Mes más frío, enero | 19.0°C |
| Oscilación térmica | 4.5 |
| Cociente P/T | 57.4 |
| Porcentaje de precipitación invernal | 3.6 |

Tipo climático, A (C)

Por su oscilación térmica, (i), isothermal menor de 5°C

Por su régimen de lluvias, w

Marcha anual de la temperatura tipo Gannes g, la máxima se presenta antes del solsticio de verano.

Máximo de claves aceptado: A(C) (w₁) i g.

Definición. Clima semicálido subhúmedo con tendencia a templado, con régimen de lluvias en verano y escaso porcentaje de lluvia invernal, intermedio entre el Aw₀ y Aw₂, isothermal y la temperatura del mes más cálido se presenta antes del solsticio de verano.

A partir de la región donde se sitúan los límites con el estado de Guanajuato y desplazándose hacia el sur y suroeste, el tipo de clima predominante es el templado subhúmedo con la siguiente clasificación: Cb (w₀) (w) cubre el 6.4% del Distrito, las estaciones que aparecen con este clima son: Alvaro Obregón, Carrillo Puerto, Cuitzeo, Cuitzillo Grande, Huingo, Planta de Bombo, Presa Malpaís y San Sebastián. Cb (w₁) (w), prevalece con un cubrimiento de 31.5% de la zona en las estaciones de Copándaro,

Chucándiro, Morelia, Presa Cointzio, Quirio y San Diego Curucupaseo. Cb (w₂) (w), con un 39.4% se localiza en las estaciones de: Acuitzeo de Canje, San Miguel del Monte, Santiago Undameo y Villa Madero.

En segundo orden, el tipo de clima predominante es el semicálido subhúmedo, con lluvias en verano, que se localiza en la porción sureste con la clasificación siguiente: A (C) (w₀) (w) el más seco de los subhúmedos con un cociente P/T menor de 43 cubre el 0.4% del área. A(C) (w₁) (w) intermedio entre el Aw₀ y Aw₂ con un cociente P/T entre 43 y 55, le corresponde el 13.2% del área; ambos se dedujeron con base en la topografía y humedad. A (C) (w₂) (w) el más húmedo de los semicálidos subhúmedos con un cociente P/T mayor de 55 que cubre el 2.3% y se localiza en la estación de Tzitzio.

Al sur del Distrito prevalece el tipo de clima cálido subhúmedo con régimen de lluvias en verano, con las clasificaciones siguientes: A(w₀) (w) el más seco de los subhúmedos ocupa un área de 3.7% y el A(w₁) (w) con un área de 2.2%; el primero se dedujo y el segundo se localiza en la estación de San Diego Curucupaseo. La diferencia entre ambos se debe al grado de humedad, es decir el más seco e intermedio de los cálidos subhúmedos, respectivamente.

Finalmente una porción pequeña del Distrito donde se localiza la estación de Los Azufres con clima C(E) (m) (w), semifrío húmedo, con abundantes lluvias en verano cubre un área de aproximadamente el 1.1%.

5.2. CLASIFICACION DEL CLIMA SEGUN EL SISTEMA THORNTHWAITE QUE USA LA PRECIPITACION Y LA EVAPOTRANSPIRACION COMO FACTORES TAXONOMICOS.

Thornthwaite publicó dos clasificaciones climatológicas, la primera en 1931 consideraba a la planta como una medida de todos los elementos integrados del clima. La delimitación en provincias, según el grado de humedad (evaporación), fue trazada de acuerdo con la efectividad de la precipitación. Sin embargo, un punto débil del sistema se presentó por la escasa disposición de estaciones con datos de evaporación, dificultando la elaboración de mapas de la efectividad de la evaporación.

" En la clasificación de 1948 se introdujo el concepto de evapotranspiración potencial, los límites climáticos se determinaron por comparación de la precipitación con el potencial de evapotranspiración, dos medidas enteramente meteorológicas, por consiguiente, la vegetación no fue ahora el criterio determinante; los límites se establecieron sólo por antecedentes climáticos. La falta de datos sobre evapotranspiración, retardó la aceptación del uso del sistema. Sin embargo, la carencia de mapas climáticos mundiales, en base a dicho sistema, limitan el poder establecer una relación entre los tipos climáticos y la distribución en el mundo de las plantas cultivadas ".³

Koepfen propuso, a principio del siglo, una clasificación de los climas del mundo, que a pesar de sus imperfecciones, era una gran contribución como primera aproximación. Se quiso reemplazar esta clasificación científica por la racional de Thornthwaite, que se sigue

³Subdirección de Hidrología. Informe Técnico Agroclimatológico. Dirección General de Estudios. SARH. 1984.

calculando en base a los dos elementos tradicionales de Koeppen, temperatura media y precipitación. Sin embargo, dicho sistema nunca se adoptó en el oeste de Estados Unidos de Norteamérica y poco a poco se abandonó para volver a la de Koeppen.

El sistema de Thornthwaite con base en la temperatura media y precipitación hace un balance hídrico de un sitio determinado lo cual sirve para determinar las necesidades de riego. Una de las características más importantes del clima es la evaporación y la evapotranspiración, indispensables para medir la sequía o exceso de agua, período seco o período húmedo. Los sistemas en general no contemplan la temperatura máxima o mínima, se usa la temperatura media que no siempre es representativa.

El tipo de clima se determina con base en los parámetros que se indican en los siguientes cuadros:

CUADRO B. CATEGORIAS DE HUMEDAD

| SIMBOLO | CARACTER | INDICE DE HUMEDAD |
|----------------|----------------------|-------------------|
| A | SUPER HUMEDO | < 100 |
| B ₄ | MUY HUMEDO | 80 a 100 |
| B ₃ | HUMEDO | 60 a 80 |
| B ₂ | MODERADAMENTE HUMEDO | 40 a 60 |
| B ₁ | LIGERAMENTE HUMEDO | 20 a 40 |
| C ₂ | SEMI-HUMEDO | 0 a 20 |
| C ₁ | SEMI-SECO | -33.3 a 0 |
| D | SECO | -66.7 a -33.3 |
| E | ARIDO | - 100 a -66.7 |

REGIMEN DE HUMEDAD

$$Ia = \frac{100 da}{EPa}$$

En donde: Ia = Índice de aridez

da: = Deficiencia anual

EPa: = Evapotranspiración anual.

CUADRO C. REGIMEN DE HUMEDAD

| SIMBOLO | CARACTER | INDICE |
|--------------------------|----------------------------------|-------------|
| CLIMAS HUMEDOS A, B, C . | | |
| r | PEQUEÑO O NULO EXCESO DE AGUA | 0 - 16.7 |
| s | MODERADO EXCESO DE AGUA ESTIVAL | 16.7 - 33.3 |
| w | MODERADO EXCESO DE AGUA INVERNAL | 16.7 - 33.3 |
| S ₂ | GRAN EXCESO DE AGUA ESTIVAL | > 33.3 |
| W ₂ | GRAN EXCESO DE AGUA NORMAL | > 33.3 |

$$Ih = \frac{100 Sa}{EPa}$$

Donde: Ih = Índice de humedad.

Sa = Exceso anual de agua.

EPa = Evapotranspiración anual.

CUADRO D. REGIMEN DE HUMEDAD

| SIMBOLO | CARACTER | INDICE |
|--------------------------------------|-----------------------------------|---------|
| CLIMAS SECOS (C ₁ , D, E) | | |
| d | PEQUEÑA O NULA | 0 - 10 |
| s' | MODERADO EXCESO DE AGUA ESTIVAL | 10 - 20 |
| w' | MODERADA DEMASIA DE AGUA INVERNAL | 10 - 20 |
| S' ₂ | GRAN EXCESO DE AGUA ESTIVAL | > 20 |
| W' ₂ | GRAN DEMASIA DE AGUA INVERNAL | > 20 |

CUADRO E. CATEGORIAS DE TEMPERATURA

| SIMBOLO | CARACTER | EVAPOTRANSPIRACION POTENCIAL. |
|-----------------|-----------------|----------------------------------|
| A' | CALIDO | > 114.0 |
| B' ₄ | SEMI-CALIDO | 99.7 - 114.0 |
| B' ₃ | TEMPLADO-CALIDO | 85.5 - 99.7 |
| B' ₂ | TEMPLADO-FRIO | 71.2 - 85.5 |
| B' ₁ | SEMI-FRIO | 57.0 - 71.2 |
| C' ₂ | FRIO MODERADO | 42.7 - 57.0 |
| C' ₁ | FRIO ACENTUADO | 28.5 - 42.7 |
| D' | DE TUNDRA | 14.2 - 28.5 |
| E' | HELADO | < 14.2 |

CUADRO F. REGIMEN DE CALOR

| TIPO DE CONCENTRACION DE VERANO | CONCENTRACION TERMICA EN EL VERANO (%) S |
|--|---|
| a' Si el tipo de concentración de verano, | < 48.0 |
| b' ₄ coincide con su correspondiente cate - | 48.0 - 51.9 |
| b' ₃ goría de temperatura (el mismo signo, | 51.9 - 56.3 |
| b' ₂ con letra mayúscula), será un régimen | 56.3 - 61.6 |
| b' ₁ normal de calor para ese clima, si es- | 61.6 - 68.0 |
| c' ₂ to no sucede, se describirá como un ' | 68.0 - 76.3 |
| c' ₁ tipo de concentración más alto o más ' | 76.3 - 88.0 |
| d' bajo que el correspondiente al clima ' según ocurra. | > 88.0 |

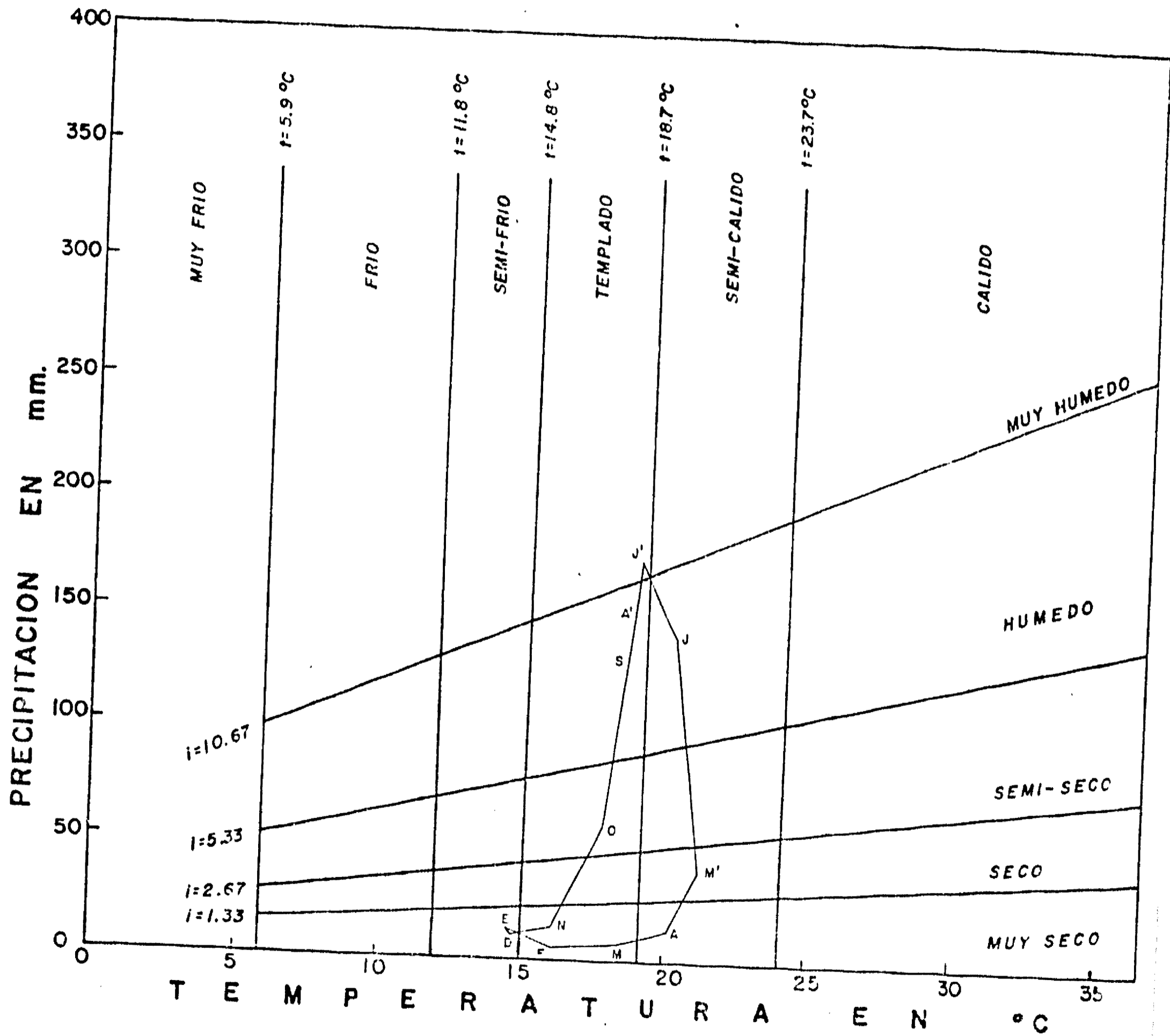
Con base en la metodología de Thornthwaite, se clasificaron los climas de las estaciones seleccionadas y se dibujaron los climógramas de los cinco tipos representativos del clima prevaeciente en el Distrito: Morelia, San Miguel del Monte, Tzitzio, San Diego Curucupaseo y Los Azufres, que aparecen en las gráficas 9, 10, 11, 12 y 13 respectivamente.

Se elaboró una carta de climas según el sistema de Thornthwaite (plano número 12) en la que se aprecian los siguientes tipos de climas:

GRAFICA Nº 9
CLIMOGRAMA

ESTACION: MORELIA, MICH.
Clasificación del clima: C(i) B'₂(a')

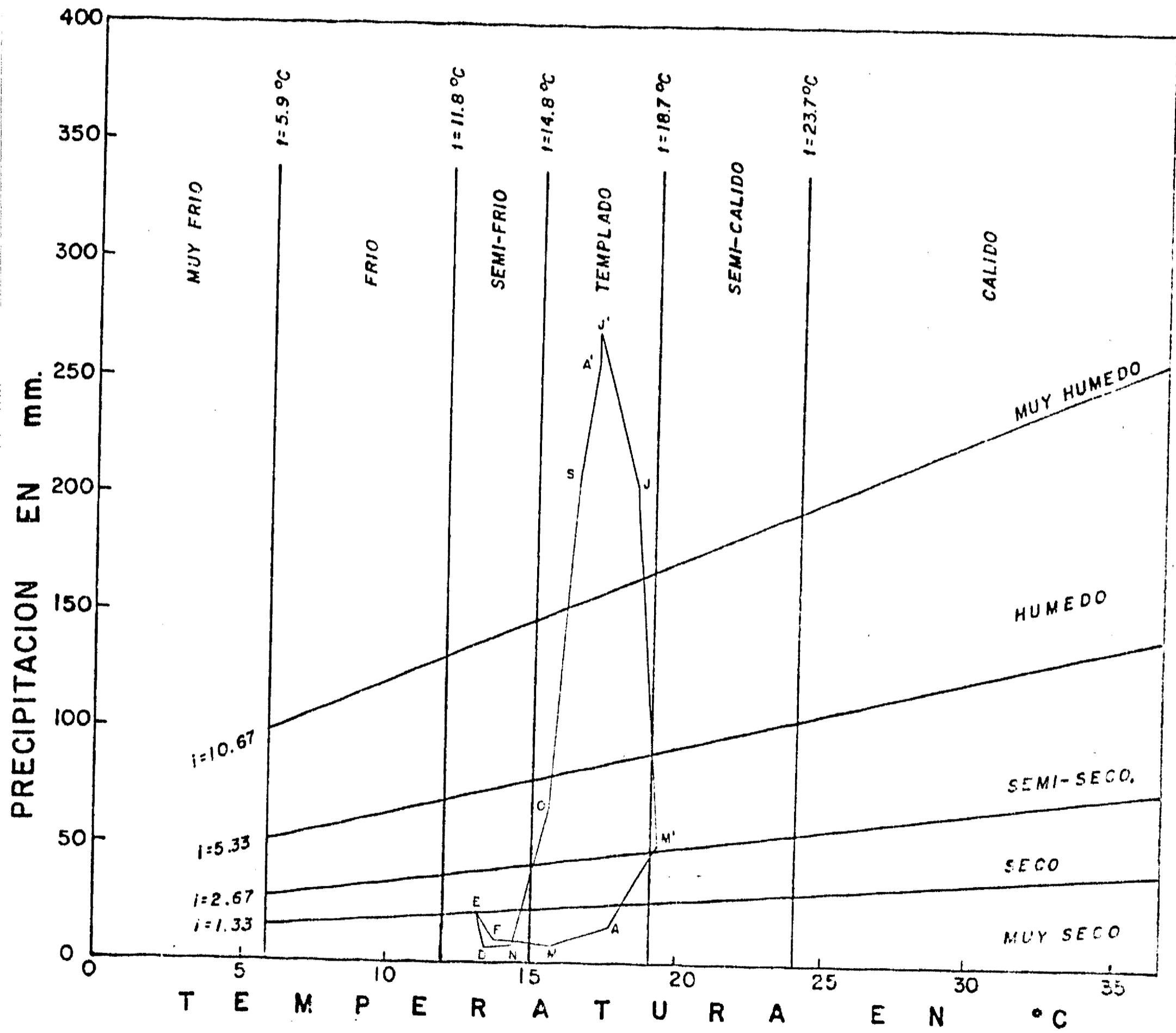
Semi-seco, con invierno seco; Templado sin cambio térmico invernal bien definido.



GRAFICA Nº 10
CLIMOGRAMA

ESTACION: SAN MIGUEL DEL MONTE, MICH.
Clasificación del clima: B (i) B₂' (a')

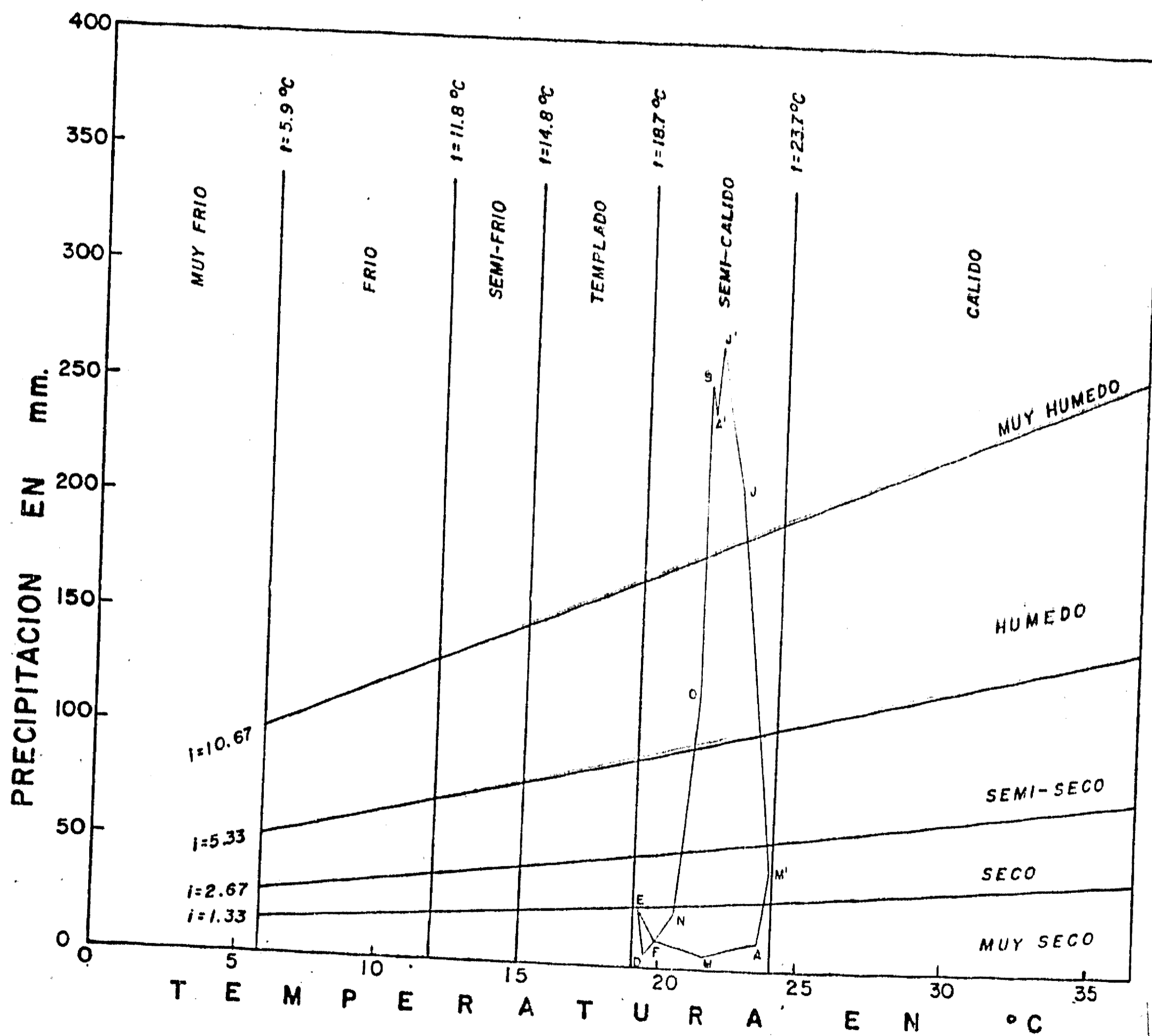
Húmedo, con invierno seco; Templado, sin cambio térmico invernal bien definido.



GRAFICA Nº 11
CLIMOGRAMA

ESTACION: TZITZIO, MICH.
Clasificación del clima: B (i) B₁' (a')

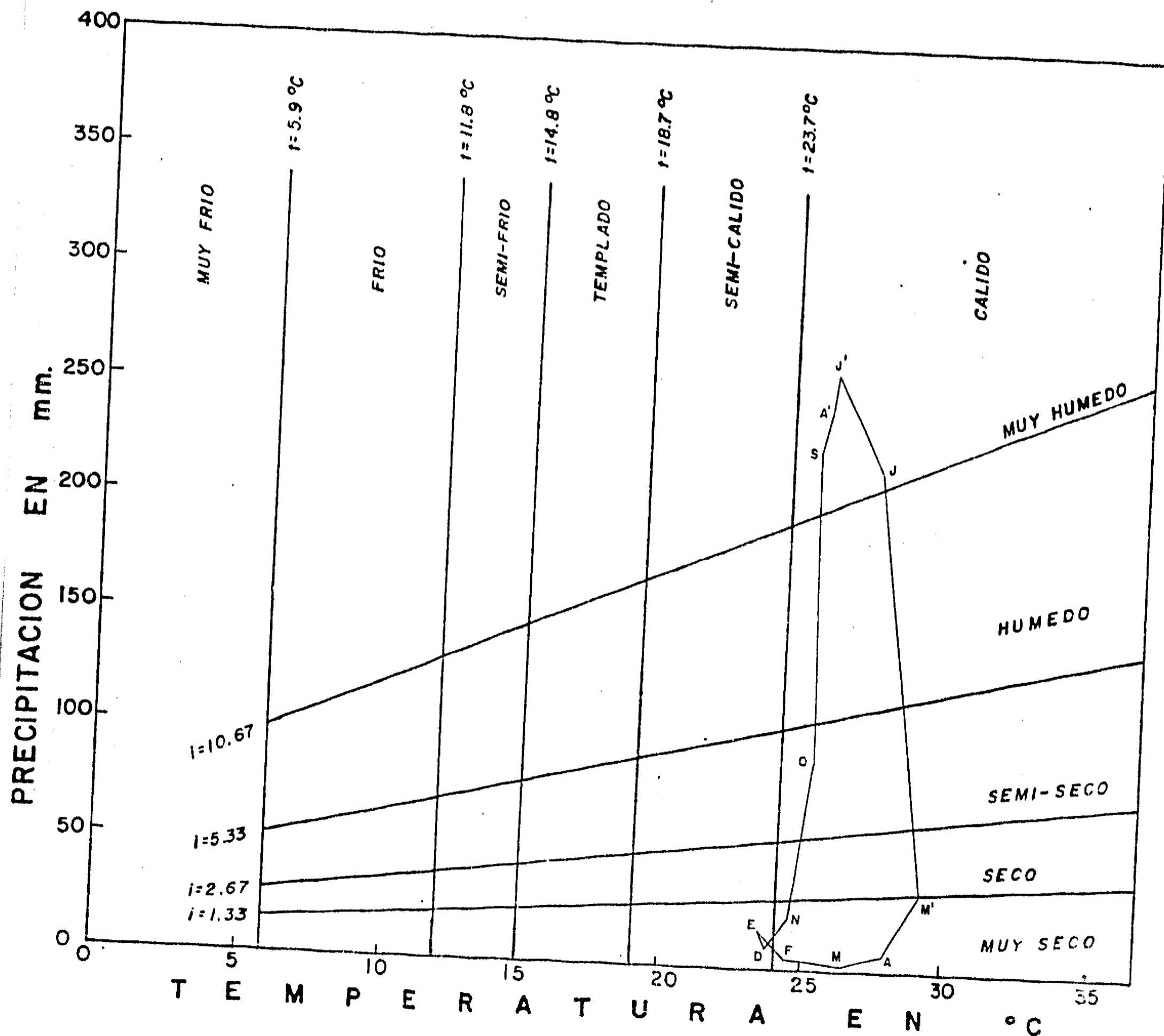
Húmedo, con invierno seco; Semi-cálido, sin cambio térmico invernal bien definido.



GRAFICA N° 12
CLIMOGRAMA

ESTACION: SAN DIEGO CURUCUPASEO, MICH.
Clasificación del clima: C (i) A' (a')

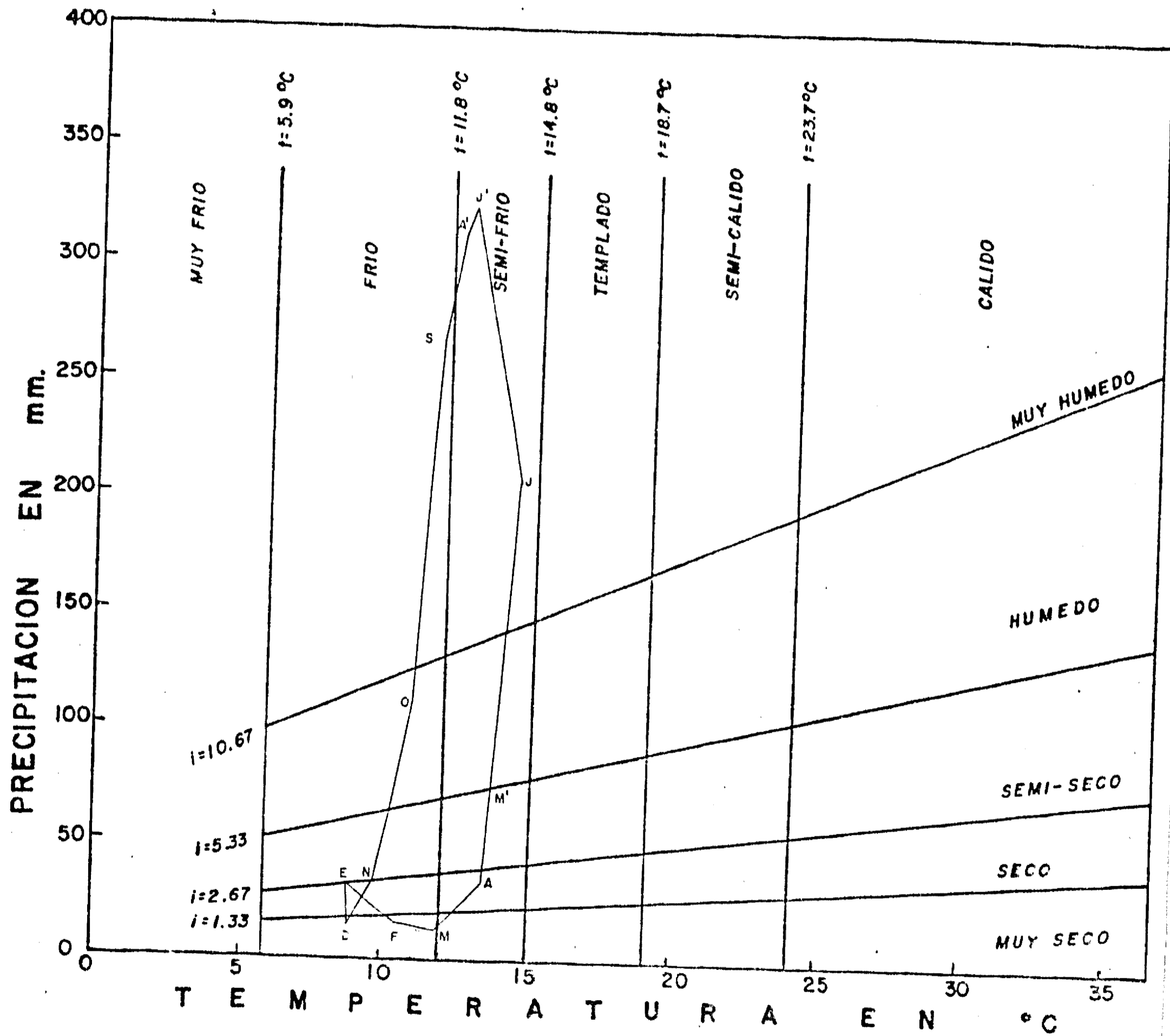
Semi-seco, con invierno seco, cálido, sin cambio térmico invernal bien definido.

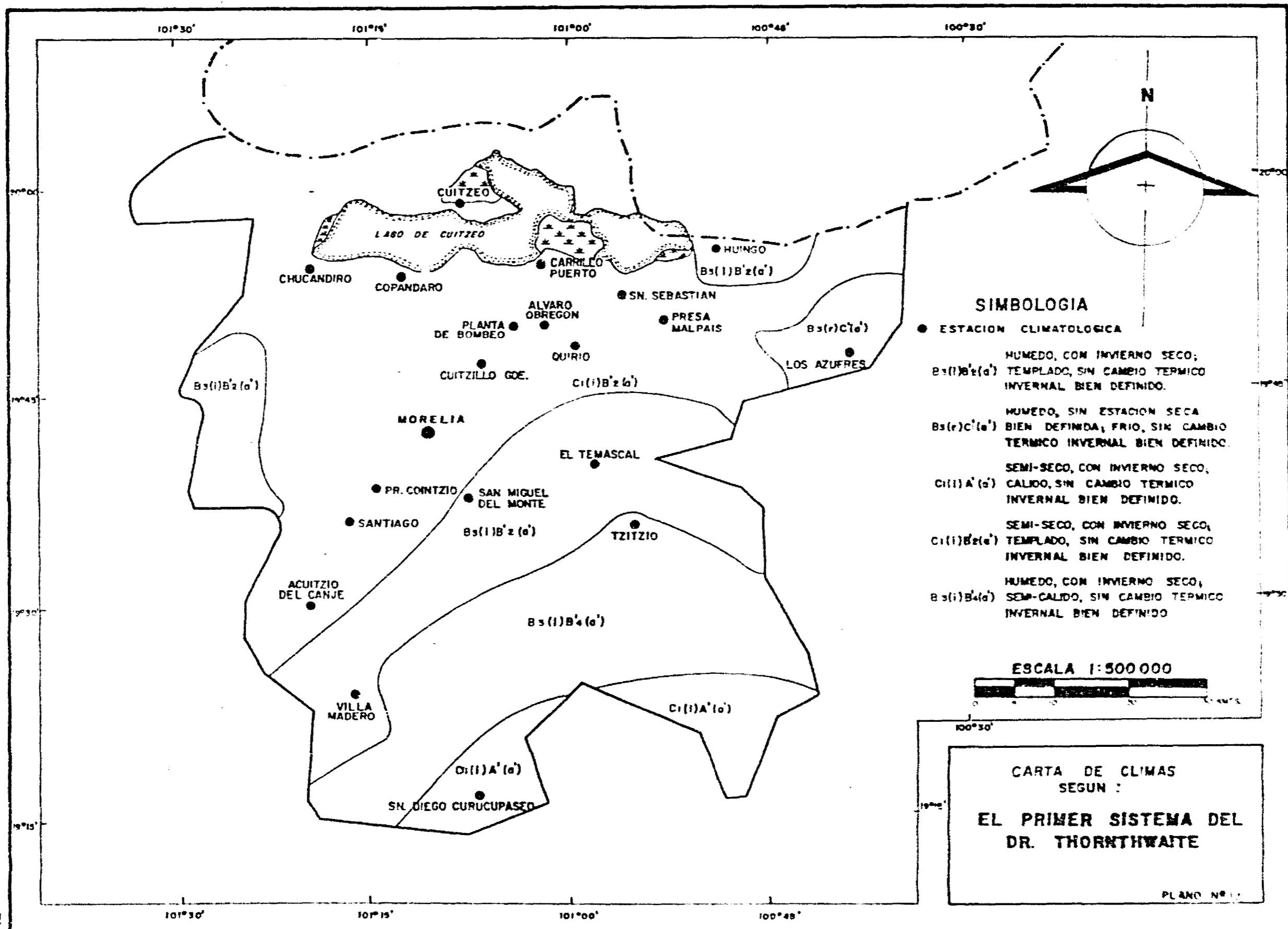


GRAFICA N° 13
CLIMOGRAMA

ESTACION: LOS AZUFRES, MICH.
Clasificación del clima: B(r) C'(a').

Húmedo, sin estación seca bien definida, frío
sin cambio térmico invernal bien definido.





CHUCANDIRO COPANDARO CUITZEO LASO DE CUITZEO CARRILLO PUERTO HUINGO Bs(i)B'z(a')

ALVARO OBREGON SN. SEBASTIAN PRESA MALPAIS Bs(r)C'(a')

PLANTA DE BOMBEO QUIRIO LOS AZUFRES

CUITZILLO GDE. Ci(i)B'z(a')

MORELIA EL TEMASCAL

PR. COINTZIO SAN MIGUEL DEL MONTE

SANTIAGO Bs(i)B'z(a')

ACUITZIO DEL CANJE TZITZIO

VILLA MADERO Bs(i)B'z(a')

SN. DIEGO CURUCUPASEO Di(i)A'(a')

Ci(i)A'(a')

75

75

- C₁ (i) B'₂ (a'). Clima semi-seco, con invierno seco; templado, sin cambio térmico invernal bien definido. Abarca una zona amplia que se localiza al noroeste y noreste del Distrito, es decir, cubre alrededor del 53% de la superficie total excepto las zonas de Huingo y Los Azufres que corresponden a otro tipo de clima.

- B₃ (i) B'₂ (a'). Húmedo con invierno seco; templado, sin cambio térmico bien definido. Este tipo de clima se localiza en una franja en la zona de la línea divisoria de las aguas y un poco al sur de la misma en la parte suroeste del Distrito, así como también, en una pequeña área en el extremo poniente. Dicha zona climática cubre el 19%.

- B₃ (r) C'₁ (a'). Húmedo, sin estación seca bien definida, frío, sin cambio térmico invernal bien definido. A este tipo de clima le corresponde un 3% del área del Distrito y se localiza en el extremo noreste, es decir, donde se sitúa la estación de Los Azufres.

- B₃ (i) B'₁ (a'). Húmedo, con invierno seco; semi-cálido, sin cambio térmico bien definido. Ocurre en una franja más o menos paralela a la línea divisoria de las aguas, en la zona sureste del Distrito, dentro de la cuenca del río Balsas y cubre el 19% del Distrito.

- C₁ (i) A' (a'). Semi-seco, con invierno seco; cálido, sin cambio térmico invernal bien definido. Ocurre como el anteriormente descrito, en forma de franja ubicada en este caso en el extremo sur del Distrito. El área cubierta por este clima representa un 6% de la total.

En general, el clima en el Distrito varía de húmedo a semiseco con respecto a la precipitación y de cálido a templado de acuerdo a la temperatura; lo que es consecuencia de la fisiografía imperante en el Distrito con topografías de sierra, lomerío, valle y cañada.

5.3. CLASIFICACION DE CLIMA SEGUN J. PAPADAKIS

El sistema climatológico de Papadakis introduce el Sistema de Clima Mensual, y la descripción de 73 subgrupos climáticos y sus potenciales agrícolas. A diferencia de los sistemas antes tratados, el de Papadakis, emplea registros de temperaturas máximas y mínimas promedio y extremas para definir las características térmicas de los meses, criterio que es más representativo y realista, que la simple utilización de valores medios. Además para cada clima mensual se definen no sólo las características térmicas sino las hídricas, en base a las cuales se precisa, por una parte, la vocación del clima para cada cultivo y por otra, la factibilidad de desarrollo y buenos rendimientos según las condiciones de humedad prevalecientes.

El sistema de clasificación de Papadakis es esencialmente agroclimatológico y puede servir de base, o al menos de orientación, en la delimitación de zonas aptas para distintos cultivos, siempre y cuando los datos climáticos considerados sean confiables y representativos de cada zona o región del país.

El crecimiento de las plantas cuando éstas disponen de suficientes nutrientes minerales depende principalmente de la temperatura y humedad; por lo que esta influencia se puede integrar en un índice que resume la influencia del clima sobre las plantas.

Papadakis propuso en su "Agricultural Geography of the World" 1952, un índice basado sobre la temperatura media, condiciones de humedad y longitud del día. Sin embargo, más tarde dicho índice se perfeccionó pues se reemplazó la temperatura media por la máxima

y mínima medias y aplicando la fórmula de Balmukand sobre la influencia de los factores ambientales sobre el crecimiento de las plantas se observaron los mejores resultados.

La fórmula de Balmukand es la siguiente:

$$A = 1 / (1/10^{0.1T} + 10^{0.1t} / 10^5 + 0.5/10^{2.5H} + 1/10^2) (12/D)^{0.75}$$

De donde: A = Índice de crecimiento.

T = Temperatura máxima media.

t = Temperatura mínima media.

H = Índice hídrico.

$(12/D)^{0.75}$ = Latitud hemisferio norte y sur.

Con base en dicha fórmula se calcularon los índices climáticos de crecimiento vegetal para las 21 estaciones climatológicas y se elaboraron los auxogramas respectivos para cada estación. Los índices de crecimiento se calcularon mes por mes y el promedio de los doce índices determina el índice anual. Estos índices son muy importantes porque deciden la elección de los cultivos para cada región. Los cultivos cuyos períodos críticos coinciden con los índices más altos de crecimiento son los más indicados, naturalmente si otras consideraciones no los excluyen. El índice así determinado muestra no sólo la capacidad forestal, sino la productividad forrajera así como la variación estacional del índice de crecimiento. Esta variación se muestra en los 21 auxogramas de las gráficas de la 14 a la 24. En estas gráficas se observa con claridad que los índices altos coinciden con la _

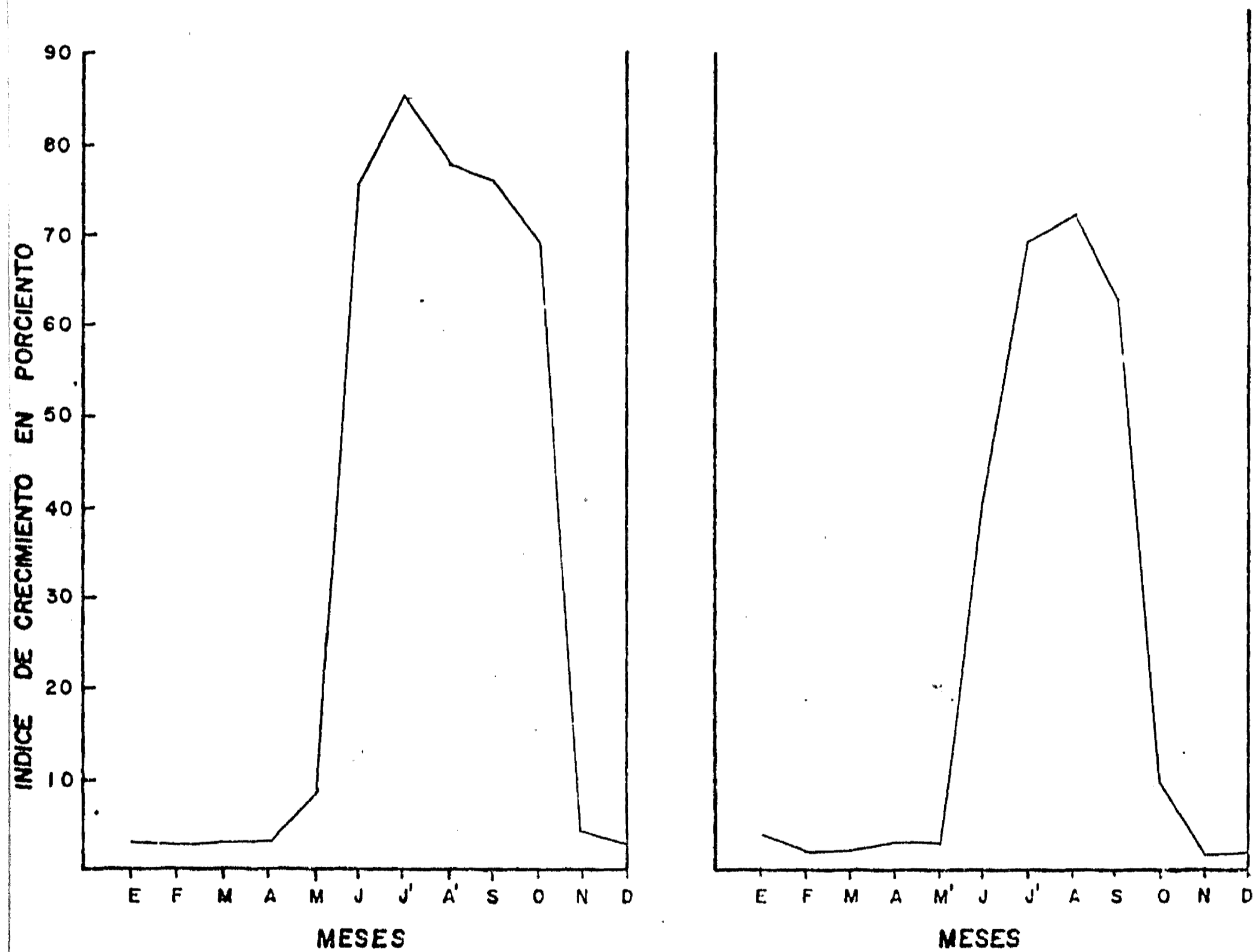
ESTA TESIS NO DEBE
SALIR DE LA BIBLIOTECA

GRAFICA Nº 14
AUXOGRAMA

ESTACION CLIMATOLOGICA: MORELIA, MICH. ESTACION CLIMATOLOGICA: SAN SEBASTIAN,
MICH.

GRUPO DE CLIMAS: 2.3

GRUPO DE CLIMAS: 2.3



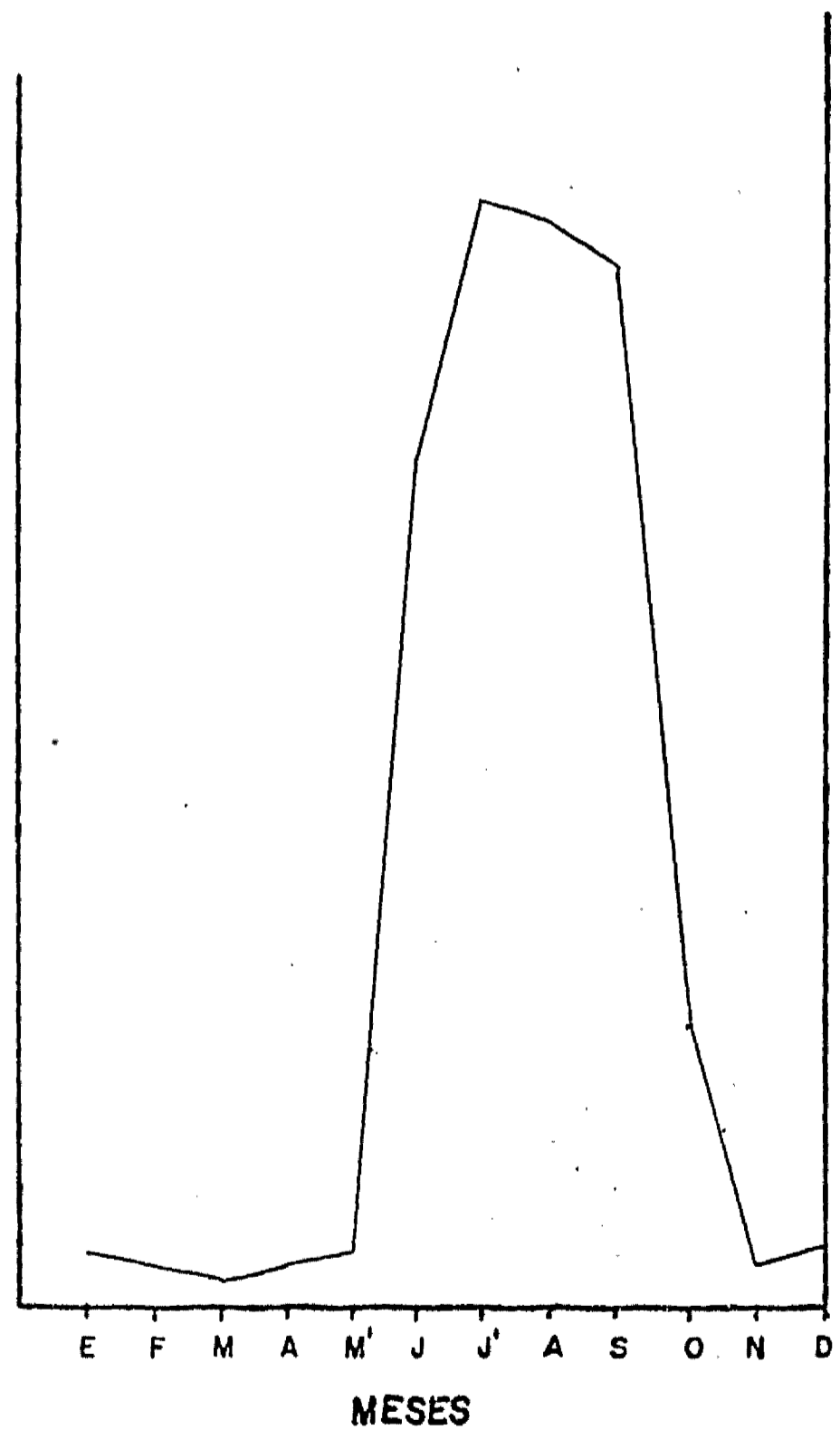
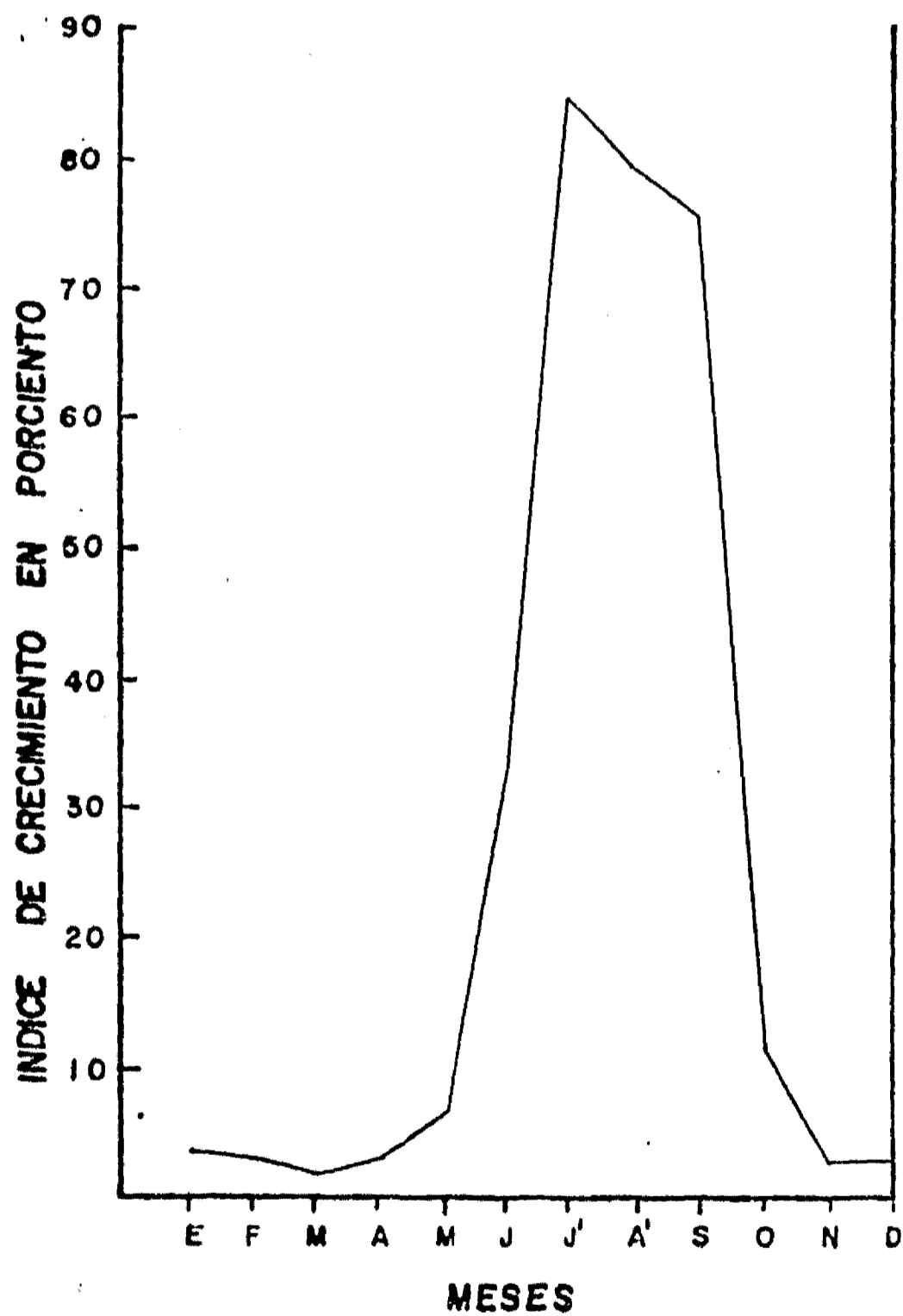
GRAFICA N° 15
AUXOGRAMA

ESTACION CLIMATOLOGICA: CARRILLO
PUERTO

GRUPO DE CLIMAS: 2.3

ESTACION CLIMATOLOGICA: COPANDARO, MICH

GRUPO DE CLIMAS: 2.4



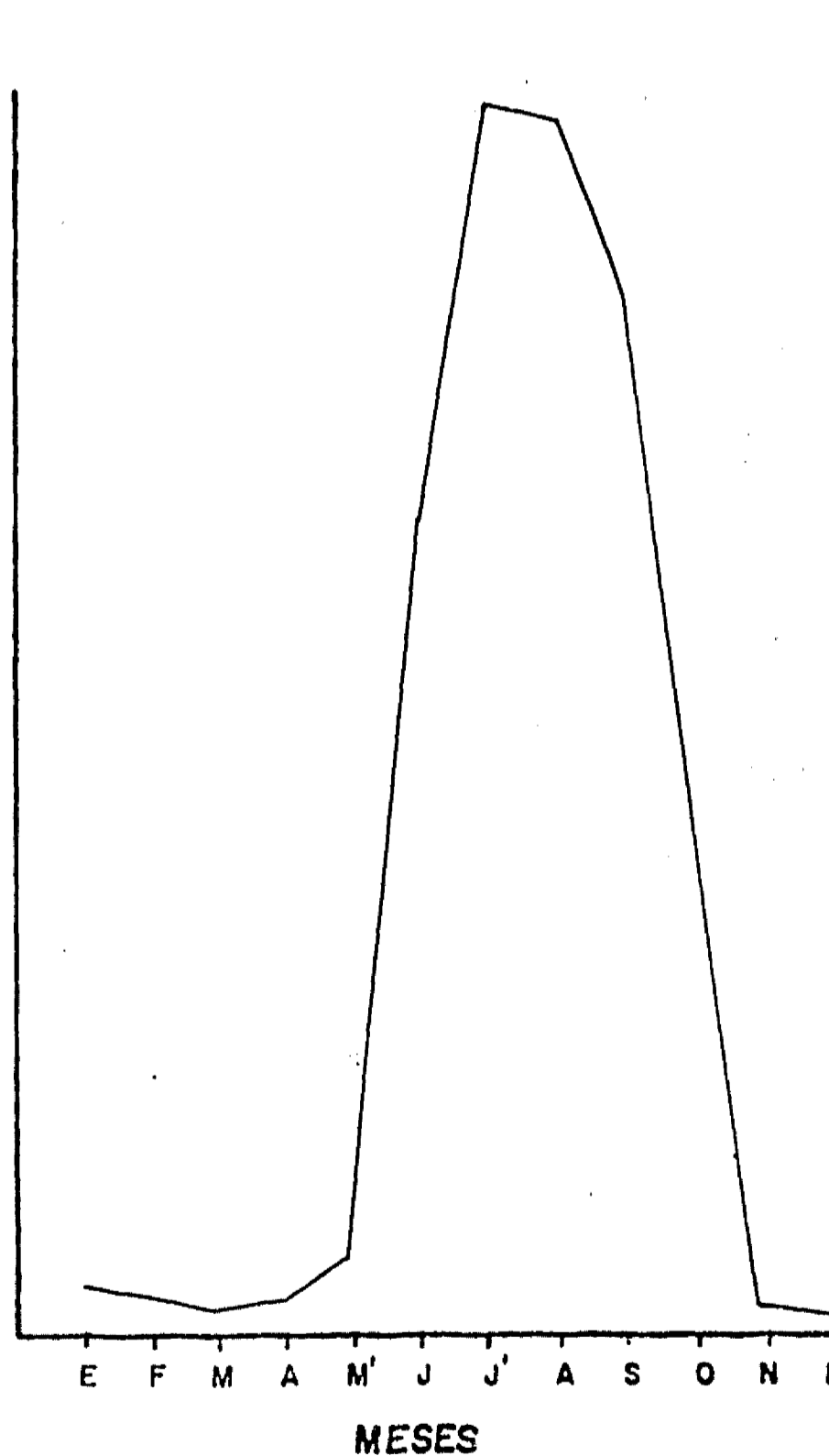
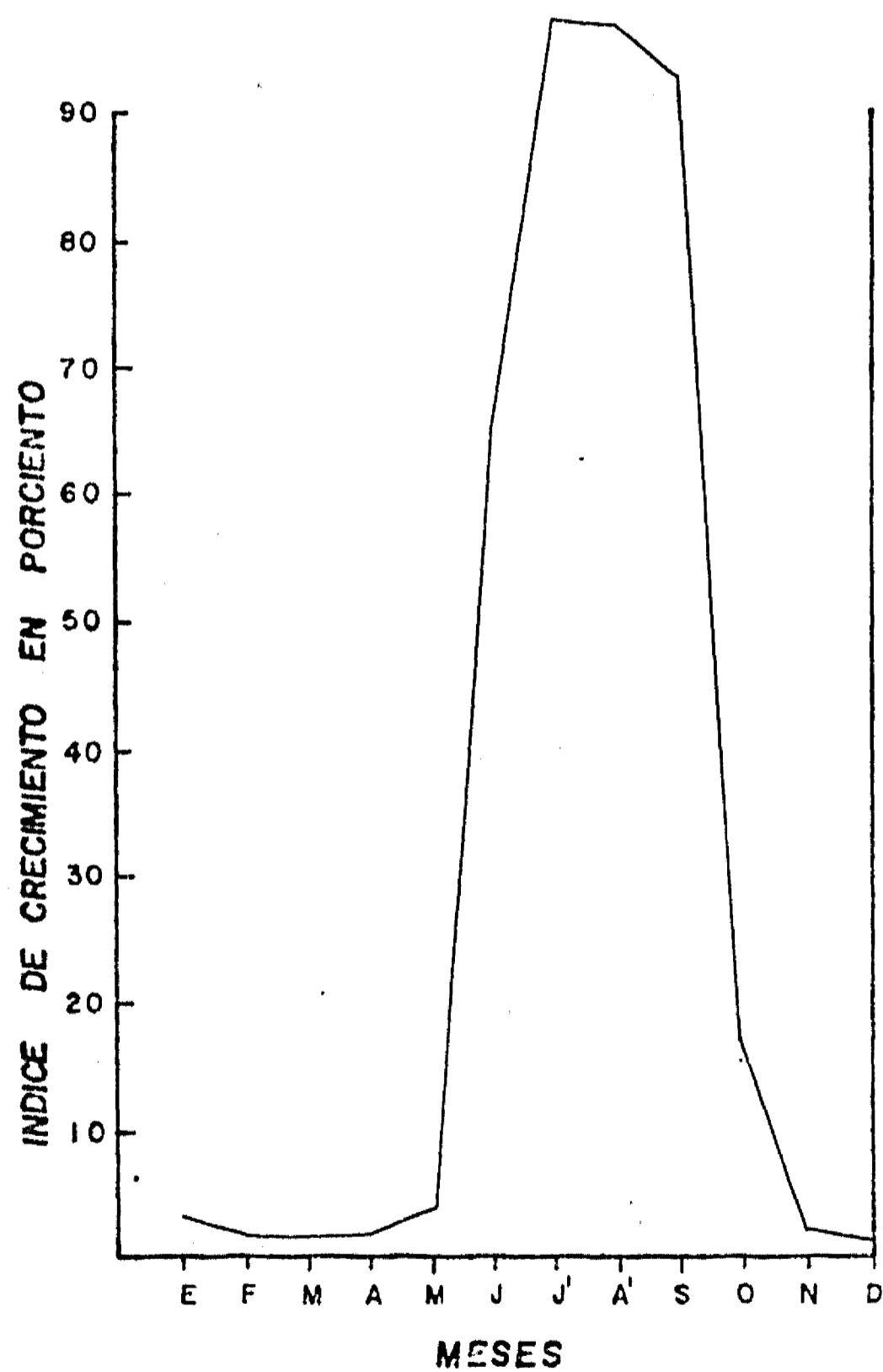
GRAFICA N° 16
AUXOGRAMA

ESTACION CLIMATOLOGICA: SAN DIEGO
CURUCUPASEO,
MICH.

GRUPO DE CLIMAS: 2.1

ESTACION CLIMATOLOGICA: QUIRIO, MICH.

GRUPO DE CLIMAS: 2.3



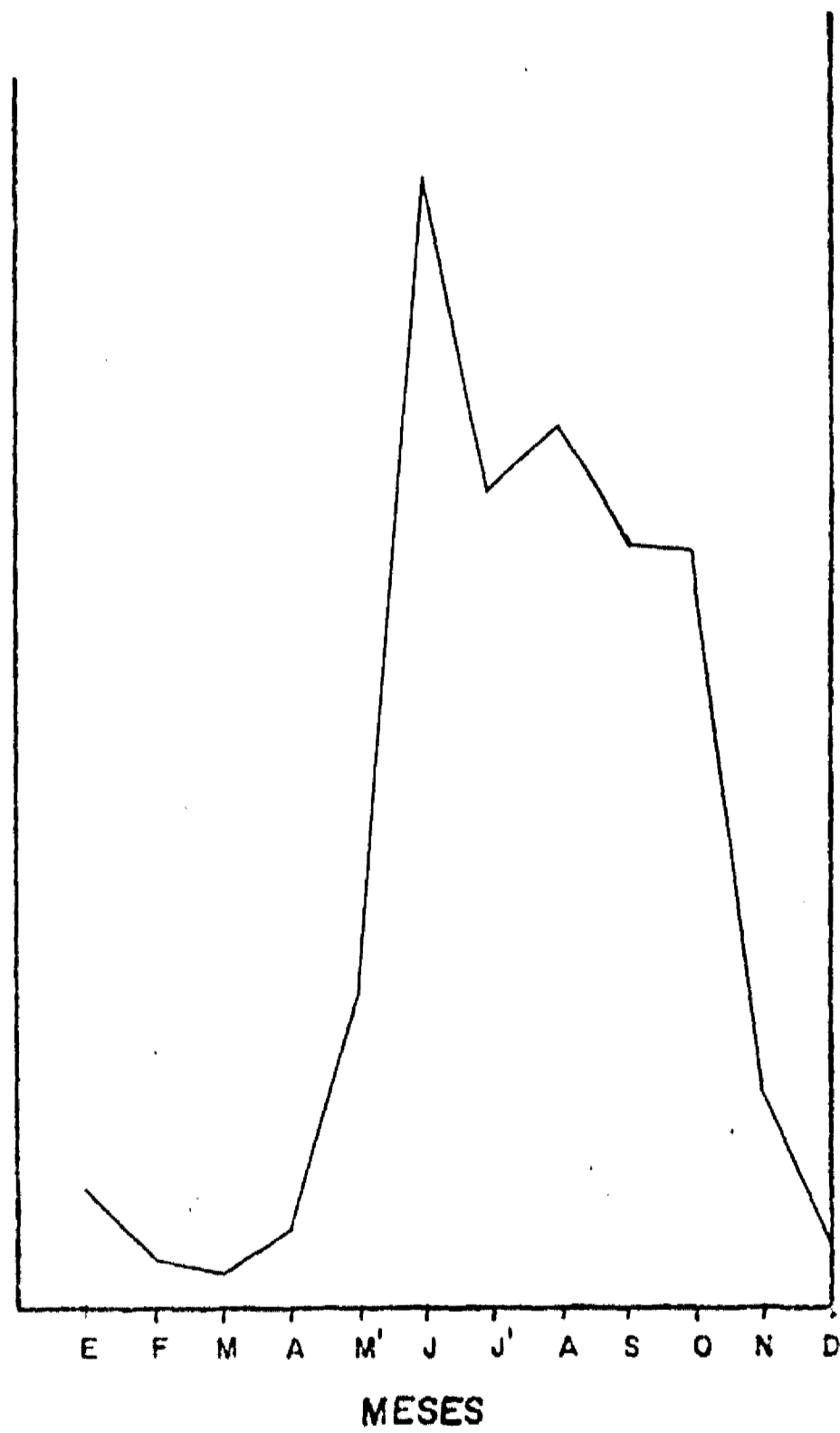
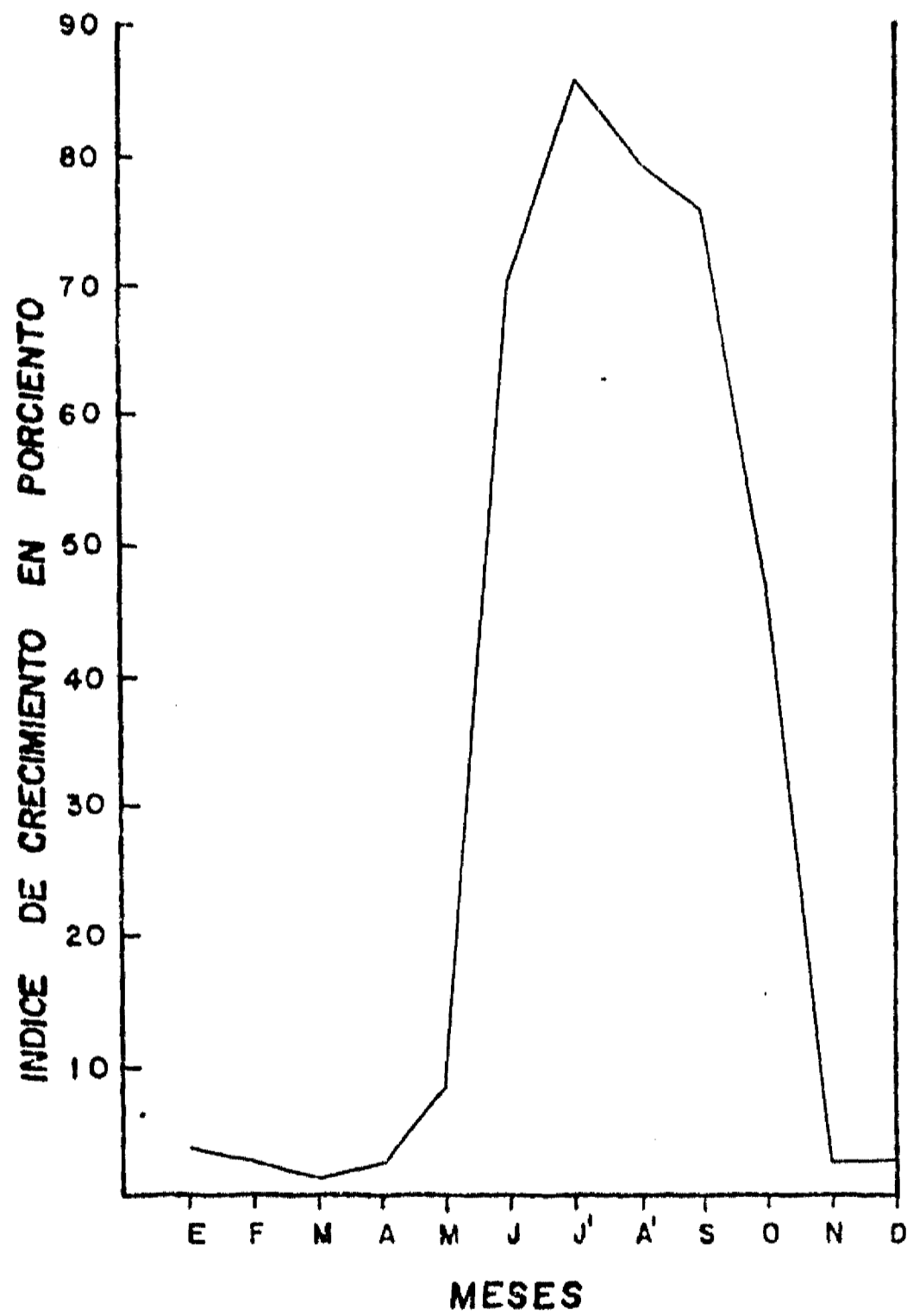
GRAFICA N° 17
AUXOGRAMA

ESTACION CLIMATOLOGICA: SANTIAGO
UNDAMEO, MICH.

GRUPO DE CLIMAS: 2.4

ESTACION CLIMATOLOGICA: LOS AZUFRES

GRUPO DE CLIMAS: 2.6



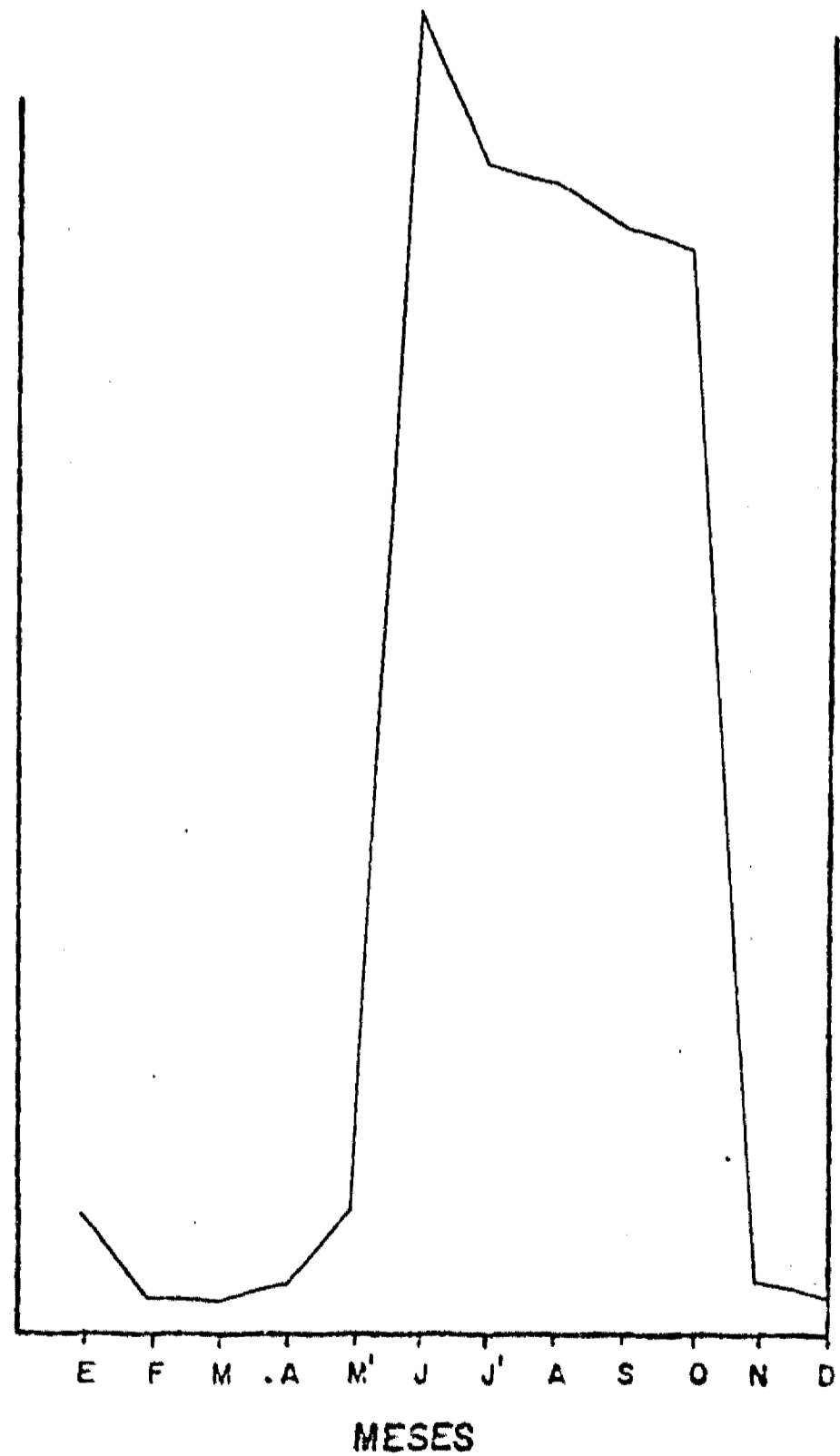
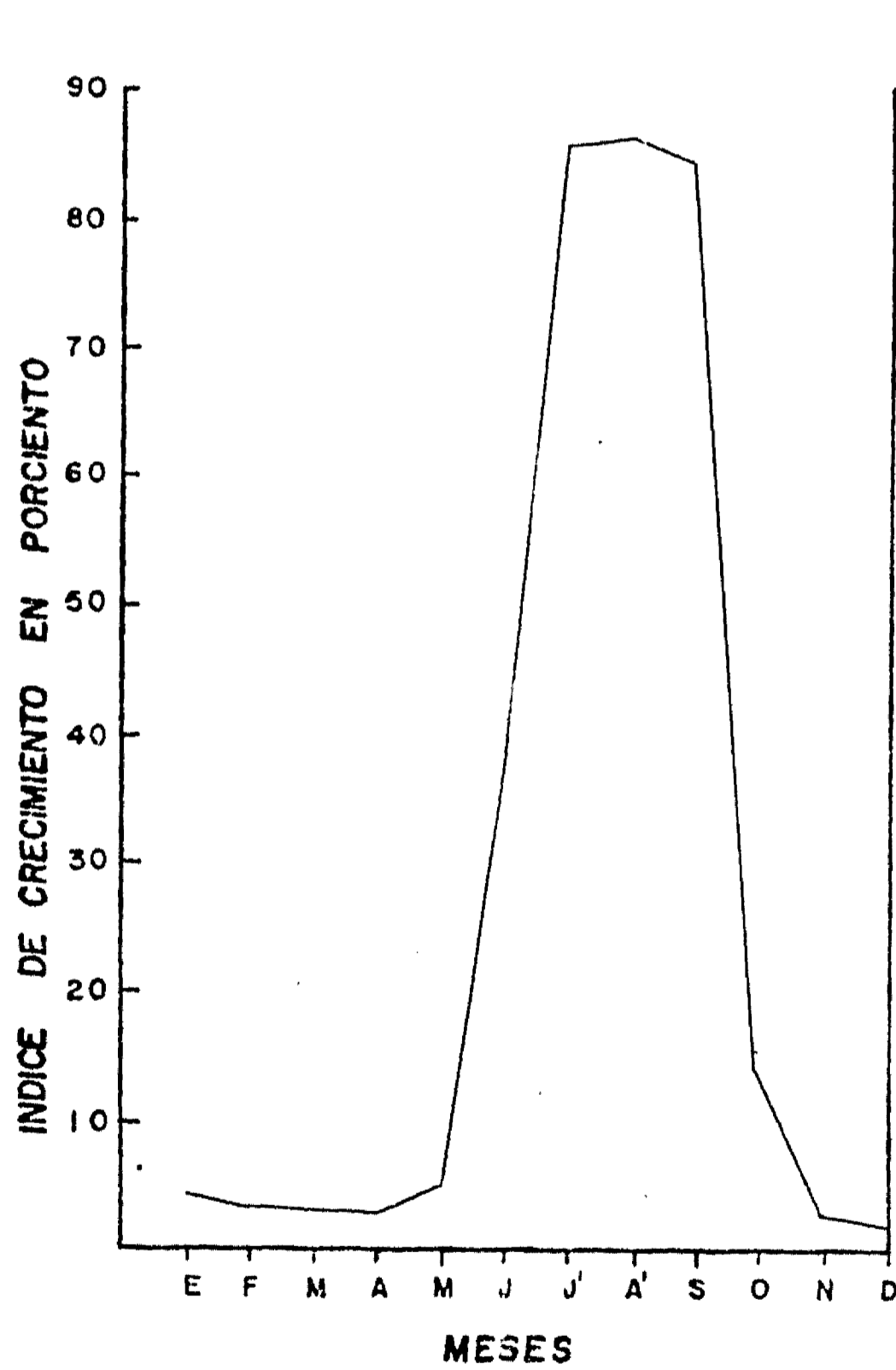
GRAFICA N° 18
AUXOGRAMA

ESTACION CLIMATOLOGICA: PLANTA DE BOMBEO, MICH.

ESTACION CLIMATOLOGICA: EL TEMASCAL, MICH.

GRUPO DE CLIMAS: 2.2

GRUPO DE CLIMAS: 2.3



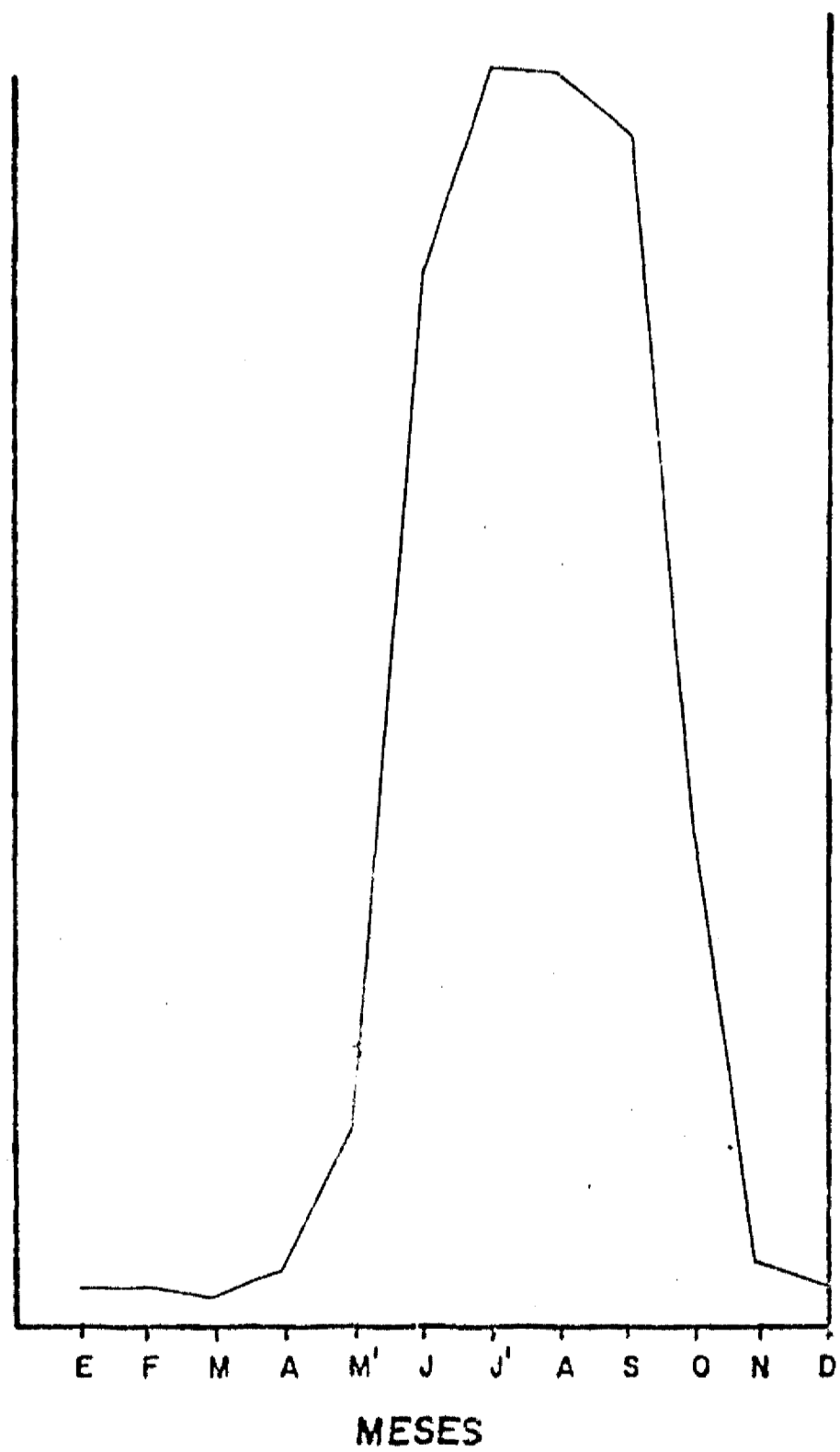
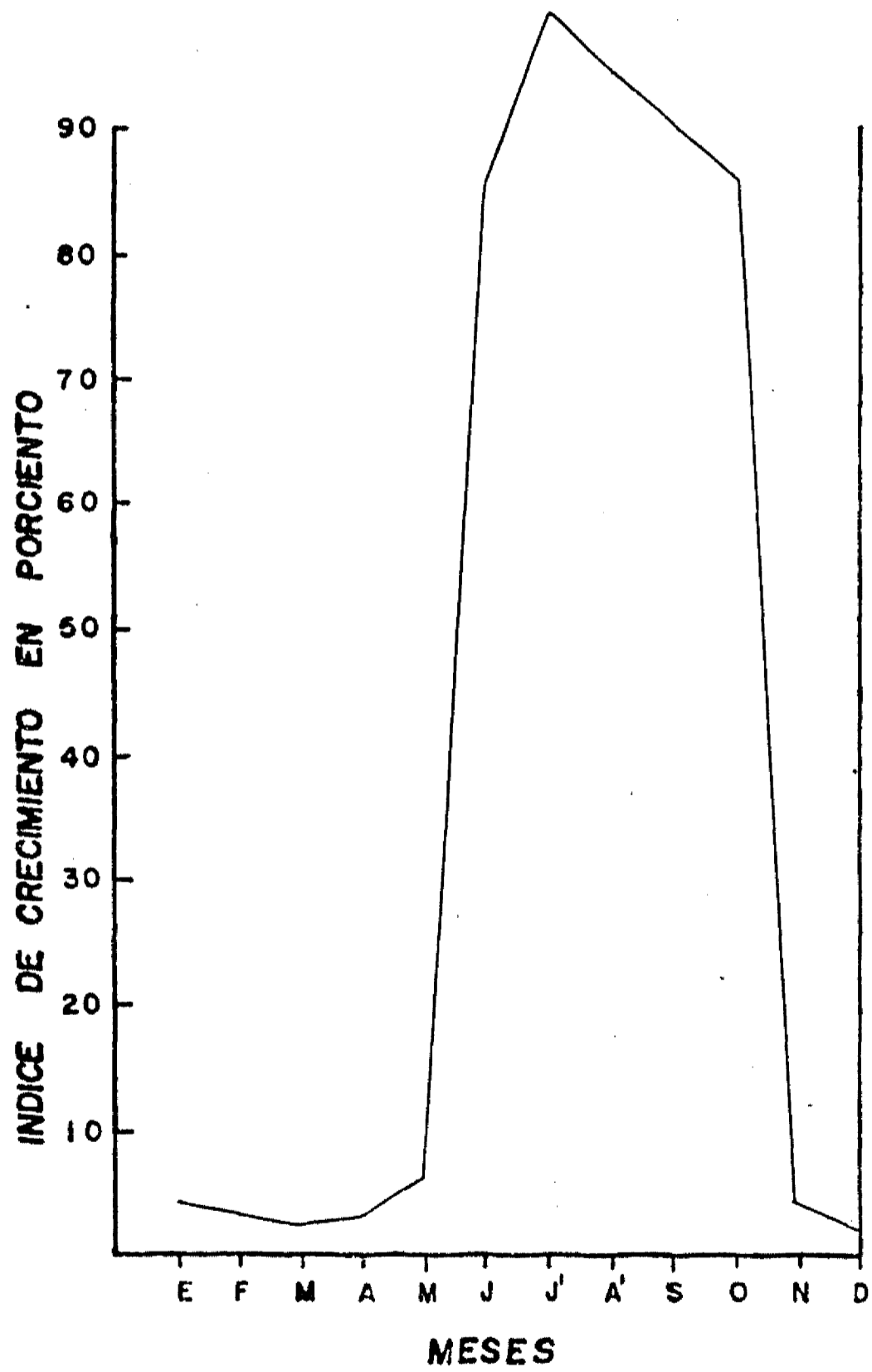
GRAFICA N° 19
AUXOGRAMA

ESTACION CLIMATOLOGICA: TZITZIO, MICH.

ESTACION CLIMATOLOGICA: ACUITZEO DE
CANJE, MICH.

GRUPO DE CLIMAS: 2.1

GRUPO DE CLIMAS: 2.3



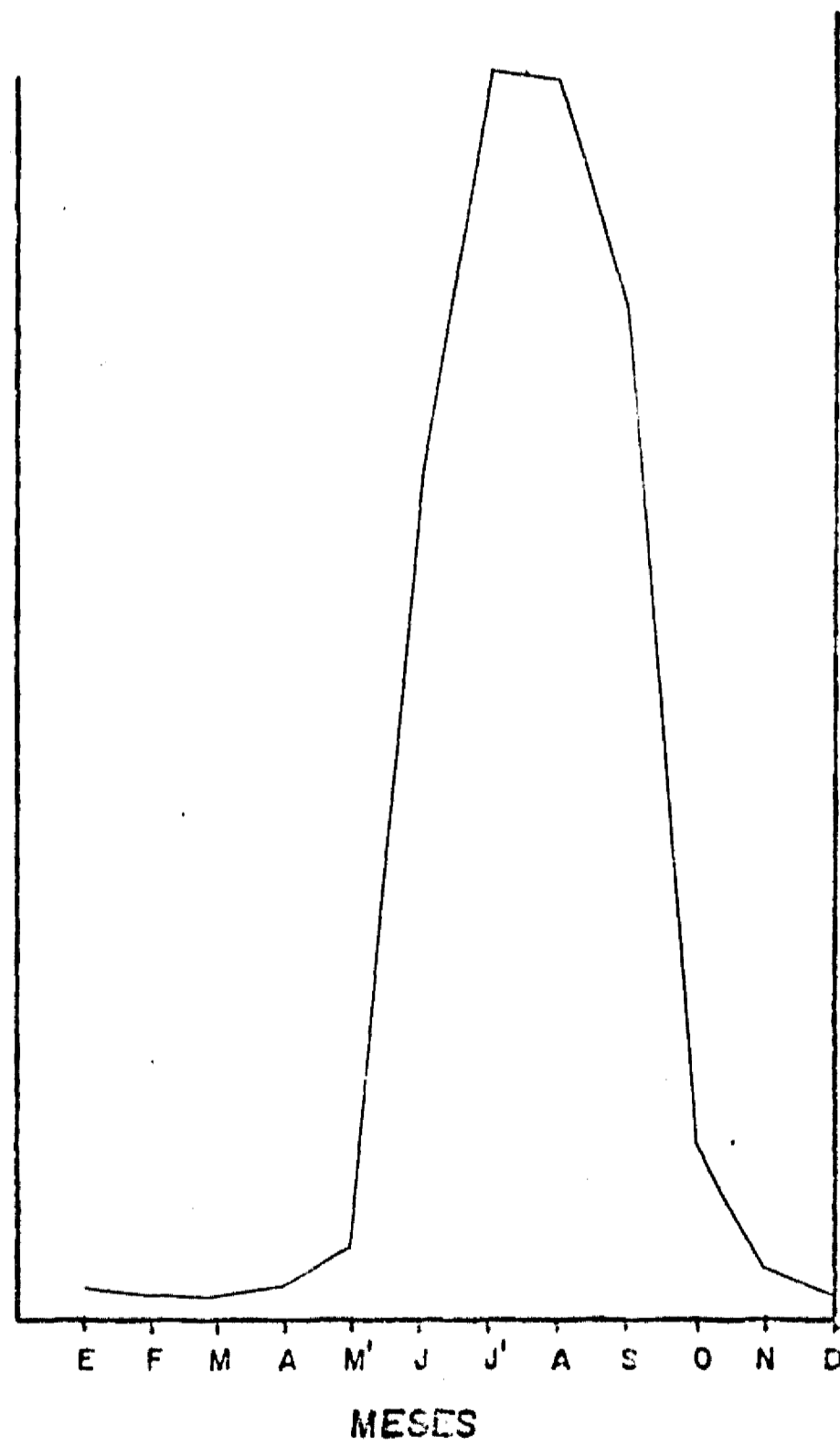
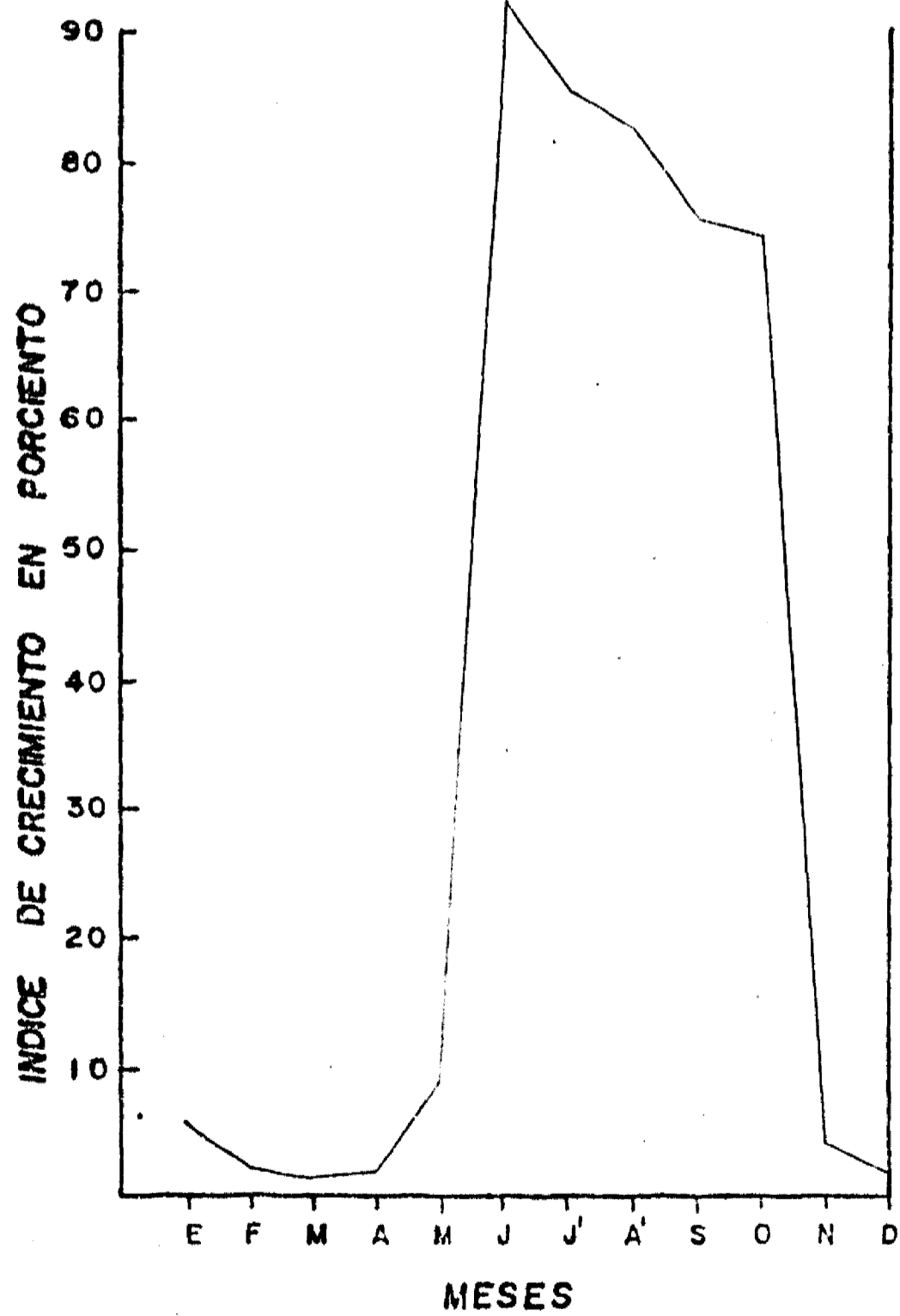
GRAFICA N° 20
AUXOGRAMA

ESTACION CLIMATOLOGICA: VILLA MADERO
MICH.

GRUPO DE CLIMAS: 2.3

ESTACION CLIMATOLOGICA: PRESA COINTZIO,
MICH.

GRUPO DE CLIMAS: 2.2



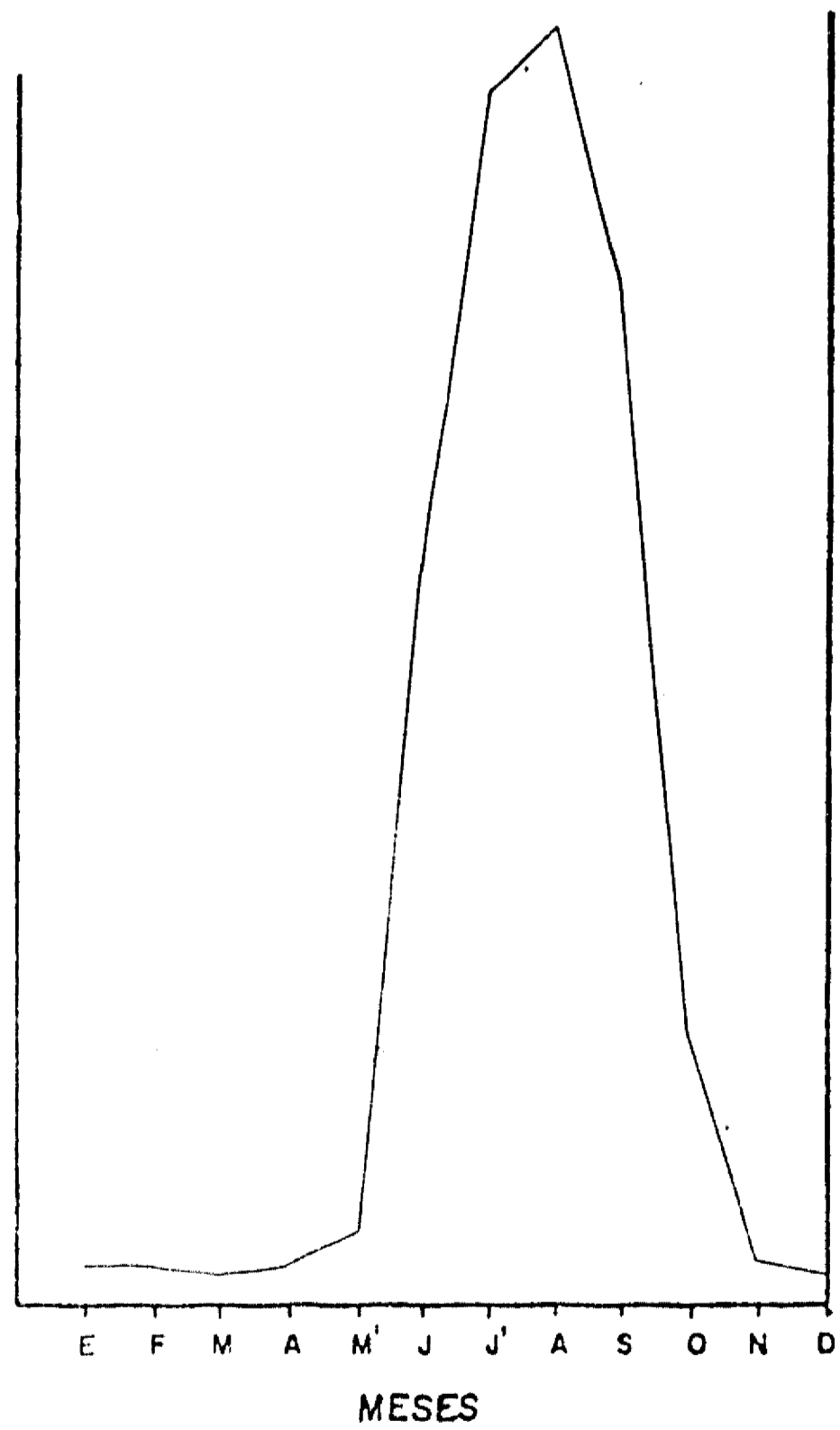
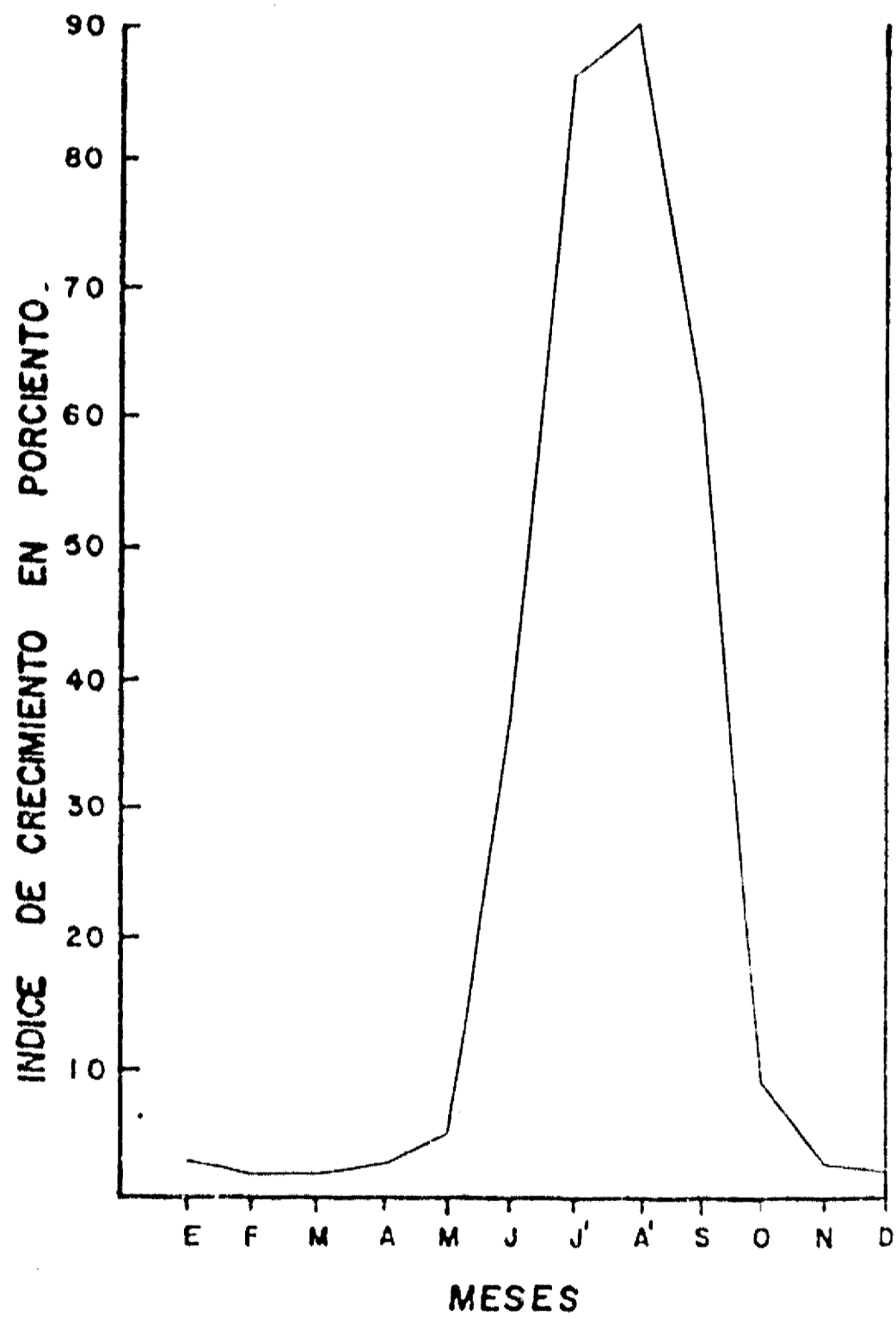
GRAFICA N^o 21
AUXOGRAMA

ESTACION CLIMATOLOGICA: PRESA MALPAIS,
MICH.

ESTACION CLIMATOLOGICA: CHUCANDIRO,
MICH.

GRUPO DE CLIMAS: 2.2

GRUPO DE CLIMAS: 2.3

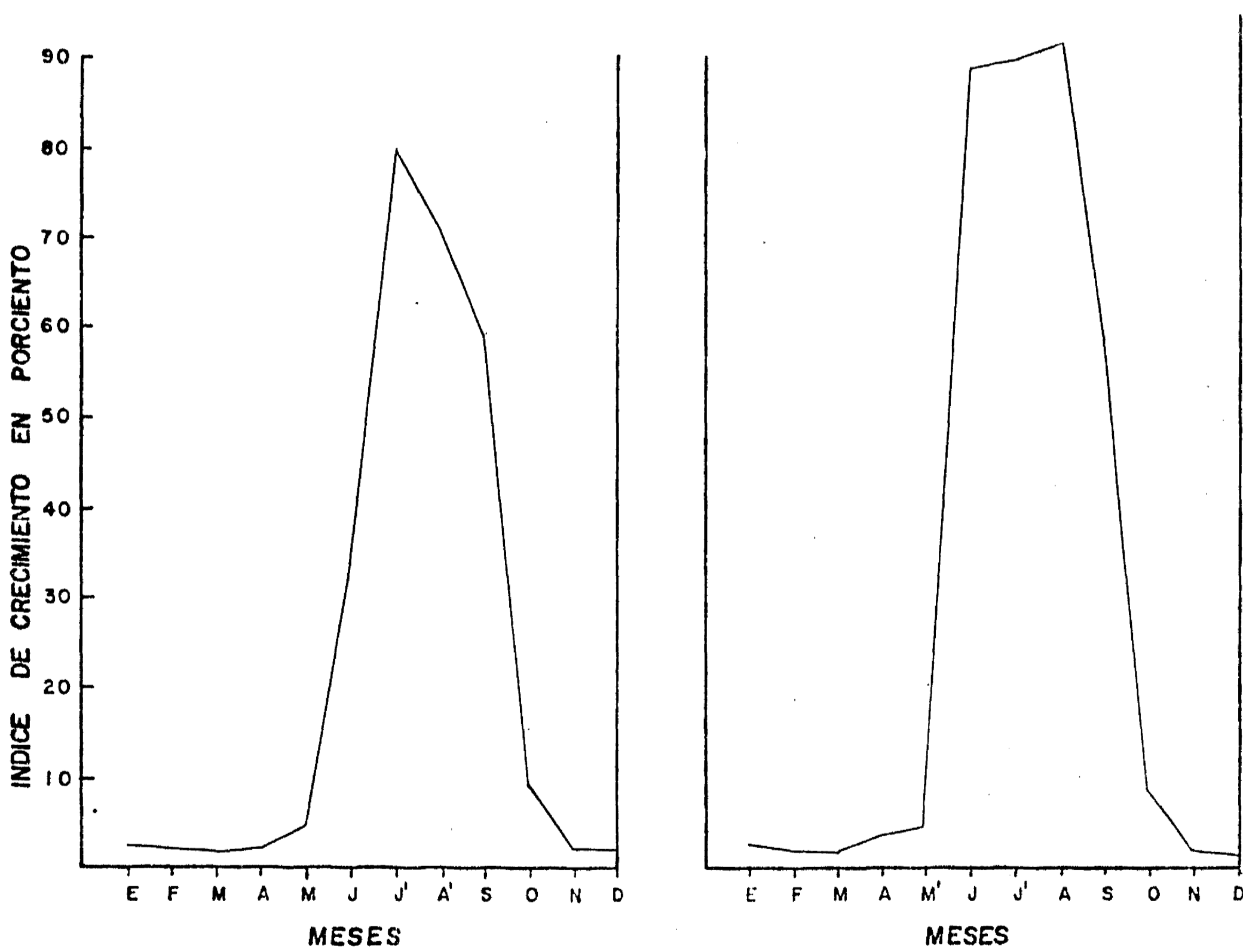


GRAFICA N° 22
AUXOGRAMA

ESTACION CLIMATOLOGICA: CUITZEO, MICH. ESTACION CLIMATOLOGICA: HUINGO, MICH.

GRUPO DE CLIMAS: 2.3

GRUPO DE CLIMAS: 2.2

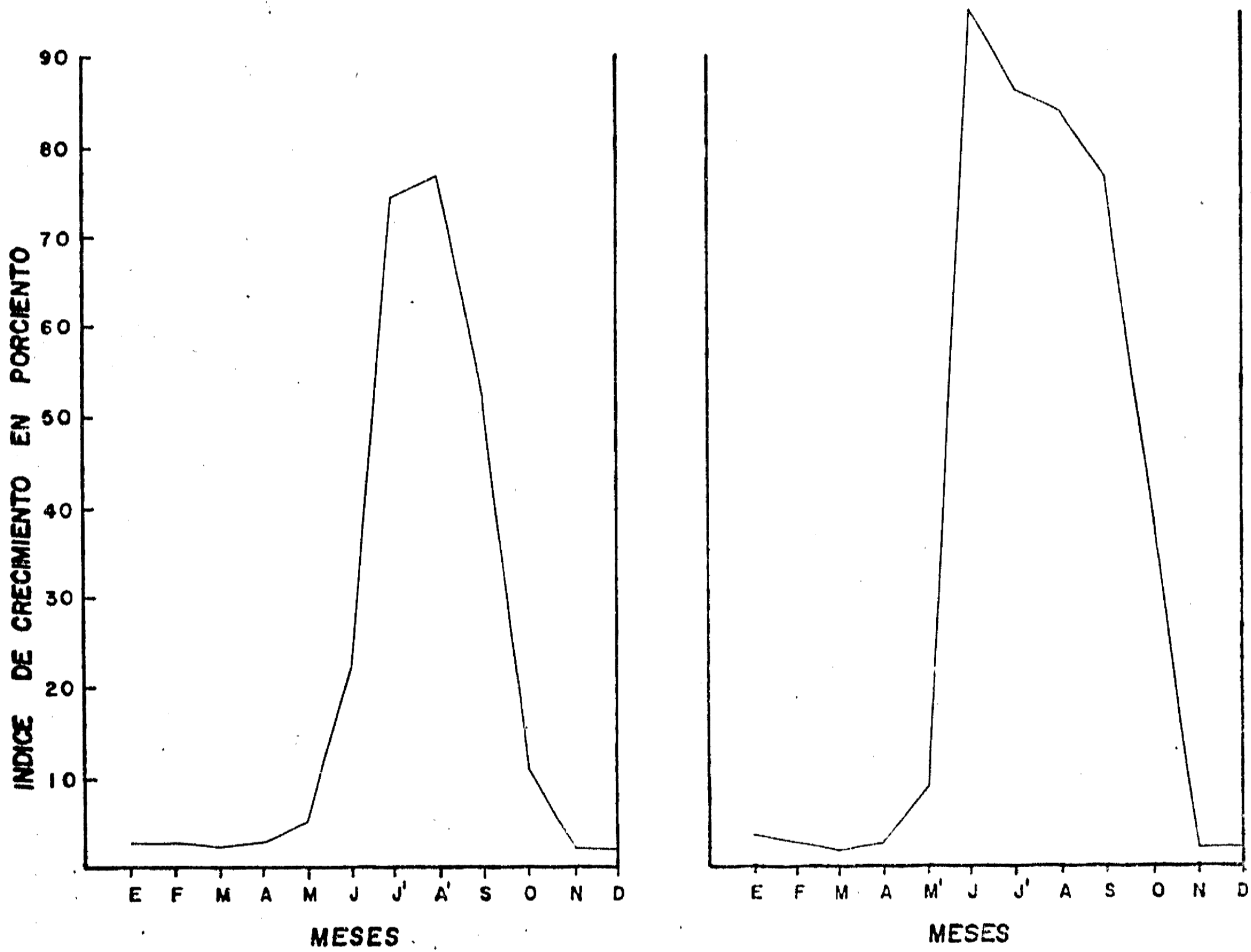


GRAFICA N° 23
AUXOGRAMA

ESTACION CLIMATOLOGICA: ALVARO OBREGON, MICH. ESTACION CLIMATOLOGICA: SAN MIGUEL DEL MONTE, MICH.

GRUPO DE CLIMAS: 2.3

GRUPO DE CLIMAS: 2.4



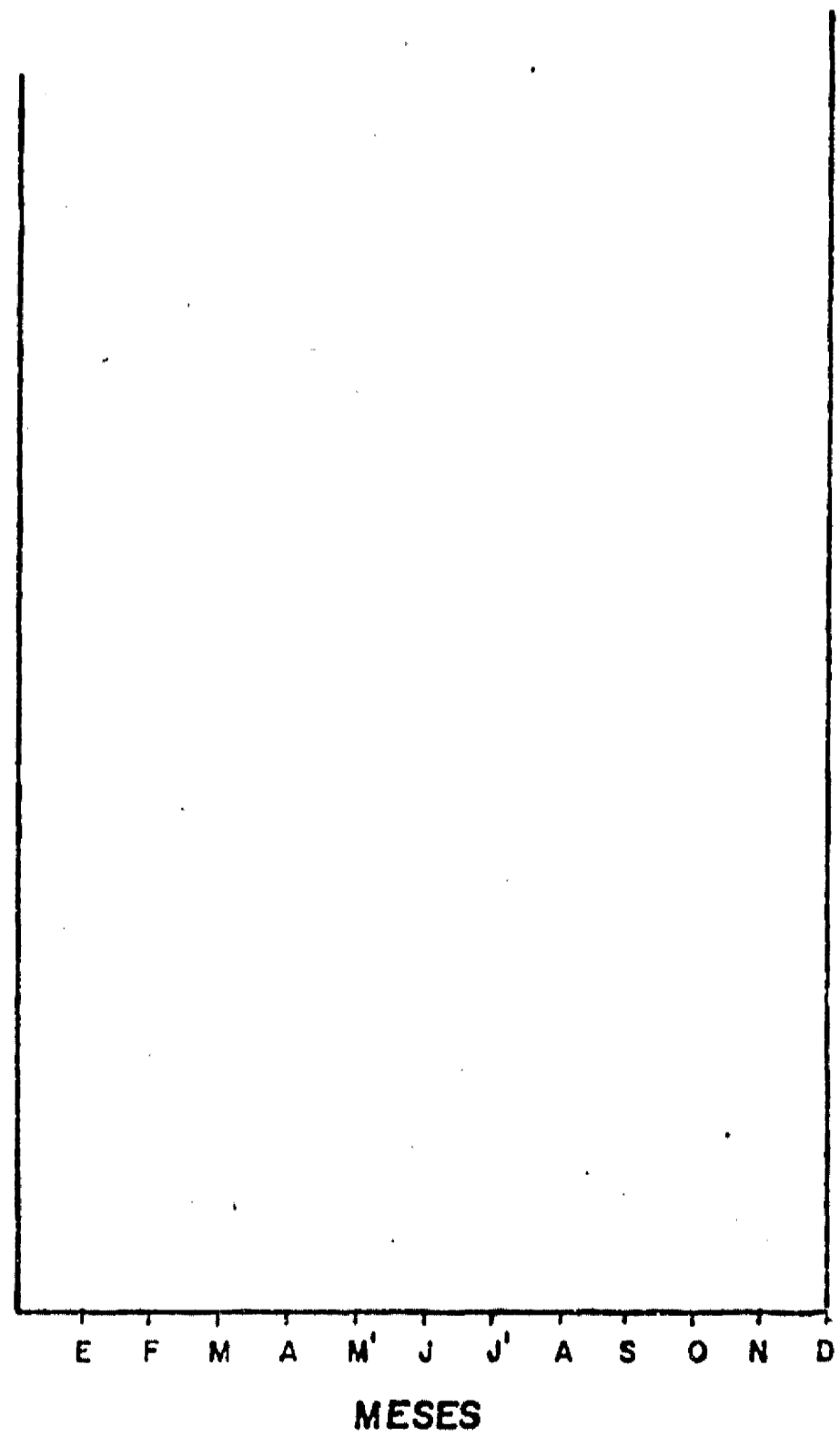
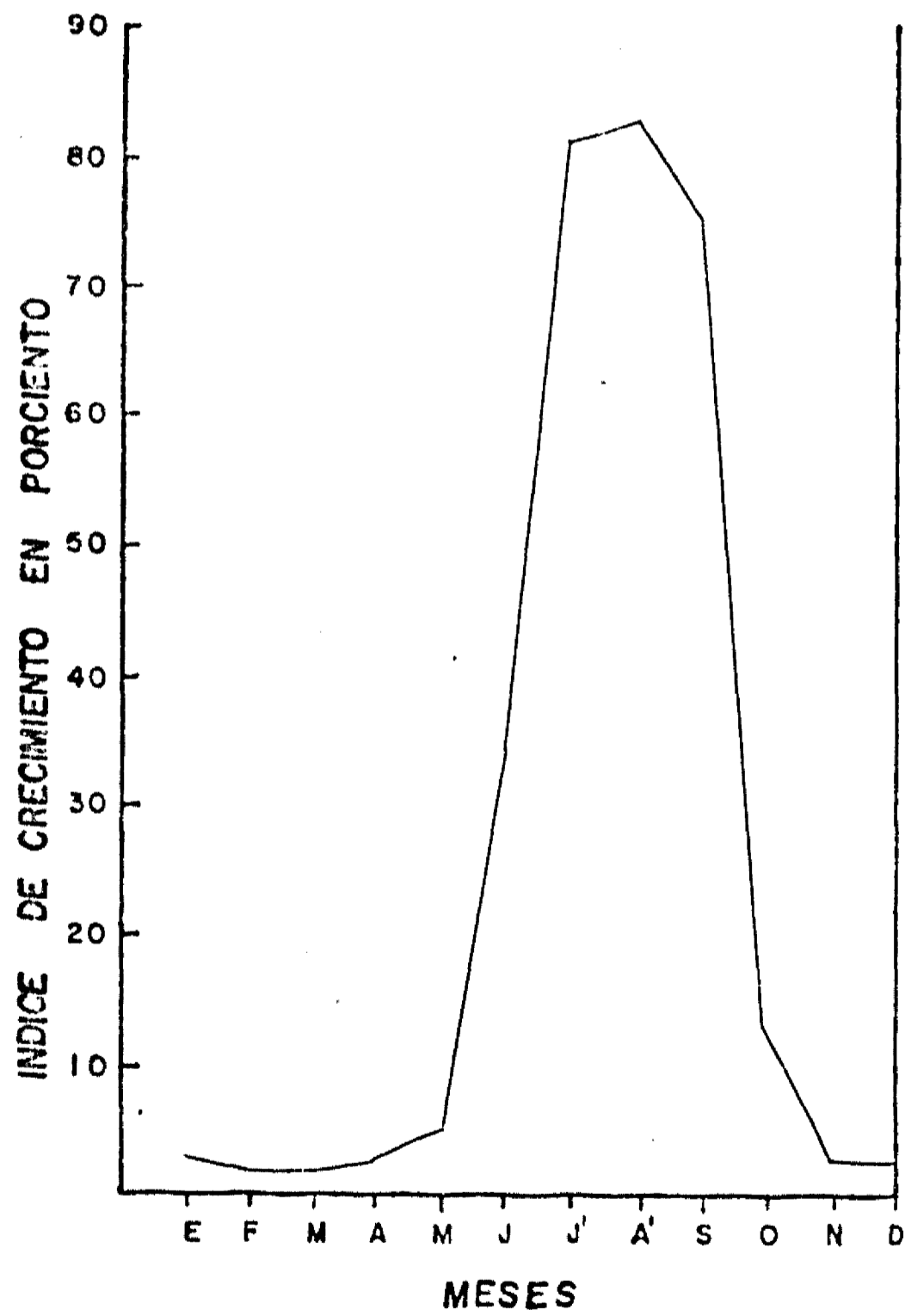
GRAFICA N° 24
AUXOGRAMA

ESTACION CLIMATOLOGICA: CUITZILLO
GRANDE, MICH.

GRUPO DE CLIMAS: 2.4

ESTACION CLIMATOLOGICA:

GRUPO DE CLIMAS:



temporada de lluvias que en este caso se presenta de junio a noviembre pues en esta temporada existe la humedad necesaria que favorece en general el crecimiento de las plantas.

Otro aspecto importante que contempla el sistema agroclimatológico de Papadakis es el cálculo de la evapotranspiración potencial. Las hojas de las plantas tienen aberturas, estomas, que permiten la comunicación de la atmósfera interior de la hoja con el exterior, función de fotosíntesis, en donde el ácido carbónico penetra por los estomas; de este modo entra ácido carbónico y sale vapor de agua. Al interior de la hoja el aire está saturado de humedad, mientras que el aire exterior casi nunca lo está, puede ser muy seco; por unidad de volumen hay más moléculas de agua en el interior de la hoja, por lo tanto el número de moléculas de agua que salen es mayor que las que entran, entonces se dice que la hoja pierde agua.

De manera que la transpiración acompaña a la fotosíntesis y depende de la concentración relativa de moléculas de agua existentes en el interior y exterior de la hoja, es decir del déficit de saturación.

El agua que se precipita en forma de lluvia penetra en el suelo, de ésta una parte la absorben las raíces pero es transpirada a la atmósfera por las plantas; otra se evapora directamente del suelo o bien se pierde por escurrimiento superficial o drenaje profundo. La transpiración depende de la superficie foliar y de la edad de esta hoja; así hojas tiernas provistas de suficiente agua, transpiran más que hojas maduras. Por otro lado un follaje abundante sobre el suelo, impide su calentamiento por el sol, y reduce la evaporación. La evapotranspiración es la transpiración más la evaporación del suelo.

ob

La planta pierde agua al transpirar pero la reemplaza por la que absorbe del suelo por sus raíces. Sin embargo, si dicha agua no es suficiente, las hojas pierden su turgencia y la transpiración se reduce. Así la sequía del suelo puede reducir y hasta anular la transpiración. De lo anterior se infiere que la producción vegetal no sólo depende de la luz, sino también del agua.

La evapotranspiración potencial se puede definir como la cantidad de agua necesaria para mantener una vegetación con un rendimiento cercano al óptimo. Algunos autores como Koeppen, De Martonne, Gaussen entre otros, trataron de determinar la evapotranspiración potencial con base a la temperatura en virtud de que no se disponía de datos de humedad.

Thornthwaite, 1948, calculó la evapotranspiración con base no sólo en la temperatura sino la longitud del día y otro factor. Empero la introducción de estos factores complicó el método, así que nunca se usó para el oeste seco de Estados Unidos de Norteamérica y fracasó.

Penman, 1954, intentó deducir la evapotranspiración potencial, con base en el balance energético. Debido a que dicho balance es muy complicado, se obtuvieron resultados decepcionantes en muchas partes del mundo y fracasó.

Papadakis propuso primero en 1948 un método sencillo para calcular la evapotranspiración con base en el déficit de saturación:

$$E = 20 (e_{me} - e_d)$$

donde E, evapotranspiración potencial del mes en milímetros de lluvia; e_{me} , tensión de vapor a la temperatura media en milímetros; e_d , tensión de vapor en milímetros.

Posteriormente dicho método se perfeccionó en 1957, con la fórmula siguiente:

$$E = 5.625 (e_{ma} - e_d)$$

Donde E, evapotranspiración potencial en milímetros; e_{ma} , tensión de vapor a la temperatura máxima media en milímetros e_d , tensión de vapor en milibares.

En virtud de que a veces se dificulta encontrar la tensión de vapor (e_d), ésta se puede reemplazar por la tensión de vapor que corresponde a la temperatura mínima menos 2.

En resumen y debido a los métodos tan variados, para calcular la evapotranspiración potencial, se convino en la necesidad de analizar algunos de ellos, para lo cual se seleccionaron las estaciones más representativas de los cinco tipos de clima con base en el sistema de Papadakis; dichas estaciones son: Morelia, Copándaro, San Diego Curucupaseo, Los Azufres y Planta de Bombeo, cuyos datos se incluyen en los cuadros números del 15 al 19 donde aparecen los métodos comparativos que se usaron para el cálculo de la evapotranspiración: W.R. Hamon, G. H. Hargreaves, Makkink, Evaporímetro clase A y J y Papadakis.

J. Papadakis, 1962, y Martín Arnaíz, 1976, indican que los métodos de Makkink y Hamon conducen a estimaciones muy semejantes, en la mayoría de los casos. Sin embargo, han sido poco utilizados y no se pueden dar aún recomendaciones sobre sus resultados. Con relación

C U A D R O No. 15

EVAPOTRANSPIRACION POTENCIAL EN MM./MES ESTIMADA POR EL METODO DE G.H. HARGREAVES

| ESTACION | E | F | M | A | M' | J | J' | A' | S | O | N | D | ANUAL |
|-----------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|------|--------|
| MORELIA | 80.8 | 90.3 | 120.4 | 129.3 | 136.7 | 113.5 | 110.6 | 112.9 | 103.5 | 96.4 | 82.9 | 71.4 | 1248.7 |
| COPANDARO | 73.4 | 81.3 | 109.2 | 119.3 | 129.3 | 109.5 | 106.7 | 109.4 | 100.0 | 91.9 | 75.8 | 65.6 | 1171.4 |
| SAN DIEGO CURUCUPASEO | 103.7 | 113.7 | 148.4 | 157.4 | 166.2 | 135.2 | 131.2 | 134.1 | 122.7 | 118.1 | 104.6 | 92.0 | 1527.3 |
| LOS AZUFRES | 64.7 | 75.1 | 98.4 | 106.2 | 100.1 | 96.1 | 91.8 | 93.2 | 84.0 | 78.3 | 67.2 | 58.4 | 1013.2 |
| PLANTA DE BOMBEO | 77.6 | 85.1 | 115.7 | 124.7 | 133.8 | 114.2 | 111.1 | 114.3 | 103.5 | 97.3 | 80.7 | 69.7 | 1227.7 |

C U A D R O No. 16

EVAPOTRANSPIRACION POTENCIAL EN MM./MES ESTIMADA POR EL METODO DE TANQUE EVAPORIMETRO CLASE A

| ESTACION | E | F | M | A | M' | J | J' | A' | S | O | N | D | ANUAL |
|-----------------------|------|------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|------|------|------|------|--------|
| MORELIA | 72.8 | 85.8 | 122.1 | 131.8 | 131.7 | 104.7 | 90.4 | 88.4 | 77.5 | 77.9 | 73.7 | 65.3 | 1122.0 |
| COPANDARO | 78.7 | 91.3 | 132.9 | 138.5 | 139.9 | 108.4 | 89.4 | 87.6 | 77.5 | 80.7 | 68.9 | 66.5 | 1160.3 |
| SAN DIEGO CURUCUPASEO | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| LOS AZUFRES | 50.7 | 60.3 | 89.0 | 91.0 | 88.3 | 68.6 | 64.1 | 65.5 | 58.1 | 53.0 | 47.4 | 41.8 | 778.0 |
| PLANTA DE BOMBEO | 99.4 | 93.0 | 166.9 | 164.7 | 163.9 | 134.9 | 117.6 | 112.0 | 96.5 | 94.0 | 83.2 | 81.6 | 1426.1 |

C U A D R O No. 17

EVAPOTRANSPIRACION POTENCIAL EN MM./MES ESTIMADA POR EL METODO DE MAKKINK

| ESTACION | E | F | M | A | M' | J | J' | A' | S | O | N | D | ANUAL |
|-----------------------|------|------|-------|-------|-------|------|------|-------|------|------|------|------|--------|
| MORELIA | 65.5 | 73.3 | 99.1 | 102.0 | 106.9 | 88.8 | 87.8 | 89.6 | 82.3 | 77.5 | 66.7 | 58.1 | 997.6 |
| COPANDARO | 61.2 | 67.8 | 89.5 | 96.5 | 102.9 | 87.1 | 85.3 | 87.8 | 80.3 | 74.7 | 62.4 | 63.8 | 959.3 |
| SAN DIEGO CURUCUPASEO | 78.4 | 85.9 | 110.4 | 112.2 | 120.6 | 99.5 | 98.3 | 100.4 | 92.3 | 88.2 | 78.3 | 68.7 | 1133.2 |
| LOS AZUFRES | 55.7 | 63.8 | 83.1 | 86.4 | 91.7 | 79.0 | 76.8 | 78.1 | 70.8 | 65.9 | 61.2 | 49.4 | 861.9 |
| PLANTA DE BOMBEO | 63.9 | 69.9 | 93.7 | 99.6 | 105.7 | 89.7 | 87.9 | 90.5 | 82.3 | 77.5 | 65.3 | 56.6 | 982.3 |

C U A D R O No. 18

EVAPOTRANSPIRACION POTENCIAL EN MM./MES ESTIMADA POR EL METODO DE W.R. HAMON

| ESTACION | E | F | M | A | M' | J | J' | A' | S | O | N | D | ANUAL |
|-----------------------|------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|------|--------|
| MORELIA | 52.3 | 66.8 | 77.1 | 90.0 | 96.5 | 95.1 | 84.8 | 82.5 | 76.8 | 75.5 | 59.1 | 54.5 | 911.0 |
| COPANDARO | 52.3 | 49.3 | 65.7 | 118.3 | 96.5 | 95.1 | 84.8 | 82.5 | 76.8 | 64.4 | 51.2 | 51.7 | 848.6 |
| SAN DIEGO CURUCUPASEO | 95.0 | 102.3 | 136.7 | 138.9 | 169.5 | 145.5 | 129.8 | 125.1 | 116.4 | 115.6 | 107.3 | 93.9 | 1476.1 |
| LOS AZUFRES | 38.1 | 41.7 | 51.4 | 57.8 | 62.0 | 70.5 | 62.5 | 60.8 | 56.7 | 55.7 | 43.3 | 37.8 | 638.3 |
| PLANTA DE BOMBEO | 52.3 | 49.3 | 77.1 | 78.3 | 96.5 | 95.1 | 97.4 | 94.7 | 76.8 | 75.5 | 59.1 | 51.7 | 903.6 |

C U A D R O No. 19

EVAPOTRANSPIRACION POTENCIAL EN MM./MES ESTIMADA POR EL METODO DE PAPADAKIS

| ESTACION | E | F | M | A | M' | J | J' | A' | S | O | N | D | ANUAL |
|-----------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|--------|
| MORELIA | 132.8 | 146.3 | 167.1 | 178.9 | 177.8 | 155.3 | 123.8 | 118.1 | 117.6 | 132.2 | 135.4 | 129.4 | 1717.7 |
| COPANDARO | 141.8 | 153.6 | 186.2 | 206.4 | 210.4 | 178.9 | 128.3 | 121.5 | 128.8 | 144.0 | 142.3 | 142.3 | 1884.5 |
| SAN DIEGO CURUCUPASEO | 244.7 | 260.4 | 302.6 | 313.3 | 312.8 | 218.8 | 219.4 | 217.1 | 203.6 | 219.4 | 226.1 | 234.0 | 3035.2 |
| LOS AZUFRES | 124.3 | 143.4 | 154.1 | 165.9 | 151.9 | 136.7 | 103.5 | 107.4 | 101.3 | 113.1 | 118.1 | 114.8 | 1533.8 |
| PLANTA DE BOMBEO | 149.1 | 158.6 | 195.2 | 217.7 | 228.4 | 200.1 | 149.1 | 145.1 | 150.2 | 160.3 | 156.4 | 149.6 | 2059.8 |

al método de Hargreaves, parece ser que en general sobreestiman la evapotranspiración potencial. El método de J. Papadakis, su autor indica que en las regiones húmedas, conduce a resultados tan buenos como los criterios de Thornthwaite; en cambio en las regiones secas y desérticas, es el único que confirma los datos experimentales. Sin embargo, Elías Castillo y Ruiz Beltrán,⁴ comentan que dicho método para el caso de España, en algunas estaciones obtuvieron valores demasiado elevados, particularmente en los meses de primavera e invierno.

Al comparar los datos de evapotranspiración total anual en las estaciones seleccionadas, con base en los cuatro métodos analizados se pudo inferir lo siguiente:

Los métodos de Hargreaves y Tanque Evaporímetro y Hamon, obtienen resultados similares, los tres registran valores irregulares de evapotranspiración potencial.

Finalmente, el método de Papadakis parece el mejor, pues estima valores cuyos resultados son satisfactorios, excepto en la estación de San Diego Curucupaseo donde se observa que sobreestima la evapotranspiración.

El sistema de clasificación agroclimatológica de Papadakis, 1975, no es sino una secuencia de 12 climas mensuales que se definen con dos letras, una para las condiciones térmicas y otra para las hídricas, de este modo el clima de un lugar queda representado por una secuencia de 12 fórmulas mensuales y una fórmula de clima anual. La fórmula anual está

⁴Elías Castillo y Ruiz Beltrán, 1973. "Clasificación Agroclimatológica de España. Basada en la Clasificación Ecológica de Papadakis". Publicación A-53 del Servicio Meteorológico Nacional. Madrid, España.

integrada por seis símbolos, los tres primeros se refieren a la fórmula térmica y los restantes corresponden a la fórmula hídrica, en general la fórmula climática hace resaltar algunas características importantes del clima: número térmico, régimen hídrico, calor de verano, tipo de invierno, etcétera.

El método de clasificación agroclimatológica de Papadakis, se aplicó a las 21 estaciones seleccionadas para el Distrito de desarrollo rural de Morelia, que muestran las variadas zonas climáticas prevaletentes en la región. En el cuadro número 20, aparecen las claves comparativas de los tres métodos de clasificación climática. En el plano número 13, se muestra la distribución geográfica de los climas según Papadakis en donde se aprecian cinco tipos climáticos de los que son representativas las siguientes estaciones climatológicas: Morelia, San Diego Curucupaseo, San Miguel del Monte, Huingo y Los Azufres.

Con el fin de esclarecer la exposición teórica de la metodología se elaboraron las tablas número 1, 2, 3, 4 y gráfica número 25, para cada estación representativa, donde se asientan los datos que definen los climas mensuales, fórmula térmica e hídrica y grupo climático, que se muestran como ejemplo de cálculo de clima en las cinco estaciones mencionadas con anterioridad. A continuación se resume la metodología del sistema de Papadakis:

Paso 1. Obtener los siguientes datos:

t'. Temperatura mínima extrema, es decir son las temperaturas mínimas absolutas, una por cada año registradas en cada mes durante varios años.

CUADRO No. 20

TIPOS DE CLIMAS SEGUN LOS SISTEMAS DE KOEPPEN, E. GARCIA, THORNTHWAITTE Y J. PAPADAKIS

| ESTACION | PERIODO DE OBSERVACION | TEMPERATURA MEDIA ANUAL EN °C | PRECIPITACION MEDIA ANUAL EN MM. | CLIMA SEGUN KOEPPEN MODIFICADO POR E. GARCIA. | CLIMA SEGUN THORNTHWAITTE | CLIMA SEGUN J. PAPADAKIS. |
|-----------------------|------------------------|-------------------------------|----------------------------------|---|--|---------------------------|
| ACUITZIO DE CANJE | 1943-1984 | 17.4 | 989.0 | Cb(w2)(w)(i')g | C ₁ (i)B ₂ '(a') | 2.3 |
| ALVARO OBREGON | 1965-1984 | 18.4 | 654.4 | Cb(w.)(w)(e)g | C ₁ (i)B ₂ '(a') | 2.3 |
| CARRILLO PULIDO | 1970-1984 | 16.7 | 677.2 | Cb(w.)(w)(i')g | C ₁ (i)B ₂ '(a') | 2.3 |
| COPANDARO | 1970-1984 | 15.5 | 821.0 | Cb(w1)(w)(i')g | C ₁ (i)B ₂ '(a') | 2.4 |
| CUITZEO | 1935-1984 | 18.1 | 676.9 | Cb(w.)(w)(e')g | C ₁ (i)B ₂ '(a') | 2.3 |
| CUITZILLO GRANDE | 1969-1984 | 17.0 | 648.6 | Cb(w.)(w)(i')g | C ₁ (i)B ₂ '(a') | 2.4 |
| CHUCANDIRO | 1965-1984 | 17.5 | 899.1 | Cb(w1)(w)(e)g | C ₁ (i)B ₂ '(a') | 2.3 |
| EL TEMASCAL | 1964-1984 | 17.3 | 1479.3 | Cb(m)(w)(i')g | B ₃ (i)B ₂ '(a') | 2.3 |
| HUINGO | 1937-1984 | 17.7 | 717.8 | Cb(w.)(w)(e)g | C ₁ (i)B ₂ '(a') | 2.2 |
| LOS AZUFRES | 1965-1984 | 11.4 | 1442.7 | C(E)(m)(w)(i')g | B ₃ (r)C'(a') | 2.6 |
| MORELIA | 1921-1984 | 17.7 | 717.7 | Cb(w1)(w)(i')g | C ₁ (i)B ₂ '(a') | 2.3 |
| PLANTA DE BOMBEO | 1967-1984 | 17.0 | 768.9 | Cb(w.)(w)(i')g | C ₁ (i)B ₂ '(a') | 2.2 |
| PRESA COINTEJO | 1939-1984 | 17.4 | 815.5 | Cb(w1)(w)(i')g | C ₁ (i)B ₂ '(a') | 2.2 |
| PRESA MALPAIS | 1941-1984 | 17.3 | 703.0 | Cb(w.)(w)(i')g | C ₁ (i)B ₂ '(a') | 2.2 |
| QUIRIO | 1964-1984 | 17.8 | 784.8 | Cb(w1)(w)(e)g | C ₁ (i)B ₂ '(a') | 2.3 |
| SAN DIEGO CURUCUPASEO | 1921-1984 | 25.3 | 1130.6 | Aw ₁ (w)(i')g | C ₁ (i)A'(a') | 2.1 |
| SAN MIGUEL DEL MONTE | 1964-1984 | 15.8 | 1126.7 | Cb(w2)(w)(i')g | B(i)B ₂ '(a') | 2.4 |
| SAN SEBASTIAN | 1970-1984 | 16.6 | 661.1 | Cb(w.)(w)(i')g | C ₁ (i)B ₂ '(a') | 2.3 |
| SANTIAGO UNDAMEO | 1954-1984 | 15.7 | 888.3 | Cb(w2)(w)(i')g | C ₁ (i)B ₂ '(a') | 2.4 |
| TZITZIO | 1968-1984 | 21.0 | 1205.5 | A(c)(w1)(w)ig | B ₃ (i)B ₄ '(a') | 2.4 |
| VILLA MADENO | 1944-1984 | 16.5 | 1308.3 | Cb(w2)(w)(i') | B ₃ (i)B ₂ '(a') | 2.3 |

101

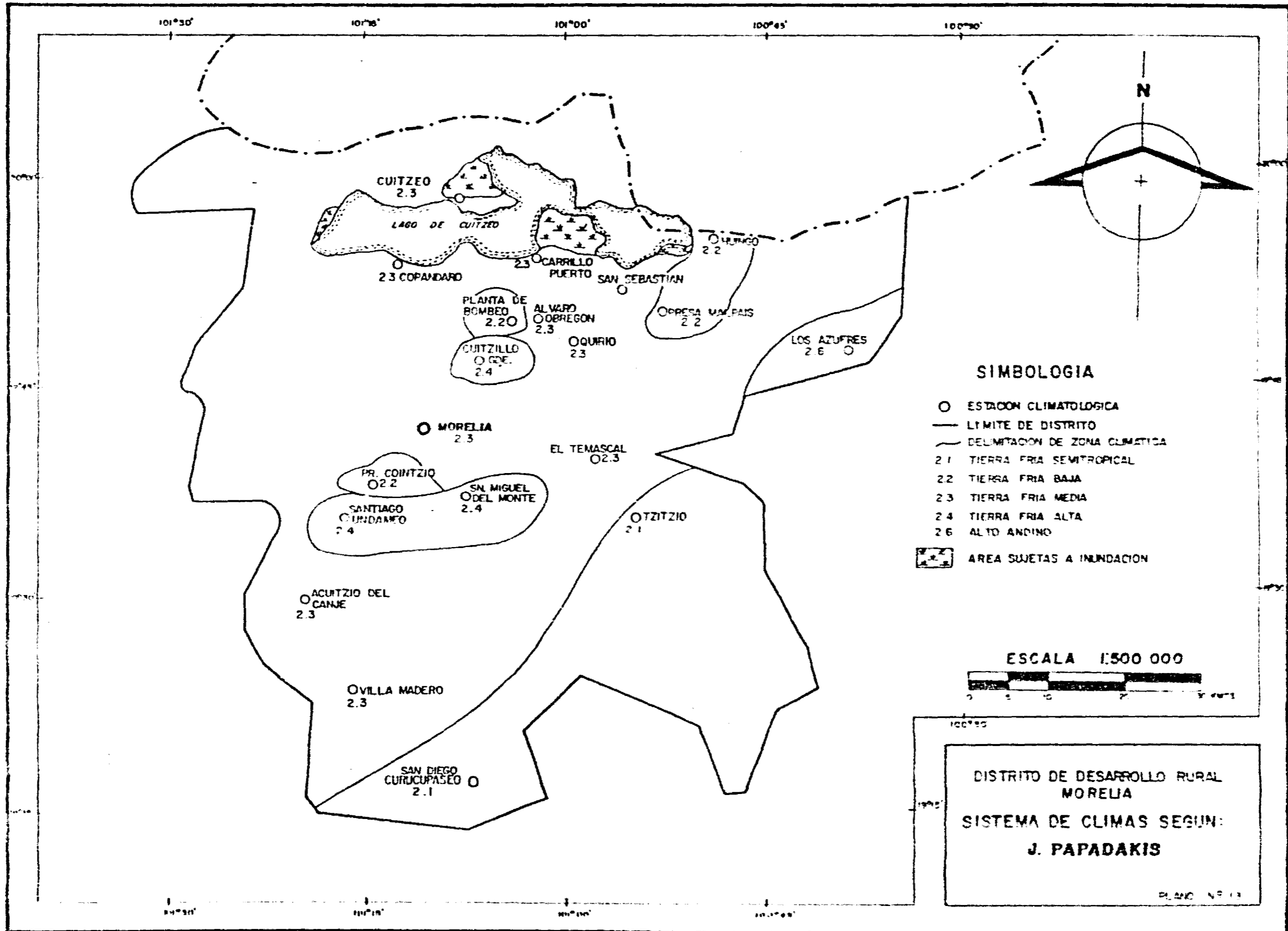


TABLA NUM. 1

DETERMINACION DEL CLIMA ANUAL Y DEL GRUPO CLIMATICO

ESTACION CLIMATOLOGICA: _____

LATITUD: _____ N.

MPIO.: _____ EDO.: _____

LONGITUD: _____ W.G.

PROCESO: _____ FECHA: _____

ALTITUD: _____ m.s.n.m.

1.- FORMULAS DEL CLIMA MENSUAL.

| MES | ENE | FEB. | MAR. | ABR. | MAY. | JUN. | JUL. | AGO. | SEP. | OCT. | NOV. | DIC. |
|---------------|-----|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| CLIMA MENSUAL | | | | | | | | | | | | |

2.- FORMULA TERMICA.

2.1 - TIPO DE INVIERNO (mes más frío): _____ (_____)

2.2 - TIPO DE VERANO (mes más cálido): _____ (_____) OCURRE ANTES O EN JUNIO? _____

2.3 - NUMERO TERMICO:

$(T_M)_1 =$ _____ °C (_____)

$(T_M)_2 =$ _____ °C (_____)

$(T_M)_2 =$ _____ °C (_____)

$t' > 2$ °C : _____ meses

$(T_M)_4 =$ _____ °C (_____)

$t' > 7$ °C _____ meses

$(T_M)_6 =$ _____ °C (_____)

NUMERO TERMICO _____ (_____)

2.4 - FORMULA TERMICA : _____

3.- FORMULA HIDRICA.

3.1 - NUMERO HIDRICO: _____ (numero de meses l,y,p,h,w, cuando es ≤ 9)

_____ (número y tipo de meses menos húmedos)

3.2 - TIPO DE REGIMEN HIDRICO: _____ (_____)

| CONCEPTO | ENE. | FEB. | MAR. | ABR. | MAY. | JUN. | JUL. | AGO. | SEP. | OCT. | NOV. | DIC. | ANUAL |
|----------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|-------|
| P (mm) | | | | | | | | | | | | | |
| ETP (mm) | | | | | | | | | | | | | |
| P/ETP | | | | | | | | | | | | | |

$\frac{Pa}{ETPa} 100 =$ _____ $100 =$ _____ % mes más seco _____ (_____)

Excedente estacional de lluvia (Ln) = _____ mm. mes más húmedo _____ (_____)

$\frac{Ln}{ETPa} 100 =$ _____ $100 =$ _____ %

3.3 - FORMULA HIDRICA: _____

4.- FORMULA DEL CLIMA ANUAL: _____

5.- GRUPO CLIMATICO: _____

101

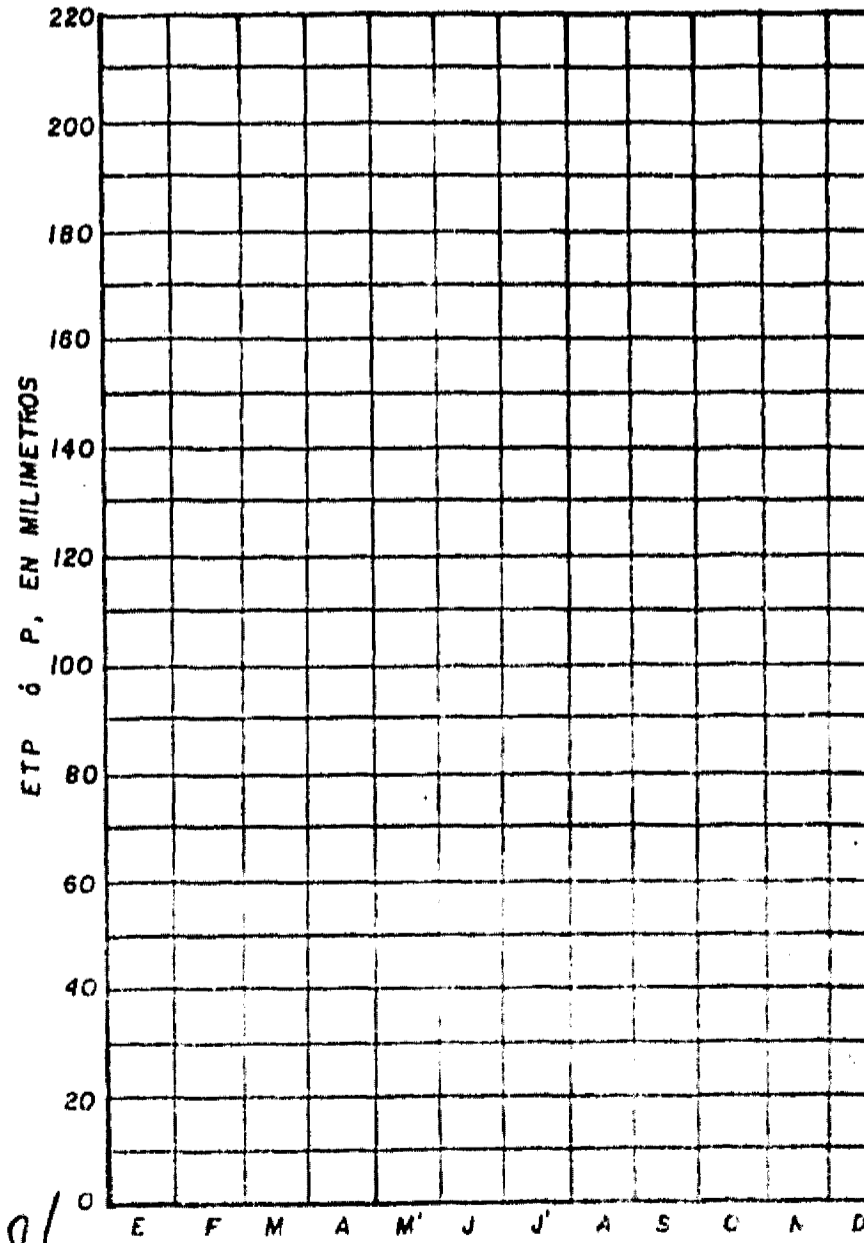
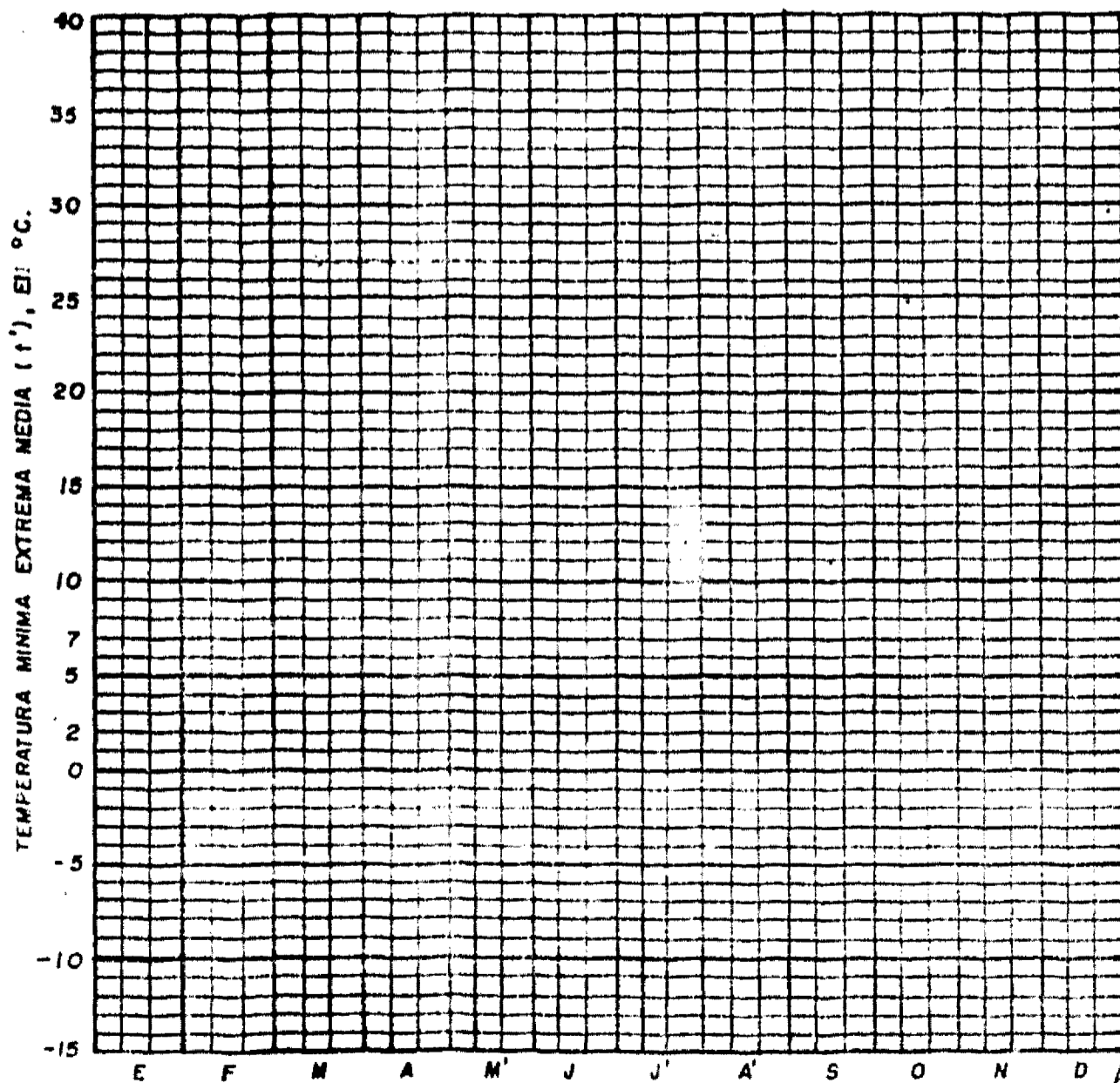
TABLA NUM. 3
DATOS PARA LA CLASIFICACION DEL CLIMA MENSUAL

ESTACION CLIMATOLOGICA: _____ MPIO: _____ EDO.: _____ PERIODO: _____

| TEMP(°C) | ENE. | FEB | MAR. <small>P</small> | ABR. <small>P</small> | MAY. <small>P</small> | JUN. | JUL. | AGO. | SEP. <small>O</small> | OCT. <small>O</small> | NOV. <small>O</small> | DIC. |
|-----------------------|------|-----|--------------------------|--------------------------|--------------------------|------|------|------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|------|
| T' | | | | | | | | | | | | |
| T | | | | | | | | | | | | |
| T | | | | | | | | | | | | |
| CLIMA MENSUAL TERMICO | | | | | | | | | | | | |

| CONCEPTO | ENE. <small>I</small> | FEB <small>I</small> | MAR. <small>P</small> | ABR. <small>P</small> | MAY. <small>P</small> | JUN. <small>V</small> | JUL. <small>V</small> | AGO. <small>V</small> | SEP. <small>O</small> | OCT. <small>O</small> | NOV. <small>O</small> | DIC. <small>I</small> | ANUAL |
|----------|--------------------------|-------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|-------|
| Tm (°C) | | | | | | | | | | | | | |
| ETP (mm) | | | | | | | | | | | | | |
| P (mm) | | | | | | | | | | | | | |

PERIODO DE FUERTES HELADAS _____ (T' < 0)
 PERIODO LIBRE DE FUERTES HELADAS _____ ; _____ (0 < T' < 2)
 PERIODO RAZONABLEMENTE LIBRE DE HELADAS _____ ; _____ (2 < T' < 7)
 PERIODO TOTALMENTE LIBRE DE HELADAS _____ (T' > 7). * METODO DE _____



691

TABLA Nº 4

DATOS Y CALCULO DEL METODO PAPADAKIS
PARA DETERMINAR LA EVAPOTRANSPIRACION POTENCIAL

ESTACION CLIMATOLOGICA

| 1 | MESES | ENE. | FEB. | MAR. | ABR. | MAY. | JUN. | JUL. | AGO. | SEP. | OCT. | NOV. | DIC. |
|---|-------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| 2 | | | | | | | | | | | | | |
| 3 | | | | | | | | | | | | | |
| 4 | | | | | | | | | | | | | |
| 5 | | | | | | | | | | | | | |
| 6 | | | | | | | | | | | | | |
| 7 | | | | | | | | | | | | | |

CLIM O G R A M A S

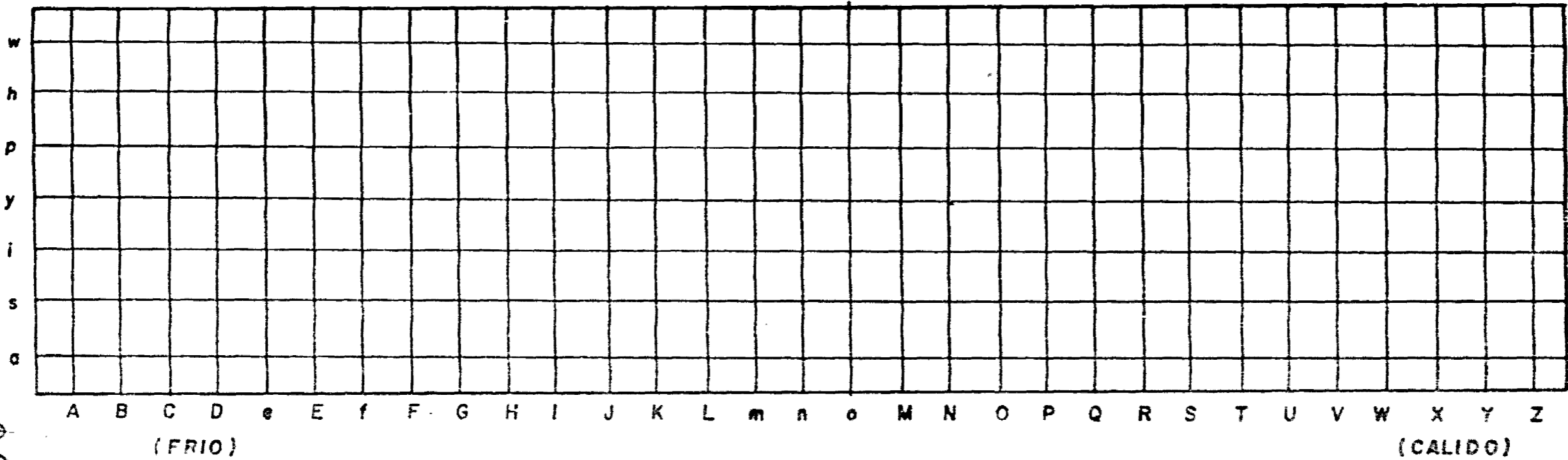
ESTACION CLIMATOLOGICA : _____

LATITUD : _____ N.

MUNICIPIO: _____ ESTADO: _____

LONGITUD : _____ W.G.

ALTITUD : _____ m.s.n.m.



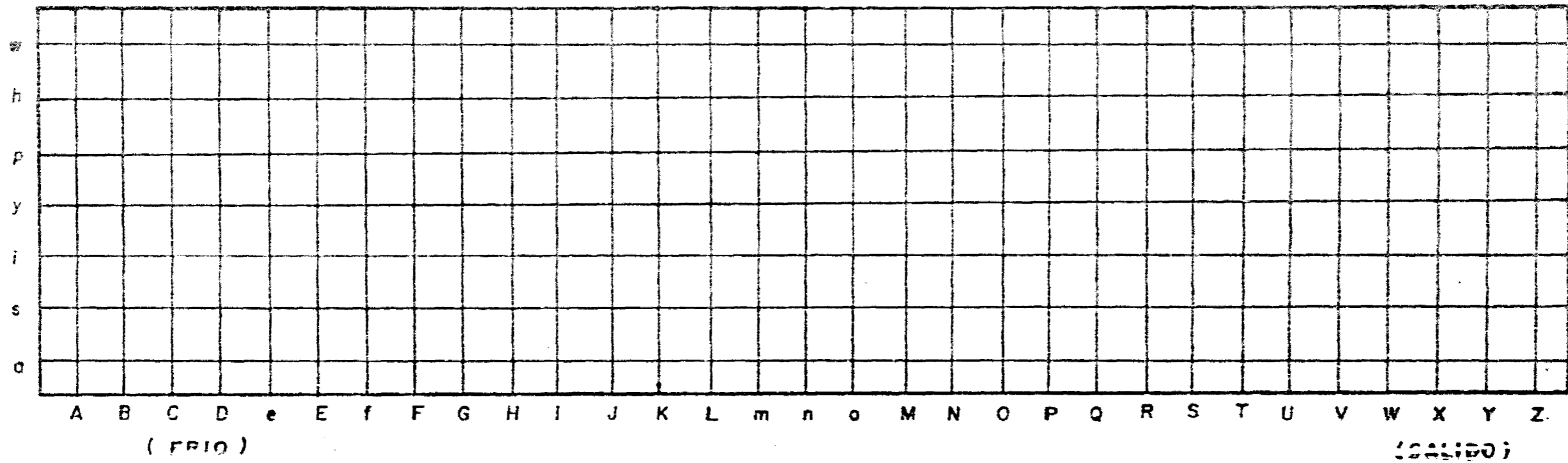
ESTACION CLIMATOLOGICA: _____

LATITUD : _____ N.

MUNICIPIO: _____ ESTADO: _____

LONGITUD : _____ W.G.

ALTITUD : _____ m.s.n.m.



(HUMEDO)

(SECO)

(HUMEDO)

(SECO)

CLIMOGRAMAS

GRAFICA Nº 25

106

T. Temperatura máxima promedio. Es el promedio de las temperaturas máximas absolutas mensuales durante varios años.

t. Temperatura mínima promedio. Es el promedio de las temperaturas mínimas de los 28-31 días de cada mes durante varios años.

- Paso 2. En base a los datos anteriores clasificar el clima mensual y número térmico con base en las tablas 5 y 7 respectivamente.
- Paso 3. A partir de los datos climáticos disponibles, se estima la evapotranspiración potencial mensual con base en el método de Papadakis.
- Paso 4. Con la gráfica de temperatura mínima extrema (t') se determinan los períodos de heladas definidas por el método de Papadakis, que supone que la temperatura mínima extrema de un mes corresponde al primero del mes, cuando las temperaturas suben (primavera), o al fin del mes cuando las temperaturas bajan y aumentan linealmente hasta el otro extremo del mes.
- Paso 5. Los datos de evapotranspiración potencial y precipitación se dibujan en una gráfica a la misma escala, los 5 pasos anteriores se muestran en la tabla número 1., se efectúa un balance hídrico para determinar la lluvia anterior (Pant) definida ésta como el agua almacenada en el suelo, en el mes anterior, tomando como límite una lámina de 100 milímetros.

TABLA 5

CLASIFICACION TERMICA DEL CLIMA MENSUAL

(L. PAPAIOAKIS, 1980)

| TIPO DE CLIMA MENSUAL | TEMPERATURA MINIMA EXTREMA MEDIA (t'), EN °C | TEMPERATURA MAXIMA MEDIA (T), EN °C. | TEMP. MINIMA MEDIA (t), EN °C. |
|-----------------------|--|--------------------------------------|--------------------------------|
| A | < -29 | < -17.8 | --- |
| B | < -29 | > -17.8 | --- |
| C | -29 a -10 | < 0 | --- |
| D | -29 a -10 | 0 a 5 | --- |
| e | -29 a -10 | > 5 | --- |
| E | -10 a -2.5 | 5 a 10 | --- |
| f | -10 a -2.5 | 10 a 15 | --- |
| F | -20 a -2.5 | > 15 | --- |
| G | -2.5 a 0 | 10 a 15 | --- |
| H | 0 a 2 | 10 a 15 | --- |
| I | 2 a 7 | 10 a 15 | --- |
| J | -2.5 a 0 | 15 a 21 | --- |
| | | > 21 | < 8 |
| K | 0 a 2 | 15 a 21 | --- |
| | | > 21 | < 8 |
| L | 2 a 0 | 15 a 21 | --- |
| | | > 21 | < 8 |
| m | -2.5 a 0 | 21 a 25 | > 8 |
| n | 0 a 2 | 21 a 25 | > 8 |
| o | 2 a 7 | 21 a 25 | --- |
| M | -2.5 a 0 | > 25 | --- |
| N | 0 a 1 | > 25 | --- |
| O | 2 a 7 | > 25 | --- |
| P | > 7 | < 17 | --- |
| Q | > 7 | 17 a 21 | --- |
| R | > 7 | 21 a 25 | < 13 |
| S | > 7 | 21 a 25 | 11 a 20 |
| T | > 7 | 25 a 29 | < 13 |
| U | > 7 | 25 a 29 | 13 a 20 |
| V | > 7 | 29 a 33.5 | < 20 |
| W | > 7 | > 33.5 | < 20 |
| X | > 7 | < 29 | > 20 |
| Y | > 7 | 29 a 33.5 | > 20 |
| Z | > 7 | > 33.5 | > 20 |

TABLA 7
 NUMERO TERMICO DEL CLIMA ANUAL
 (J. PAPADAKIS, 1980)

| NUMERO TERMICO | DESIGNACION | (T _m)1 °C | (T _m)2 °C | (T _m)4 °C | (T _m)6 °C | (t _m)2 °C | t' 2°C MESES | t' 7°C MESES | t °C |
|----------------|-----------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|-----------------|-----------------|---------|
| 0 | FRIGIDO | - | 6 | - | - | - | - | - | - |
| 1 | TUNDRA | - | 6 | 10 | - | - | - | - | - |
| 2 | ALPINO-ANDINO | - | - | 10 | - | 5 | - | - | - |
| 3 | TAIGA-SUBALPINO | - | - | 10 a 17 | - | 5 | 2,5 | - | - |
| 4 | TRIGO, FRESCO | - | - | 17 | - | - | 2.5 a 4.5 | - | - |
| 5 | TRIGO, CALIDO | - | - | 17 | 21 | - | 4,5 | - | - |
| 6 | MAIZ | 25 | - | - | 21 | - | 4,5 | 3.5 | - |
| 7 | ARROZ | 25 | - | - | 21a 25 | - | - | 3.5 a 4.5 | - |
| 8 | ALGODON | - | - | - | 25 | - | - | 4.5 | 18* |
| 9 | ECUATORIAL | - | - | - | 25 | - | - | - | 18** |

* De uno o más meses

** De todos los meses

- S I M B O L O G I A -

(T_m) 1 = Promedio de las temperaturas máximas de los 'i' meses más calidos, en °C.

(t_m) 2 = Promedio de las temperaturas mínimas medias de los 2 meses más cálidos, en °C.

t' = Temperatura mínima extrema media, en °C.

t = Temperatura mínima media, en °C.

- Paso 6. Se realiza el balance hídrico con base en la tabla número 6.
- Paso 7. Se aplican los límites determinados por Papadakis, para definir el tipo de mes hídrico (parte inferior de la tabla número 2).
- Paso 8. Con base a las fórmulas del clima mensual, se determina la fórmula, tomando como base los tres primeros signos, de la fórmula hídrica.
- Paso 9. A partir de la información climática y de los climas mensuales se determina la fórmula hídrica.
- Paso 10. Se integra la fórmula anual y se define en base a toda la información anterior el subgrupo climático correspondiente.
- Paso 11. Por último, se da la interpretación a cada clima mensual, se explica el clima anual, primero definiendo el rigor del invierno, presencia de heladas, calor del verano y finalmente señalan las potencialidades agrícolas del subgrupo.

Con base en el método de clasificación climática anterior en el cuadro número 21, se muestra un resumen de los grupos de climas, clima mensual y fórmula climática resultante de la aplicación de dicho método agroclimático.

TABLA 6

CLASIFICACION HIDRICA DEL CLIMA MENSUAL
(J. PAPADAKIS, 1980)

| TIPO DE CLIMA MENSUAL | DESIGNACION | CONDICIONANTE | EXCEDENTE DE AGUA, EN mm. | NOTA DESCRIPTIVA |
|-----------------------|-------------------|------------------------------|---------------------------|------------------|
| a | Arido | (P + Pant) 0.25 ETP | — | 32 |
| s | Seco | 0.25 ETP (P + Pant) 0.50 ETP | — | 33 |
| i | Intermedio seco | 0.50 ETP (P + Pant) 0.75 ETP | — | 34 |
| y | Intermedio húmedo | 0.75 ETP (P + Pant) ETP | — | 35 |
| p | Prehúmedo | (P + Pant) ETP | — | 36 |
| h | Húmedo | P ETP; (P + Pant) 2 ETP | 100 | 37 |
| w | Mojado | P ETP; (P + Pant) 2 ETP | 100 | 38 |

NOTACION:

P = Precipitación mensual, en mm.

Pant = Agua almacenada en el suelo debido a lluvias anteriores, en mm.

ETP = Evapotranspiración potencial mensual, en mm.

P + Pant - ETP = Excedente de agua

CUADRO No. 21
CLIMAS MENSUALES Y FORMULA CLIMATICA SEGUN J. PAPADAKIS

| ESTACION | PRECIPITACION EN MM. | E | F | M | A | M' | J | J' | A' | S | O | N | D | FORMULA CLIMATICA |
|---|----------------------|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|-------------------|
| GRUPO DE CLIMAS 2.1 TIERRA FRIA SEMITROPICAL | | | | | | | | | | | | | | |
| SAN DIEGO CURUCUPASEO | 1130.6 | Oa | Na | Oa | Oa | Oa | Oy | Wh | Wh | Oh | Oh | Oa | Ca | 800d5h |
| | 1205.5 | Fa | Oa | Wa | Wa | Wa | Vy | Vh | Vh | Vh | Vp | Va | Ca | 80Wd5h |
| GRUPO DE CLIMAS 2.2 TIERRA FRIA BAJA | | | | | | | | | | | | | | |
| HUINGO | 717.8 | Fa | Fa | Ja | Ka | Oa | Oi | Th | Oh | Ny | Ms | Fa | Fa | 8FOd4h |
| PLANTA DE BOMBEO | 768.9 | Ja | Fa | Ke | Na | Oa | Oi | Th | Th | Oh | Os | Na | Ka | 80d4h |
| PRESA COINTZIO | 815.5 | Fa | Fa | Ja | La | Oa | Oy | Tf | Th | Oy | Oi | Ja | Fa | 8FOd5p |
| PRESA MALPAIS | 703.0 | Fa | Fa | Ka | Ka | La | Oi | Oh | Oh | Oy | Js | Fa | Fa | 8FLd4h |
| GRUPO DE CLIMAS 2.3 TIERRA FRIA MEDIA | | | | | | | | | | | | | | |
| ACUITZIO DE CANJE | 989.0 | Fa | Fa | Ka | Ka | La | Oy | Oh | Oh | Oh | Ki | Ji | Ji | 6JLd6h |
| ALVARO OBREGON | 654.4 | Fa | Ja | Na | Oa | Oa | Ws | Uy | Oy | Oi | Ns | Fa | Ja | 6FO4ay |
| CARRILLO PUERTO | 677.2 | Ja | Ka | Ka | Oa | Oa | Oi | Th | Tw | nw | Np | Ka | Ja | 7J0d5w |
| CUITZEO | 676.9 | Fa | Fa | Ka | Ka | Oa | Vi | Oy | Oy | Oy | Ns | Fa | Fa | 6FOd4y |
| CHUCANDIRO | 899.1 | Na | Na | Na | Na | Na | Ni | Nh | Nh | Ny | Ns | Na | Nq | 8NNd4h |
| EL TEMASCAL | 1479.3 | Ks | Oa | Oa | Oa | Oa | Oh | Tw | Sw | Ow | Oh | Oy | na | 6N0d6w |
| MORELIA | 771.7 | ma | na | Ta | Oa | Va | Vy | Th | Th | Oh | Op | Ps | ma | 7mVd5h |
| QUIRIO | 784.8 | Ma | Ma | Na | Oa | Oa | Vi | Th | Th | Op | Ps | Ma | Ma | 6MOd4h |
| SAN SEBASTIAN | 661.1 | FA | FA | Ja | Ka | Oa | Oi | Ty | Th | Kp | Js | Ja | Fa | 7FOd4h |
| VILLA MADERO | 1308.3 | Ma | Ma | Na | Na | Os | Oh | Nw | Ow | Ow | Op | Os | Ka | 6KOd5w |
| GRUPO DE CLIMAS 2.4 TIERRA FRIA ALTA | | | | | | | | | | | | | | |
| COPANDARO | 821.0 | Fa | Fa | Ja | Ka | Oa | Oy | Oh | Rw | nh | Jp | Fa | Fa | 4FOd5h |
| CUITZILLO GRANDE | 648.6 | Fa | Ja | Na | Oa | Oa | Oi | Oy | Th | Nh | Ns | Fa | Fa | 4FO4dh |
| SAN MIGUEL DEL MONTE | 1126.7 | Ja | Ja | Ka | Ka | La | Lh | Lw | Ow | Ow | Ks | Ja | Ja | 4JLd4v |
| SANTIAGO UNDAMEO | 888.3 | Fa | Fa | Ja | Ja | Oa | Oy | Th | Tw | Lw | Ki | Fa | Fa | 4FOd5h |
| GRUPO DE CLIMAS 2.6 ANDINO ALTO | | | | | | | | | | | | | | |
| LOS AZUFRES | 1442.7 | Fa | Fa | Fa | Fa | Fs | Fh | Jw | Jw | Jw | Fh | Fp | Fa | 2JFd6w |

El grupo de climas predominante según Papadakis, en el Distrito de temporal, es el 2.3. Equivalente a tierra fría media, se seleccionó como estación tipo Morelia. (Tablas 1, 2, 3, 4 y gráfica 25) Fórmula térmica 7mV, es decir, el mes más frío es diciembre, la temperatura mínima extrema media es entre 0 y - 2.5° C y la mínima media mayor de 8° C, y la máxima promedio entre 21 y 25° C; el mes más cálido es mayo y junio, la temperatura mínima extrema mayor de 7° C, la máxima media entre 29 y 33.5° C y la mínima media menor de 20° C; durante siete meses la temperatura mínima extrema media es mayor de 2° C. Fórmula hídrica de 5h, prevalecen cinco meses húmedos en el año junio-octubre, el resto son áridos y secos; el mes más seco es diciembre y el más húmedo julio. El grupo de climas anterior ocupa aproximadamente el 70% del área total, es decir, 10 estaciones climatológicas aparecen con dicho grupo climático, plano número 11.

En orden de importancia le sigue el grupo de climas 2.1. Tierra fría semitropical, se seleccionó como estación tipo San Diego Curucupaseo. (Tablas 1, 2, 3, 4 y Gráfica 25). La fórmula térmica es 800, es decir, el mes más frío es septiembre, y el más cálido mayo, la temperatura mínima extrema oscila entre 2 y 7° C, la máxima media mayor de 25° C, durante once meses del año la temperatura mínima extrema es mayor de 2° C y durante tres es mayor de 7° C, la temperatura máxima promedio durante el período abril-septiembre es mayor de 25° C. Fórmula hídrica d5h. Prevalecen cinco meses húmedos en el año de junio-octubre el resto son áridos, el mes más seco es marzo, el más húmedo julio. Este grupo de climas se localiza en la porción sureste de la región y ocupa un área aproximada de 15% respecto a la superficie total.

TABLA NUM. 1

DATOS PARA LA CLASIFICACION DEL CLIMA MENSUAL SEGUN PAPADAKIS

ESTACION CLIMATOLOGICA : MORELIA MPIO: MORELIA EDO: MICH PERIODO: 1921-1981

| TEMP(°C) | ENE. | FEB. | MAR. P | ABR. P | MAY. P | JUN. | JUL. | AGO. | SEP. O | OCT. O | NOV. O | DIC. |
|-----------------------|------|------|-----------|-----------|-----------|------|------|------|-----------|-----------|-----------|------|
| <i>t'</i> | -0.3 | 0.6 | 1.8 | 6.0 | 7.4 | 8.0 | 10.0 | 9.0 | 4.2 | 3.7 | 0.0 | -1.8 |
| T | 24.3 | 25.9 | 28.2 | 29.7 | 30.3 | 29.1 | 26.4 | 25.8 | 25.4 | 25.6 | 24.3 | 24.1 |
| <i>t</i> | 3.4 | 4.6 | 6.7 | 8.9 | 11.1 | 12.5 | 12.1 | 11.9 | 11.0 | 7.9 | 5.1 | 3.8 |
| CLIMA MENSUAL TERMICO | m | n | T | O | V | V | T | T | O | O | O | m |

| CONCEPTO | ENE. I | FEB. I | MAR. P | ABR. P | MAY. P | JUN. V | JUL. V | AGO. V | SEP. O | OCT. O | NOV. O | DIC. I | ANUAL |
|---------------------------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|--------|
| <i>t_m</i> (°C) | 14.4 | 15.8 | 18.1 | 19.8 | 20.8 | 19.9 | 18.6 | 18.4 | 18.2 | 17.5 | 15.8 | 14.6 | 17.7 |
| ETP (mm) | 132.8 | 146.3 | 167.1 | 178.9 | 177.8 | 155.3 | 123.8 | 118.1 | 117.6 | 132.2 | 138.4 | 129.4 | 1717.7 |
| P (mm) | 14.7 | 6.9 | 7.3 | 13.5 | 41.9 | 139.3 | 172.4 | 154.6 | 134.4 | 59.0 | 16.0 | 11.7 | 771.7 |

PERIODO DE FUERTES HELADAS 1° AL 20 DE ENERO Y 1° AL 31 DE DICIEMBRE (*t' < 0*)
 PERIODO LIBRE DE FUERTES HELADAS 22 ENERO A 7 DE MARZO ; 11 A 30 DE NOVIEMBRE (*0 < t' < 2*)
 PERIODO RAZONABLEMENTE LIBRE DE HELADAS 7 MARZO A 27 DE ABRIL ; 10 SEPT. A 10 DE NOVIEM. (*2 < t' < 7*)
 PERIODO TOTALMENTE LIBRE DE HELADAS 1° MAYO A 10 DE SEPT. (*t' > 7*). METODO DE _____

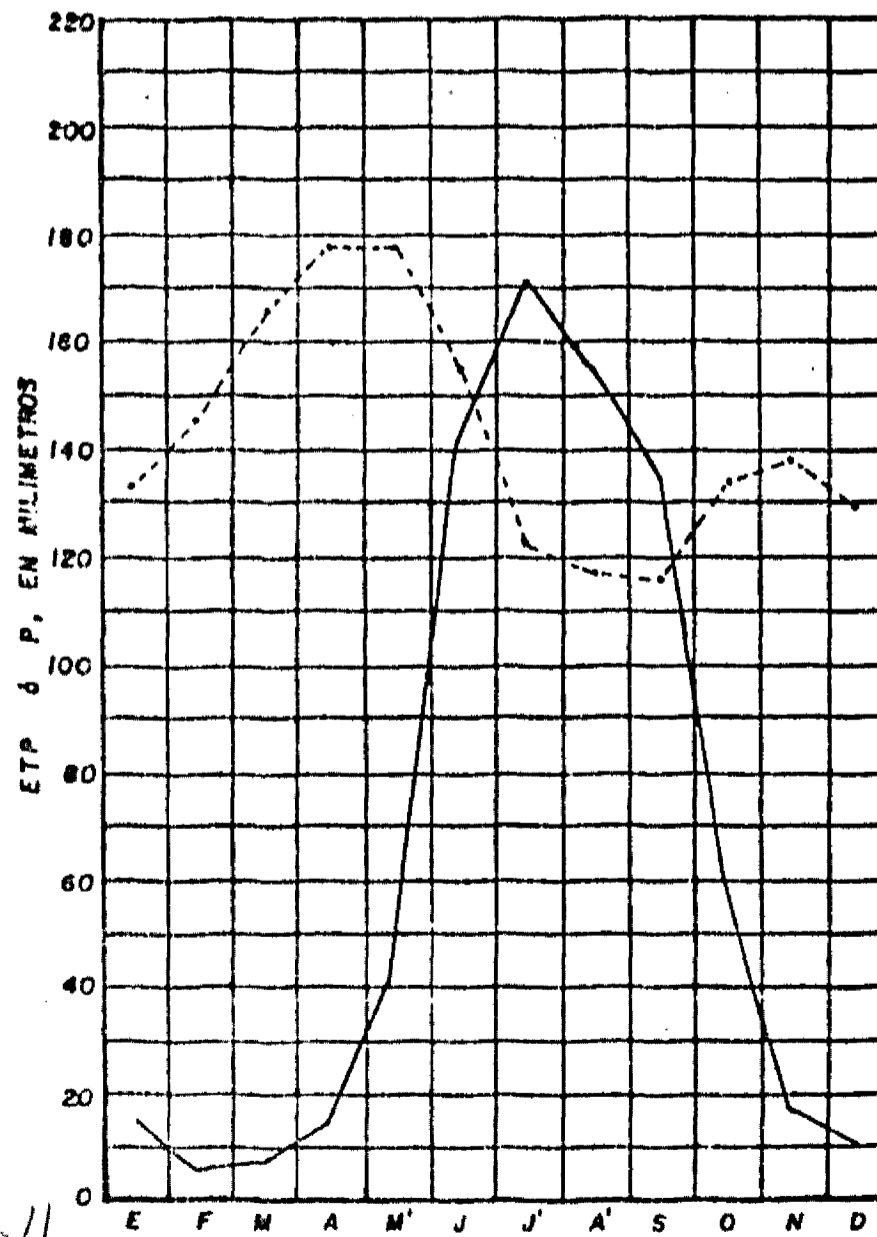
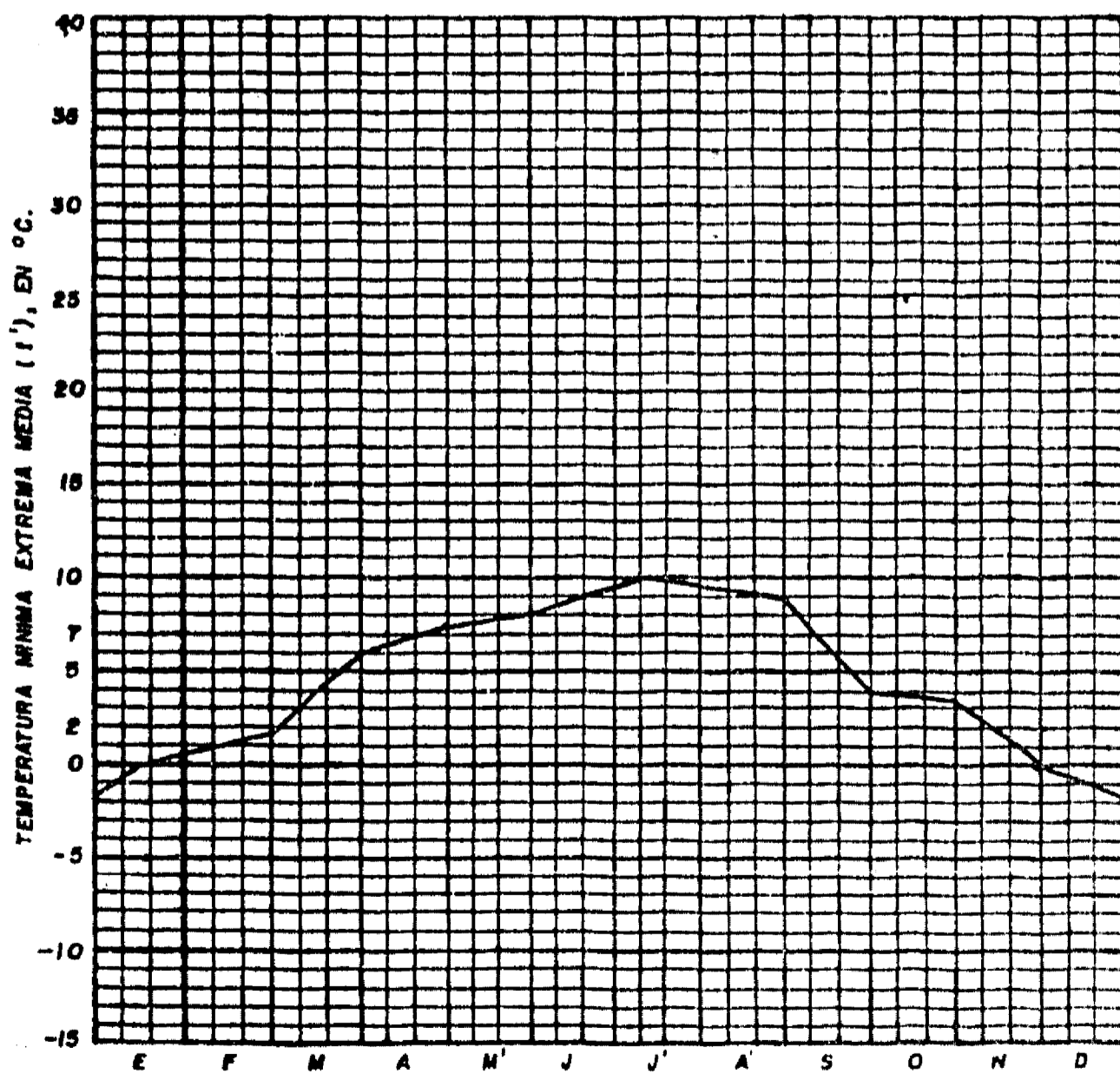


TABLA Nº 2

DETERMINACION DE LAS CARACTERISTICAS HIDRICAS DEL CLIMA MENSUAL

EST. CLIMATOLOGICA. HUINGO EDO. MICHOACAN HUMEDAD ALMACENABLE: 0 mm. PERIODO DE REGISTRO: _____

| Nº | CONCEPTO | ENE | FEB | MAR | ABR | MAY | JUN | JUL | AGO | SEP | OCT | NOV | DIC | VALORES ANUALES |
|----|---|--------|--------|--------|--------|--------|-------|-------|-------|-------|--------|--------|--------|-----------------|
| 1 | ETP, EN MILIMETROS | 167.7 | 179.4 | 205.9 | 223.9 | 228.4 | 196.3 | 155.8 | 162.6 | 162.0 | 174.4 | 174.4 | 166.5 | ETPa 2197.2 |
| 2 | P, EN MILIMETROS | 13.7 | 6.3 | 5.5 | 9.3 | 35.7 | 117.8 | 174.7 | 162.8 | 126.8 | 47.7 | 9.6 | 7.9 | Pa 717.8 |
| 3 | (P-ETP), EN mm | -153.9 | -173.1 | -200.4 | -214.6 | -192.7 | -78.5 | +18.9 | + 0.2 | -35.2 | -126.7 | -164.8 | -158.6 | — |
| 4 | CAMBIO DE HUMEDAD DEL SUELO (ΔHS), EN mm. | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 18.9 | 81.1 | 0 | 0 | 0 | 0 | — |
| 5 | HUMEDAD EN EL SUELO (HS), EN mm | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 18.9 | 100 | 0 | 0 | 0 | 0 | — |
| 6 | DEFICIT DE HUMEDAD (DH), EN mm. | 153.9 | 173.1 | 200.4 | 214.6 | 192.7 | 78.5 | 0 | 0 | 135.2 | 126.7 | 164.8 | 158.6 | DHa |
| 7 | ETR, EN MILIMETROS. | 13.7 | 6.3 | 5.5 | 9.3 | 35.7 | 117.8 | 155.8 | 162.6 | 126.8 | 47.7 | 9.6 | 7.9 | — |
| 8 | EXCESO DE HUMEDAD (EXC), EN mm. | | | | | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | EXCa |

COMPROBACION : $P_a = ETP_a + EXC_a - DH_a$

| | | | | | | | | | | | | | | |
|----|---------------------|------|------|------|------|------|-------|-------|-------|-------|------|------|------|---------------------------------|
| 9 | (P+Pant), EN mm. | 13.7 | 6.3 | 5.5 | 9.3 | 35.7 | 117.8 | 174.7 | 262.8 | 126.8 | 47.7 | 9.6 | 7.9 | TIPO DE MES HIDRICO PARA \leq |
| 10 | 0.25 ETP | 41.9 | 44.9 | 51.5 | 56.0 | 57.1 | 49.1 | 39.0 | 40.7 | 40.5 | 43.6 | 43.6 | 41.6 | — |
| 11 | (P+Pant) > 0.25 ETP | NO | NO | NO | NO | NO | SI | SI | SI | SI | SI | NO | NO | e |
| 12 | 0.50 ETP | | | | | | 98.2 | 77.9 | 81.3 | 81.0 | 87.2 | | | — |
| 13 | (P+Pant) > 0.50 ETP | | | | | | SI | SI | SI | SI | NO | | | s |
| 14 | 0.75 ETP | | | | | | 147.2 | 116.9 | 122.0 | 121.5 | | | | — |
| 15 | (P+Pant) > 0.75 ETP | | | | | | NO | SI | SI | SI | | | | i |
| 16 | (P+Pant) > ETP | | | | | | | SI | SI | NO | | | | y |
| 17 | P > ETP | | | | | | | SI | SI | | | | | p |
| 18 | (P+Pant) > 2 ETP | | | | | | | NO | NO | | | | | h |
| 19 | TIPO DE MES HIDRICO | a | a | a | a | a | i | h | h | v | s | a | a | — |

TABLA NUM. 3

DETERMINACION DEL CLIMA ANUAL Y DEL GRUPO CLIMATICO

ESTACION CLIMATOLOGICA: HUINGO LATITUD: 19° 50' N.
 MPIO.: ZINAPECUARO EDO.: MICHOACAN LONGITUD: 100° 51' W.G.
 PROCESO: _____ FECHA: _____ ALTITUD: 1830 m.s.n.m.

1.- FORMULAS DEL CLIMA MENSUAL.

| MES | ENE | FEB. | MAR. | ABR. | MAY. | JUN. | JUL. | AGO. | SEP. | OCT. | NOV. | DIC. |
|---------------|-----|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| CLIMA MENSUAL | Fa | Fa | Ja | Ka | Oa | Oi | Th | Oh | Ny | Ms | Fa | Fa |

2.- FORMULA TERMICA.

2.1 - TIPO DE INVIERNO (mes más frío): F (Enero y Diciembre)
 2.2 - TIPO DE VERANO (mes más cálido): O (Mayo) OCURRE ANTES O EN JUNIO? SI
 2.3 - NUMERO TERMICO:
 $(T_M)_1 = 33.5 \text{ } ^\circ\text{C}$ (Mayo) $(t_M)_2 = 0.1 \text{ } ^\circ\text{C}$ (Ene. Dic.)
 $(T_M)_2 = 32.7 \text{ } ^\circ\text{C}$ (Mayo, Jun) $t' > 2 \text{ } ^\circ\text{C} : 5$ meses
 $(T_M)_4 = 30.6 \text{ } ^\circ\text{C}$ (Mayo a Ago) $t' > 7 \text{ } ^\circ\text{C} : 1$ meses
 $(T_M)_6 = 30.5 \text{ } ^\circ\text{C}$ (Abr a Sept) NUMERO TERMICO 8 (ALGODON)
 2.4 - FORMULA TERMICA: 8FO

3.- FORMULA HIDRICA.

3.1 - NUMERO HIDRICO: 4 (numero de meses l,y,p,h,w, cuando es ≤ 9)
 _____ (número y tipo de meses menos húmedos)
 3.2 - TIPO DE REGIMEN HIDRICO: mo (MONZONICO SEMIARIDO)

| CONCEPTO | ENE. | FEB. | MAR. | ABR. | MAY. | JUN. | JUL. | AGO. | SEP. | OCT. | NOV. | DIC. | ANUAL |
|----------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|--------|
| P (mm) | 13.7 | 6.3 | 5.5 | 9.3 | 35.7 | 117.8 | 174.7 | 162.8 | 126.8 | 47.7 | 9.6 | 7.9 | 717.8 |
| ETP (mm) | 167.6 | 179.4 | 205.9 | 223.9 | 228.4 | 196.3 | 155.8 | 162.6 | 162.0 | 174.4 | 174.4 | 166.5 | 2197.2 |
| P/ETP | 0.08 | 0.04 | 0.03 | 0.04 | 0.16 | 0.60 | 1.12 | 1.00 | 0.78 | 0.27 | 0.06 | 0.05 | 0.33 |

$\frac{P_a}{ETP_a} 100 = \frac{717.8}{2197.2} 100 = 33 \%$ mes más seco a (MARZO)

Excedente estacional de lluvia (Ln) = 90.9 mm. mes más húmedo h (JULIO)

$\frac{L_n}{ETP_a} 100 = \frac{90.9}{2197.2} 100 = 4.13 \%$

3.3 - FORMULA HIDRICA: d4h

4.- FORMULA DEL CLIMA ANUAL: 8FOd4h

5.- GRUPO CLIMATICO: s.s TIERRA FRIA BAJA

911

TABLA NUM. 4

DATOS Y CALCULOS DEL METODO DE PAPADAKIS
PARA DETERMINAR LA EVAPOTRANSPIRACION POTENCIAL

ESTACION CLIMATOLOGICA: MORELIA

| 1 | MESES | ENE. | FEB | MAR. | ABR. | MAY. | JUN. | JUL. | AGO. | SEP. | OCT. | NOV. | DIC. |
|---|--|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| 2 | $T^{\circ}C - e_{mo}$ | 1.4 | 2.6 | 4.7 | 6.9 | 9.1 | 10.5 | 10.1 | 9.9 | 9.0 | 5.9 | 3.1 | 1.8 |
| 3 | $e_{mo}(mb)$ | 6.8 | 7.4 | 8.5 | 9.9 | 11.6 | 12.7 | 12.4 | 12.2 | 11.5 | 9.3 | 7.6 | 7.0 |
| 4 | $(1-2) \times e_{d}^{\circ}C$ | 24.3 | 25.9 | 28.2 | 29.7 | 30.3 | 29.1 | 26.4 | 25.8 | 25.4 | 25.6 | 25.3 | 24.1 |
| 5 | $e_{d}(mb)$ | 30.4 | 33.4 | 38.2 | 41.7 | 43.2 | 40.3 | 34.4 | 33.2 | 32.4 | 32.8 | 32.2 | 30.0 |
| 6 | $e_{mo} - e_{d}$ | 23.6 | 26.0 | 29.7 | 31.8 | 31.6 | 27.6 | 22.0 | 21.0 | 20.9 | 23.5 | 24.6 | 23.0 |
| 7 | $\frac{ETP}{e_{mo} - e_{d}} \times 5625$ | 132.8 | 146.3 | 167.1 | 178.9 | 177.8 | 155.3 | 123.8 | 118.1 | 117.6 | 132.2 | 138.4 | 129.4 |

CLIM O G R A M A S

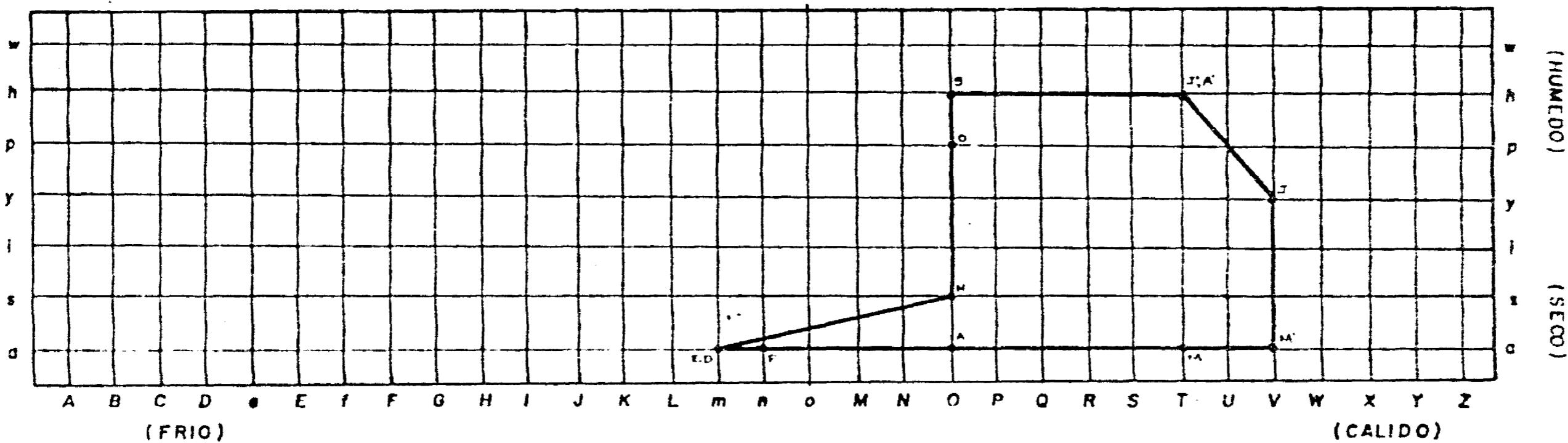
ESTACION CLIMATOLOGICA : MORELIA

LATITUD : 19° 41' N.

MUNICIPIO: MORELIA ESTADO: MICH.

LONGITUD : 101° 11' W.G.

ALTITUD : 1903 m.s.n.m.



GRAFICA Nº 25
CLIMOGRAMAS

118

TABLA Nº 2
DETERMINACION DE LAS CARACTERISTICAS HIDRICAS DEL CLIMA MENSUAL

EST. CLIMATOLOGICA. SAN MIGUEL DEL MONTE EDO. MICHOACAN HUMEDAD ALMACENABLE: _____ mm. PERIODO DE REGISTRO: 1964-1981

| Nº RENDON | CONCEPTO | ENE | FEB | MAR | ABR | MAY | JUN | JUL | AGO | SEP | OCT | NOV | DIC | VALORES ANUALES |
|--------------|---|--------|--------|--------|--------|--------|-------|--------|--------|-------|-------|--------|--------|-----------------|
| 1 | ETP, EN MILIMETROS | 148.5 | 153.0 | 181.1 | 204.8 | 213.2 | 166.5 | 138.9 | 132.2 | 128.3 | 137.8 | 144.6 | 146.3 | ETPa 1895.7 |
| 2 | P, EN MILIMETROS | 23.6 | 8.9 | 7.6 | 15.2 | 51.7 | 203.7 | 270.9 | 255.5 | 211.1 | 65.2 | 6.6 | 6.7 | Pa 1126.7 |
| 3 | (P-ETP), EN mm | -124.9 | -144.1 | -173.5 | -189.6 | -161.5 | +37.2 | +132.0 | +123.3 | +82.8 | -72.6 | -138.0 | -140.1 | — |
| 4 | CAMBIO DE HUMEDAD DEL SUELO (ΔHS), EN mm. | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 37.2 | 62.8 | 0.0 | 0.0 | -72.6 | -27.4 | 0.0 | — |
| 5 | HUMEDAD EN EL SUELO (HS), EN mm | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 37.2 | 100 | 100 | 100.0 | 27.4 | 0 | 0.0 | — |
| 6 | DEFICIT DE HUMEDAD (DH), EN mm. | 124.9 | 144.1 | 173.5 | 189.6 | 161.5 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 110.6 | 140.1 | DHa 1044.3 |
| 7 | ETR, EN MILIMETROS. | 23.6 | 8.9 | 7.6 | 15.2 | 51.7 | 166.5 | 138.9 | 132.2 | 128.3 | 137.8 | 34.0 | 6.7 | — |
| 8 | EXCESO DE HUMEDAD (EXC), EN mm. | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 69.2 | 123.3 | 82.8 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | EXCa 275.3 |

COMPROBACION : Pa = ETPa + EXCa - DHa

120

| | | | | | | | | | | | | | | |
|----|-----------------------|------|------|------|------|------|-------|-------|-------|-------|------|------|------|----------------------------|
| 9 | (P + Pant), EN mm. | 23.6 | 8.9 | 7.6 | 15.2 | 51.7 | 203.7 | 370.9 | 355.5 | 311.1 | 65.2 | 6.6 | 6.7 | TIPO DE MES HIDRICO PARA ≤ |
| 10 | 0.25 ETP | 37.1 | 38.2 | 45.3 | 51.2 | 53.3 | 41.6 | 34.7 | 33.1 | 32.1 | 34.5 | 36.2 | 36.7 | — |
| 11 | (P + Pant) > 0.25 ETP | NO | NO | NO | NO | NO | SI | SI | SI | SI | SI | NO | NO | a |
| 12 | 0.50 ETP | | | | | | 83.1 | 69.5 | 66.1 | 64.2 | 68.9 | | | — |
| 13 | (P + Pant) > 0.50 ETP | | | | | | SI | SI | SI | SI | NO | | | s |
| 14 | 0.75 ETP | | | | | | 124.9 | 104.2 | 99.2 | 96.2 | | | | — |
| 15 | (P + Pant) > 0.75 ETP | | | | | | SI | SI | SI | SI | | | | i |
| 16 | (P + Pant) > ETP | | | | | | SI | SI | SI | SI | | | | y |
| 17 | P > ETP | | | | | | SI | SI | SI | SI | | | | p |
| 18 | (P + Pant) > 2 ETP | | | | | | NO | SI | SI | SI | | | | h |
| 19 | TIPO DE MES HIDRICO | a | a | a | a | a | h | w | w | w | s | a | a | — |

TABLA NUM. 3

DETERMINACION DEL CLIMA ANUAL Y DEL GRUPO CLIMATICO

ESTACION CLIMATOLOGICA: SAN DIEGO CURUCUPASEO
 MPIO.: VILLA MADEPO EDO.: MICHOACAN
 PROCESO: _____ FECHA: 26 NOV. 1988

LATITUD: 19° 17' N.
 LONGITUD: 101° 08' W.G.
 ALTITUD: 1000 m.s.n.m.

1.- FORMULAS DEL CLIMA MENSUAL.

| MES | ENE | FEB. | MAR. | ABR. | MAY. | JUN. | JUL. | AGO. | SEP. | OCT. | NOV. | DIC. |
|---------------|-----|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| CLIMA MENSUAL | Oa | Na | Oa | Oa | Oa | Oy | Wh | Wh | Oh | Oy | Oa | Oa |

2.- FORMULA TERMICA.

2.1 - TIPO DE INVIERNO (mes más frío): 0 (Septiembre)

2.2 - TIPO DE VERANO (mes más cálido): 0 (Mayo) OCURRE ANTES O EN JUNIO? SI

2.3 - NUMERO TERMICO:

(T_M)₁ = 39.8°C (Mayo) (T_M)₂ = 17.4 °C (Mayo, Junio)
 (T_M)₂ = 39.1°C (Mayo, Junio) i' > 2 °C : 11 meses
 (T_M)₄ = 36.8°C (Mayo o Ago.) i' > 7 °C 3 meses
 (T_M)₆ = 36.7°C (Abril o Sept.) NUMERO TERMICO 8 (ALGODON)

2.4 - FORMULA TERMICA : 800

3.- FORMULA HIDRICA.

3.1 - NUMERO HIDRICO: 5 (numero de meses l,y,p,h,w, cuando es ≤ 9)

_____ (número y tipo de meses menos húmedos)

3.2 - TIPO DE REGIMEN HIDRICO: no (MONZONICO SEMI-ARIDO)

| CONCEPTO | ENE. | FEB. | MAR. | ABR. | MAY. | JUN. | JUL. | AGO. | SEP. | OCT. | NOV. | DIC. | ANUAL |
|----------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|--------|
| P (mm) | 16.4 | 4.6 | 2.2 | 8.4 | 34.1 | 216.1 | 258.4 | 240.9 | 225.3 | 90.6 | 24.2 | 9.4 | 1130.6 |
| ETP (mm) | 244.7 | 260.4 | 302.6 | 313.3 | 312.8 | 281.8 | 219.4 | 217.1 | 203.6 | 129.4 | 226.1 | 234.0 | 3035.2 |
| P/ETP | 0.07 | 0.02 | 0.0 | 0.03 | 0.11 | 0.77 | 1.18 | 1.11 | 1.11 | 0.41 | 0.11 | 0.04 | 0.37 |

$\frac{P_a}{ETP_a} 100 = \frac{1130.6}{3035.2} 100 = 37 \%$ mes más seco a (MARZO)

Excedente estacional de lluvia (L_n) = 197.6 mm. mes más húmedo b (JULIO)

$\frac{L_n}{ETP_a} 100 = \frac{197.6}{3035.2} 100 = 6.51 \%$

3.3 - FORMULA HIDRICA: d5h

4.- FORMULA DEL CLIMA ANUAL: 800 d5h

5.- GRUPO CLIMATICO: 2.1 TIERRA FRIA SEMITROPICAL

TABLA NUM. 4

DATOS Y CALCULO DEL METODO DE PAPADAKIS
 PARA DETERMINAR LA EVAPOTRANSPIRACION POTENCIAL

ESTACION CLIMATOLOGICA: SAN DIEGO CURUCUPASEO, MICH.

| 1 | MESES | ENE. | FEB. | MAR. | ABR. | MAY. | JUN. | JUL. | AGO. | SEP. | OCT. | NOV. | DIC. |
|---|---|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| 2 | T ^o C ^o me | 34.8 | 35.9 | 38.4 | 39.3 | 39.8 | 38.4 | 34.9 | 34.3 | 33.7 | 34.3 | 34.2 | 34.3 |
| 3 | e _{mo} (mb) | 55.6 | 59.1 | 67.7 | 71.1 | 73.0 | 67.7 | 55.9 | 54.1 | 52.3 | 54.1 | 53.8 | 54.1 |
| 4 | (1-2)·e ^o d ^o C | 9.8 | 10.6 | 11.9 | 13.4 | 15.3 | 15.5 | 14.9 | 13.5 | 14.1 | 13.1 | 11.5 | 10.3 |
| 5 | e _d (mb) | 12.1 | 12.8 | 13.9 | 15.4 | 17.4 | 17.6 | 16.9 | 15.5 | 16.1 | 15.1 | 13.6 | 12.5 |
| 6 | e _{ma} -e _d | 43.5 | 46.3 | 53.8 | 55.7 | 55.6 | 50.1 | 39.0 | 38.6 | 36.2 | 39.0 | 40.2 | 41.6 |
| 7 | ETP (e _{ma} -e _d)5625 | 244.7 | 260.4 | 302.6 | 313.3 | 312.8 | 281.8 | 219.4 | 217.1 | 203.6 | 219.4 | 226.1 | 234.0 |

CLIM O G R A M A S

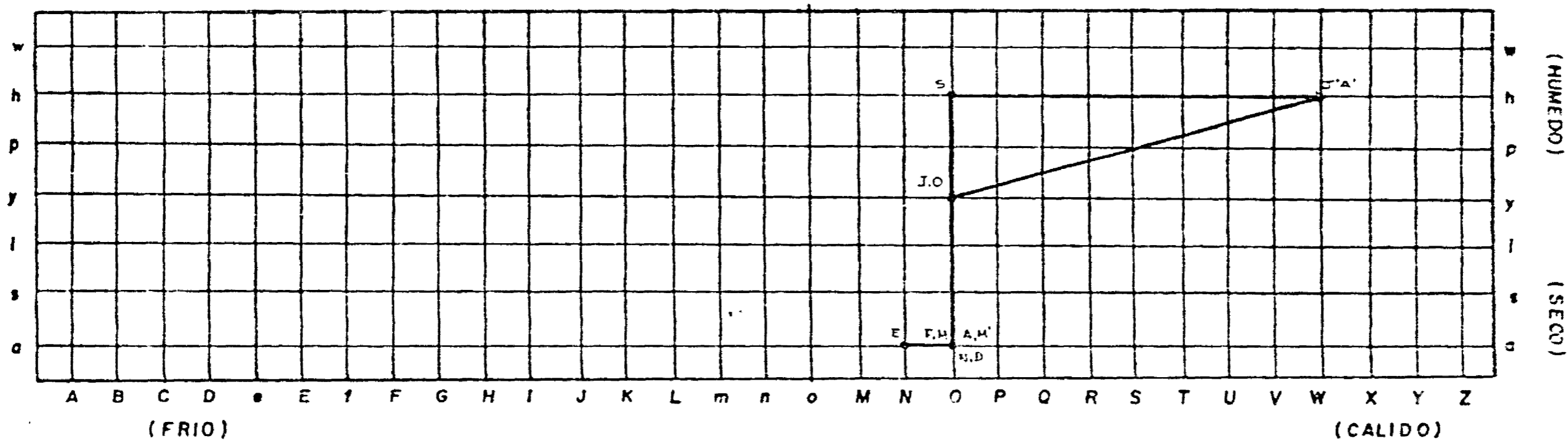
ESTACION CLIMATOLOGICA : SAN DIEGO CURUCUPASEO

LATITUD : 19° 17' N.

MUNICIPIO: VILLA MADERO ESTADO: MICH.

LONGITUD : 101° 08' W.G.

ALTITUD : 1000 M.S.N.M.



GRAFICA N° 25
CLIM O G R A M A S

Finalmente el grupo de climas 2.6. Andino alto, la única estación con este clima es Los Azufres. (Tablas 1, 2, 3, 4 y Gráfica 25). La fórmula térmica es 2JF es decir, la temperatura mínima extrema media oscila entre 0 y -2.5°C , la máxima media mayor de 21°C y la mínima media menor de 8°C ; la temperatura mínima extrema entre -1.0 y -10°C , la máxima media mayor de 15°C , durante el período abril-julio la temperatura máxima promedio es mayor de 10°C y el promedio de la temperatura mínima es mayor de 5°C . La fórmula hídrica es a6w, seis meses son húmedos junio-noviembre, el resto son áridos; el mes más seco, marzo, el más húmedo, julio. Se localiza en una porción pequeña al noreste donde se sitúa la estación Los Azufres.

Dos de las clasificaciones de climas mas conocidas en la actualidad, se deben a Koeppen (1918) y Thornthwaite (1931,1948). La primera se basa en la temperatura y precipitación media mensual y anual. La vegetación nativa se considera la mejor expresión del efecto general del clima. La efectividad de la precipitación depende en parte de la temperatura, es decir, que una determinada cantidad de lluvia es menos efectiva en un clima cálido que en uno frío; sin embargo, este procedimiento no es satisfactorio para determinar la efectividad de la precipitación. Los símbolos utilizados para representar los tipos climáticos hacen al sistema relativamente simple y de fácil manejo, en el que cada tipo climático se describe por una fórmula compuesta por letras, a las que corresponde, a su vez, una definición específica. Por ejemplo, Af se define como sigue:

A = Constantemente caluroso, la temperatura media del mes más frío es superior a 18°C ;

f = Constantemente húmedo, es decir que durante todos los meses del año la precipitación es mayor de 60 mm.

TABLA NUM. 1

DATOS PARA LA CLASIFICACION DEL CLIMA MENSUAL SEGUN PAPADAKIS

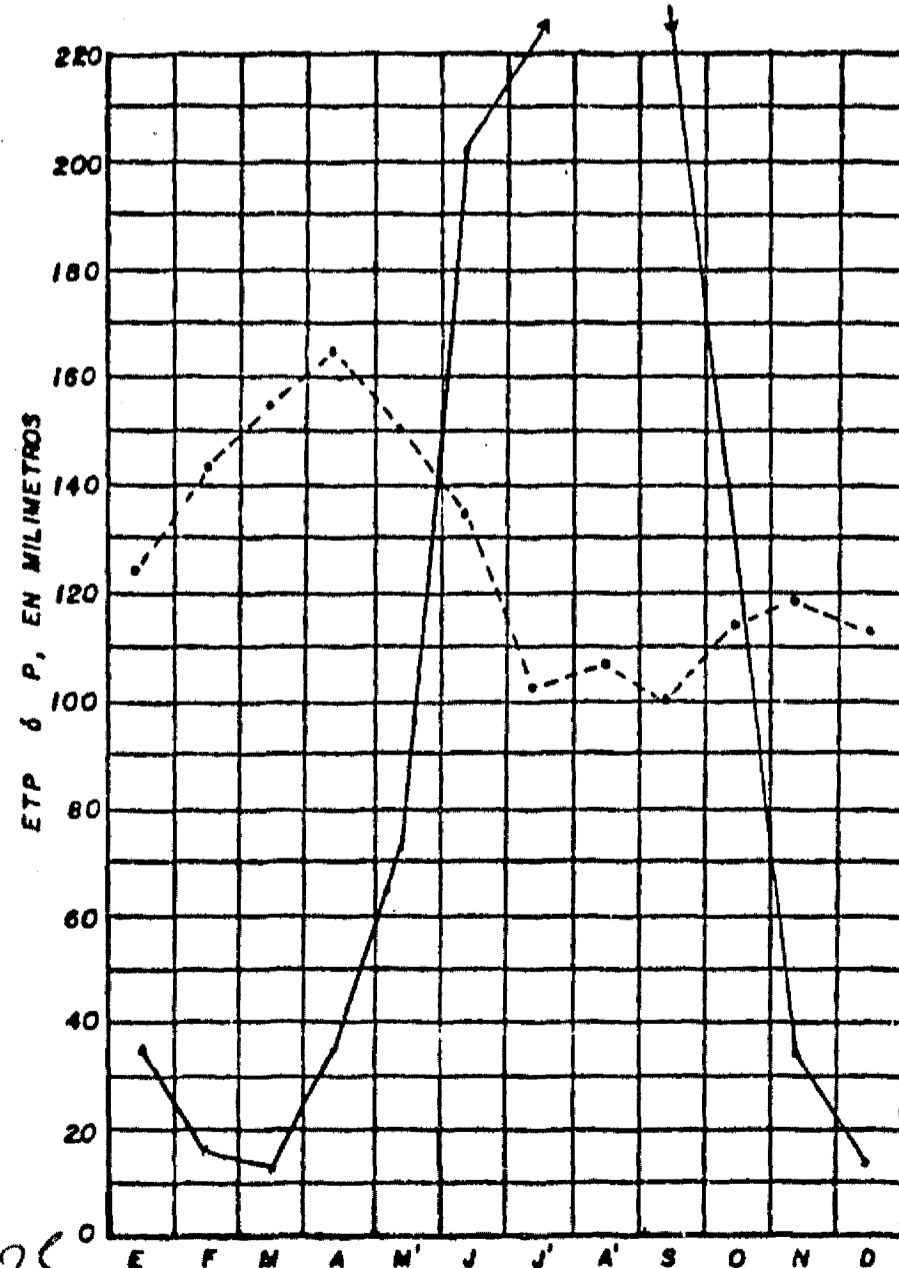
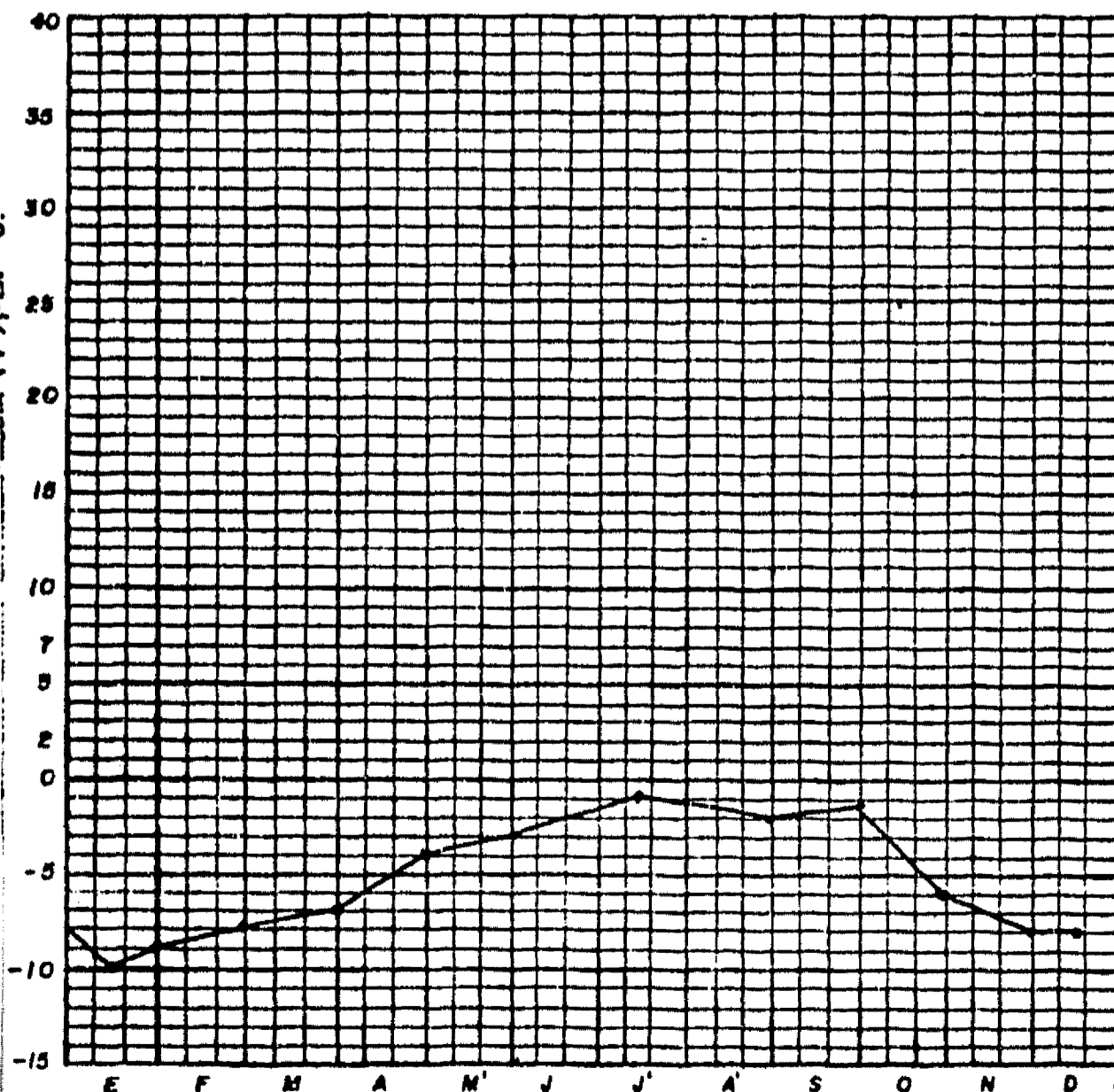
ESTACION CLIMATOLOGICA: LOS AZUFRES MPIO: HIDALGO EDO.: MICH PERIODO: 1965-1981

| TEMP(°C) | ENE. | FEB. | MAR. P | ABR. P | MAY. P | JUN. | JUL. | AGO. | SEP. O | OCT. O | NOV. O | DIC. |
|-----------------------|-------|-------|-----------|-----------|-----------|-------|-------|-------|-----------|-----------|-----------|-------|
| <i>t'</i> | -10.0 | - 9.0 | - 8.0 | - 7.0 | - 4.0 | - 3.0 | - 1.0 | - 2.0 | - 1.6 | - 6.0 | - 8.0 | - 8.0 |
| <i>T</i> | 22.0 | 23.9 | 25.3 | 26.6 | 25.7 | 25.0 | 21.3 | 21.8 | 20.5 | 21.2 | 21.4 | 20.8 |
| <i>t</i> | -2.8 | - 3.1 | - 1.2 | 0,0 | 1.7 | 4.7 | 3.7 | 3.8 | 2.0 | - 0.5 | - 2.2 | - 3.1 |
| CLIMA MENSUAL TERNICO | F | F | F | F | F | F | J | J | J | F | F | F |

| CONCEPTO | ENE. I | FEB. I | MAR. P | ABR. P | MAY. P | JUN. V | JUL. V | AGO. V | SEP. O | OCT. O | NOV. O | DIC. I | ANUAL |
|----------------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|--------|
| <i>Im</i> (°C) | 8.1 | 10.3 | 11.7 | 13.3 | 13.5 | 14.3 | 12.6 | 12.2 | 11.6 | 10.8 | 9.6 | 8.7 | 11.4 |
| ETP (mm) | 124.3 | 143.4 | 154.1 | 165.9 | 151.9 | 136.7 | 103.5 | 107.4 | 101.3 | 113.1 | 118.1 | 114.8 | 1534.5 |
| <i>P</i> (mm) | 34.1 | 16.8 | 13.6 | 34.7 | 72.1 | 203.4 | 322.5 | 311.1 | 267.5 | 115.6 | 34.5 | 16.8 | 1442.7 |

DE ENERO A DICIEMBRE TODO EL AÑO

PERIODO DE FUERTES HELADAS _____ ($t' < 0$)
 PERIODO LIBRE DE FUERTES HELADAS _____ ($0 < t' < 2$)
 PERIODO RAZONABLEMENTE LIBRE DE HELADAS _____ ($2 < t' < 7$)
 PERIODO TOTALMENTE LIBRE DE HELADAS _____ ($t' > 7$), METCOO DE _____



125

TABLA Nº 2
DETERMINACION DE LAS CARACTERÍSTICAS HIDRICAS DEL CLIMA MENSUAL

EST. CLIMATOLOGICA. LOS AZUFRES EDO. MICHOACAN HUMEDAD ALMACENABLE: _____ mm. PERIODO DE REGISTRO: 1967-1981

| Nº RENDON | CONCEPTO | ENE | FEB | MAR | ABR | MAY | JUN | JUL | AGO | SEP | OCT | NOV | DIC | VALORES ANUALES |
|--------------|---|-------|--------|--------|--------|-------|-------|--------|--------|--------|-------|-------|-------|-----------------|
| 1 | ETP, EN MILIMETROS | 124.3 | 143.4 | 154.1 | 165.9 | 151.9 | 136.7 | 103.5 | 107.4 | 101.3 | 113.1 | 118.1 | 114.8 | ETPa 1534.5 |
| 2 | P, EN MILIMETROS | 34.1 | 16.8 | 13.6 | 34.7 | 72.1 | 203.4 | 322.5 | 311.1 | 267.5 | 115.6 | 34.5 | 16.8 | Pa 1442.7 |
| 3 | (P-ETP), EN mm | -93.2 | -126.6 | -140.5 | -131.2 | -79.8 | +66.7 | +219.0 | +203.7 | +166.2 | +2.5 | -83.6 | -98.0 | --- |
| 4 | CAMBIO DE HUMEDAD DEL SUELO (ΔHS), EN mm. | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 66.7 | 33.3 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | -83.6 | -16.4 | --- |
| 5 | HUMEDAD EN EL SUELO (HS), EN mm | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 66.7 | 100 | 100 | 100 | 100 | 16.4 | 0 | --- |
| 6 | DEFICIT DE HUMEDAD (DH), EN mm. | 93.2 | 126.6 | 140.5 | 131.2 | 79.8 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 81.6 | DHa 652.9 |
| 7 | ETR, EN MILIMETROS. | 34.1 | 16.8 | 13.6 | 34.7 | 72.1 | 136.7 | 103.5 | 107.4 | 101.3 | 113.1 | 118.1 | 33.2 | --- |
| 8 | EXCESO DE HUMEDAD (EXC), EN mm. | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 219.0 | 203.7 | 166.3 | 2.5 | 0.0 | 0.0 | EXCa 591.5 |

COMPROBACION : $P_a = ETP_a + EXC_a - DH_a$

126

| | | | | | | | | | | | | | | |
|----|---------------------|------|------|------|------|------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|------|---------------------------------|
| 9 | (P+Pont), EN mm. | 34.1 | 16.8 | 13.6 | 34.7 | 72.1 | 203.4 | 422.5 | 411.1 | 367.5 | 215.6 | 134.5 | 16.8 | TIPO DE MES HIDRICO PARA \leq |
| 10 | 0.25 ETP | 31.1 | 35.9 | 38.5 | 41.5 | 38.0 | 34.2 | 25.9 | 26.9 | 25.3 | 28.3 | 29.5 | 28.7 | --- |
| 11 | (P+Pont) > 0.25 ETP | NO | NO | NO | NO | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | NO | a |
| 12 | 0.50 ETP | | | | | 76.0 | 68.4 | 51.8 | 53.7 | 50.7 | 56.6 | 59.1 | | --- |
| 13 | (P+Pont) > 0.50 ETP | | | | | NO | SI | SI | SI | SI | SI | SI | | s |
| 14 | 0.75 ETP | | | | | | 102.5 | 77.6 | 80.6 | 77.5 | 56.6 | 88.6 | | --- |
| 15 | (P+Pont) > 0.75 ETP | | | | | | SI | SI | SI | SI | SI | SI | | i |
| 16 | (P+Pont) > ETP | | | | | | SI | SI | SI | SI | SI | SI | | y |
| 17 | P > ETP | | | | | | SI | SI | SI | SI | SI | NO | | p |
| 18 | (P+Pont) > 2 ETP | | | | | | NO | SI | SI | SI | NO | | | h |
| 19 | TIPO DE MES HIDRICO | a | a | a | a | s | h | w | w | w | h | p | a | --- |

TABLA NUM. 3

DETERMINACION DEL CLIMA ANUAL Y DEL GRUPO CLIMATICO

ESTACION CLIMATOLOGICA: SAN MIGUEL DEL MONTE
 MPIO.: MOPELIA EDO.: MICHOACAN
 PROCESO: _____ FECHA: 28 NOV. 1988

LATITUD: 19° 31' N.
 LONGITUD: 101° 08' W.G.
 ALTITUD: 2127 m.s.n.m.

1.- FORMULAS DEL CLIMA MENSUAL.

| MES | ENE | FEB. | MAR. | ABR. | MAY. | JUN. | JUL. | AGO. | SEP. | OCT. | NOV. | DIC. |
|---------------|-----|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| CLIMA MENSUAL | Ja | Ja | Ka | Ka | La | Lh | Lw | Ow | ow | Ks | Ja | Ja |

2.- FORMULA TERMICA.

2.1 - TIPO DE INVIERNO (mes más frío): J (NOVIEMBRE)

2.2 - TIPO DE VERANO (mes más cálido): L (MAYO) OCURRE ANTES O EN JUNIO? SI

2.3 - NUMERO TERMICO:

$(T_M)_1 = 31.4 \text{ } ^\circ\text{C}$ (Mayo)

$(T_M)_2 = 29.9 \text{ } ^\circ\text{C}$ (Mayo, Jun.)

$(T_M)_4 = 28.0 \text{ } ^\circ\text{C}$ (Mayo o Ago)

$(T_M)_6 = 27.9 \text{ } ^\circ\text{C}$ (Abr o Sept)

$(T_M)_2 = 8.5 \text{ } ^\circ\text{C}$ (Jul, Agosto)

$t' > 2 \text{ } ^\circ\text{C}$: 4 meses

$t' > 7 \text{ } ^\circ\text{C}$: _____ meses

NUMERO TERMICO 4 (TRIGO FRESCO)

2.4 - FORMULA TERMICA : 4 JL

3.- FORMULA HIDRICA.

3.1 - NUMERO HIDRICO: 4 (numero de meses l,y,p,h,w, cuando es ≤ 9)

_____ (número y tipo de meses menos húmedos)

3.2 - TIPO DE REGIMEN HIDRICO: MO (MONZONICO LLUVIOSO)

| CONCEPTO | ENE. | FEB. | MAR. | ABR. | MAY. | JUN. | JUL. | AGO. | SEP. | OCT. | NOV. | DIC. | ANUAL |
|----------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|--------|
| P (mm) | 23.6 | 8.9 | 7.6 | 15.2 | 51.7 | 203.7 | 270.9 | 255.5 | 211.1 | 65.2 | 6.6 | 6.7 | 1126.7 |
| ETP (mm) | 148.5 | 153.0 | 181.1 | 204.8 | 213.2 | 166.5 | 138.9 | 132.2 | 128.3 | 137.8 | 144.6 | 146.8 | 1895.7 |
| P/ETP | 0.16 | 0.06 | 0.04 | 0.07 | 0.24 | 1.22 | 1.95 | 1.93 | 1.65 | 0.47 | 0.05 | 0.05 | 0.59 |

$\frac{P_a}{ETP_a} 100 = \frac{1126.7}{1895.7} 100 = 59 \%$ mes más seco a (NOVIEMBRE)

Excedente estacional de lluvia (Ln) = 488.0 mm. mes más húmedo w (JULIO)

$\frac{L_n}{ETP_a} 100 = \frac{488.0}{1895.7} 100 = 25.7 \%$

3.3 - FORMULA HIDRICA: d4v

4.- FORMULA DEL CLIMA ANUAL: 4JLd4v

5.- GRUPO CLIMATICO: 2.4 TIERRA FRIA ALTA

TABLA NUM. 4
 DATOS Y CALCULOS DEL METODO DE PAPADAKIS
 PARA DETERMINAR LA EVAPOTRANSPIRACION POTENCIAL

ESTACION CLIMATOLOGICA: SAN MIGUEL DEL MONTE, MICH.

| 1 | MESES | ENE. | FEB | MAR. | ABR. | MAY. | JUN. | JUL. | AGO. | SEP. | OCT. | NOV. | DIC. |
|---|----------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| 2 | T°C-°mo | 25.1 | 25.7 | 28.4 | 30.4 | 31.4 | 28.5 | 26.2 | 26.0 | 24.9 | 25.2 | 25.0 | 25.2 |
| 3 | °mo(mb) | 31.9 | 33.0 | 38.7 | 43.4 | 46.0 | 38.9 | 34.0 | 33.6 | 31.5 | 32.1 | 31.7 | 32.1 |
| 4 | (1-2):°d°C | -1.4 | -0.7 | 0.8 | 1.8 | 4.0 | 5.9 | 5.9 | 7.1 | 4.9 | 3.0 | -0.3 | -0.4 |
| 5 | °d(mb) | 5.5 | 5.8 | 6.5 | 7.0 | 8.1 | 9.3 | 9.3 | 10.1 | 8.7 | 7.6 | 6.0 | 6.0 |
| 6 | °mo-°d | 26.4 | 27.2 | 32.2 | 36.4 | 37.9 | 29.6 | 24.7 | 23.5 | 22.8 | 24.5 | 25.7 | 26.1 |
| 7 | ETP (°mo-°d)5.625 | 148.5 | 153.0 | 181.1 | 204.8 | 213.2 | 166.5 | 138.9 | 132.2 | 128.3 | 137.8 | 144.6 | 146.8 |

CLIMOGRAMAS

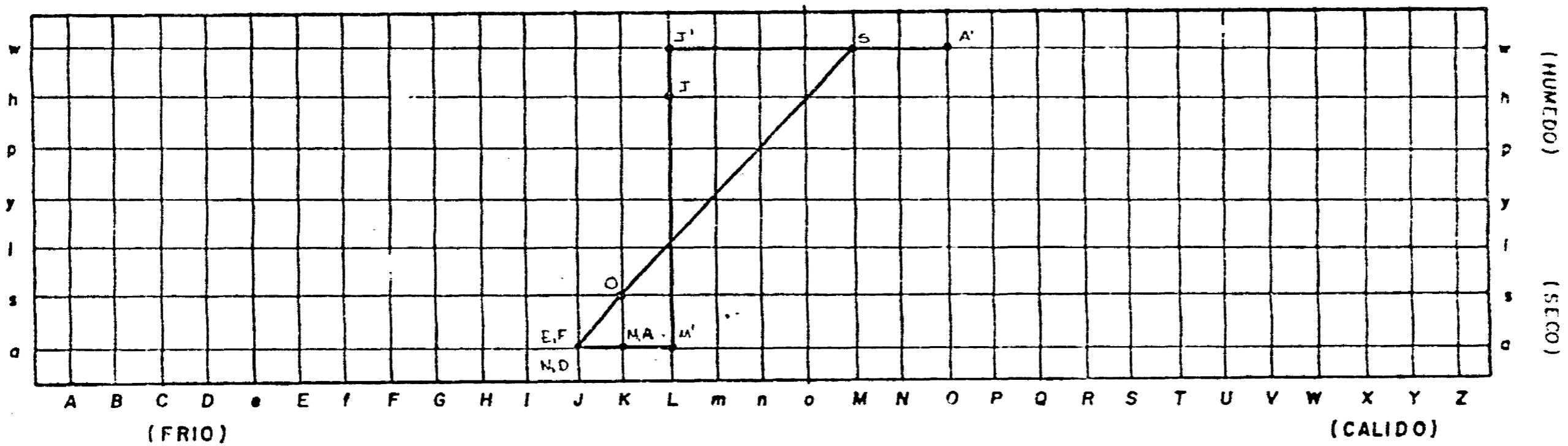
ESTACION CLIMATOLOGICA : SAN MIGUEL DEL MONTE

LATITUD : 19° 37' N.

MUNICIPIO: MORELIA ESTADO: MICH.

LONGITUD : 101° 08' W.G.

ALTITUD : 2127 m.s.n.m.



GRAFICA N° 25
CLIMOGRAMAS

TABLA NUM. 1

DATOS PARA LA CLASIFICACION DEL CLIMA MENSUAL SEGUN PAPADAKIS

ESTACION CLIMATOLOGICA: HUINCO MPIO: ZINAPECUARO EDO.: MICH PERIODO: 1937-1981

| TEMP(°C) | ENE. | FEB. | MAR. P | ABR. P | MAY. P | JUN. | JUL. | AGO. | SEP. O | OCT. O | NOV. O | DIC. |
|-----------------------|-------|-------|-----------|-----------|-----------|------|------|------|-----------|-----------|-----------|-------|
| i' | - 5.0 | - 5.0 | 0.0 | 1.0 | 4.0 | 6.0 | 9.0 | 5.5 | 2.0 | - 0.5 | - 3.0 | - 4.0 |
| T | 26.7 | 28.1 | 30.7 | 32.1 | 33.0 | 31.4 | 28.5 | 28.9 | 28.3 | 28.4 | 27.7 | 26.7 |
| f | - 0.1 | 1.9 | 4.1 | 5.8 | 8.5 | 10.5 | 10.6 | 10.2 | 8.5 | 5.3 | 1.8 | 0.4 |
| CLIMA MENSUAL TERMICO | F | F | J | K | O | O | T | O | N | M | F | F |

| CONCEPTO | ENE. I | FEB. I | MAR. P | ABR. P | MAY. P | JUN. V | JUL. V | AGO. V | SEP. O | OCT. O | NOV. O | DIC. I | ANUAL |
|----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|--------|
| Im (°C) | 13.8 | 15.1 | 17.4 | 19.3 | 20.9 | 20.6 | 19.3 | 19.2 | 19.0 | 17.9 | 15.8 | 14.3 | 17.7 |
| ETP (mm) | 167.6 | 179.4 | 205.9 | 223.9 | 228.4 | 196.3 | 155.8 | 162.6 | 162.0 | 174.4 | 174.4 | 166.5 | 2197.2 |
| P (mm) | 13.7 | 6.3 | 5.5 | 9.3 | 35.7 | 117.8 | 174.7 | 162.8 | 126.8 | 47.7 | 9.6 | 7.9 | 717.8 |

PERIODO DE FUERTES HELADAS 22 OCTUBRE A 28 DE FEBRERO
 PERIODO LIBRE DE FUERTES HELADAS 1° MARZO A 11 DE ABRIL ; 1° A 21 DE OCTUBRE (i' < 0)
 PERIODO RAZONABLEMENTE LIBRE DE HELADAS 12 ABRIL A 18 JUNIO ; 11 AGOSTO A 30 SEPTIEMBRE (0 < i' < 2)
 PERIODO TOTALMENTE LIBRE DE HELADAS 19 JUNIO A 10 DE AGO (i' > 7) * METODO DE _____

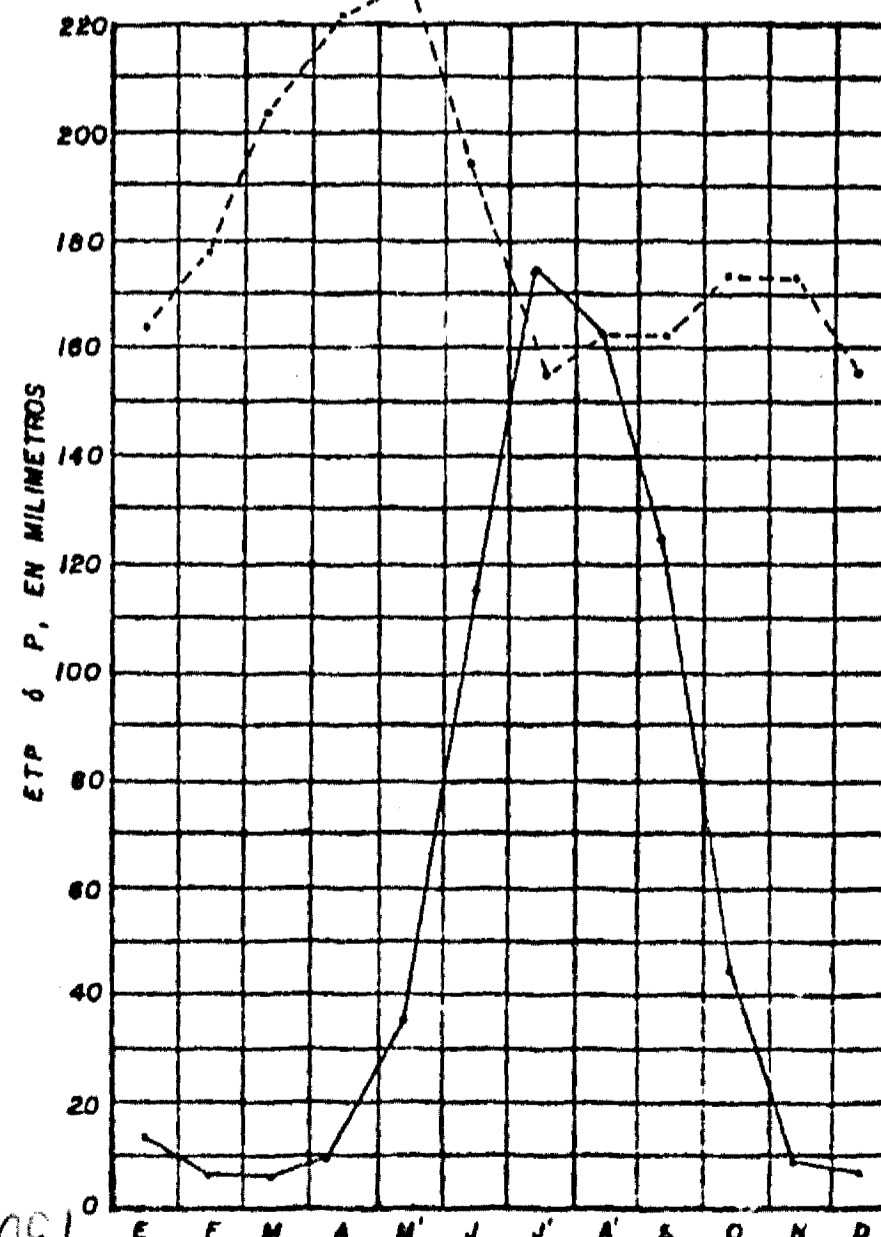
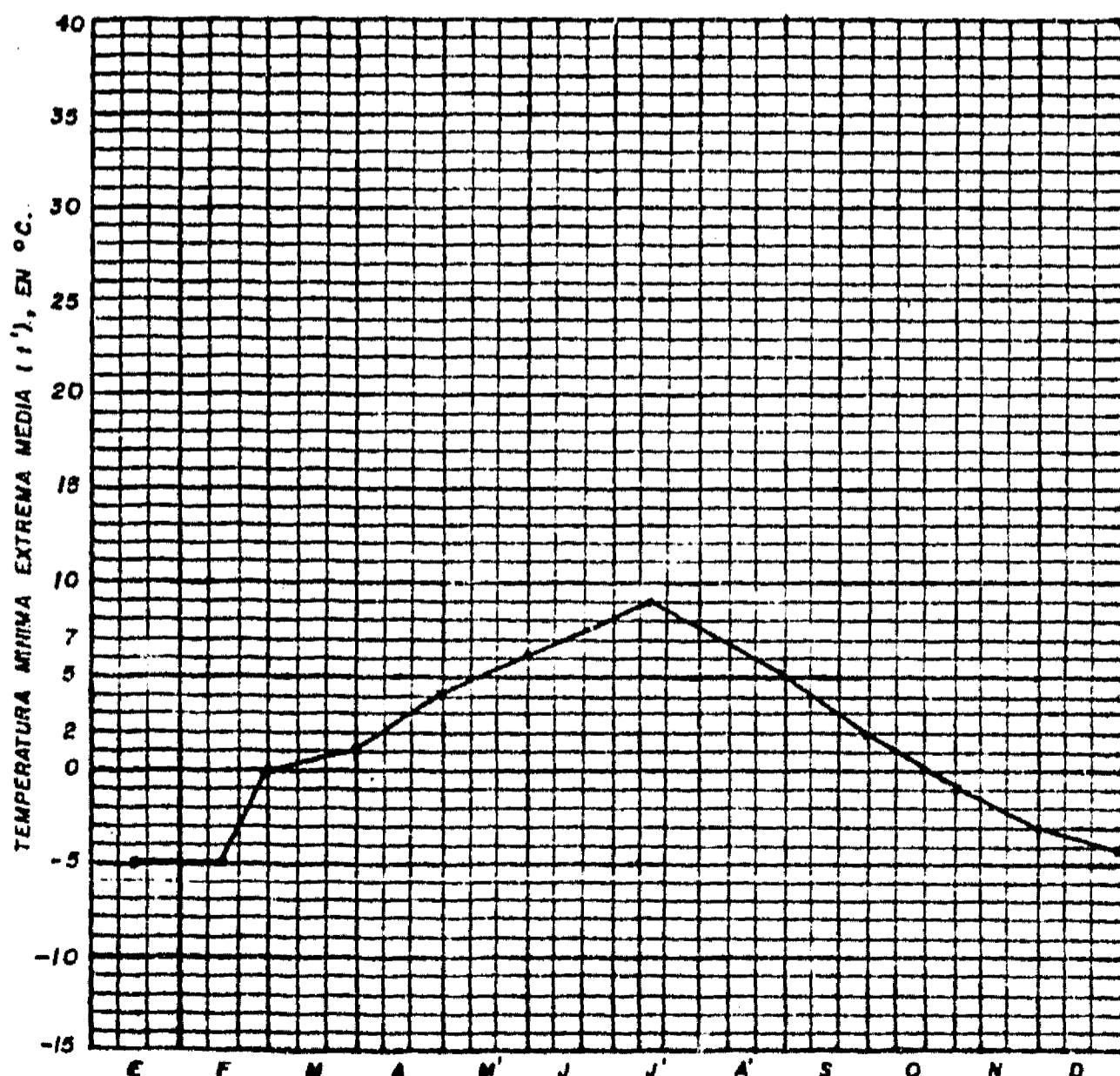


TABLA N° 2

DETERMINACION DE LAS CARACTERISTICAS HIDRICAS DEL CLIMA MENSUAL

EST. CLIMATOLOGICA. MORELIA EDO. MICHOACAN HUMEDAD ALMACENABLE: _____ mm. PERIODO DE REGISTRO 1921-1981

| Nº RENDON | CONCEPTO | ENE | FEB | MAR | ABR | MAY | JUN | JUL | AGO | SEP | OCT | NOV | DIC | VALORES ANUALES |
|--------------|---|--------|--------|--------|--------|--------|-------|-------|-------|-------|-------|--------|--------|-----------------|
| 1 | ETP, EN MILIMETROS | 132.8 | 146.3 | 167.1 | 178.9 | 177.8 | 155.3 | 123.8 | 115.1 | 117.6 | 132.2 | 138.4 | 129.4 | ETPa 1714.7 |
| 2 | P, EN MILIMETROS | 14.7 | 6.9 | 7.3 | 13.5 | 41.9 | 139.3 | 172.4 | 154.6 | 134.4 | 59.0 | 16.0 | 11.7 | Pa 771.7 |
| 3 | (P-ETP), EN mm | -118.1 | -139.4 | -159.8 | -165.4 | -135.9 | -16.0 | +48.6 | +36.5 | +16.8 | -73.2 | -122.4 | -117.7 | — |
| 4 | CAMBIO DE HUMEDAD DEL SUELO (ΔHS), EN mm. | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 48.6 | 51.4 | 0 | -73.2 | -26.8 | 0 | — |
| 5 | HUMEDAD EN EL SUELO (HS), EN mm | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 48.6 | 100 | 100 | 26.8 | 0 | 0 | — |
| 6 | DEFICIT DE HUMEDAD (DH), EN mm. | 118.1 | 139.4 | 159.8 | 165.4 | 135.9 | 16.0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 95.6 | 117.7 | DHa 947.9 |
| 7 | ETR, EN MILIMETROS. | 14.7 | 6.9 | 7.3 | 13.5 | 41.9 | 139.3 | 123.8 | 115.1 | 117.6 | 132.2 | 42.8 | 11.7 | — |
| 8 | EXCESO DE HUMEDAD (EXC), EN mm. | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 51.4 | 16.8 | 0 | 0 | 0 | EXCa 68.2 |

COMPROBACION : Pa = ETPa + EXCa - DHa

| | | | | | | | | | | | | | | |
|----|---------------------|------|------|------|------|------|-------|-------|-------|-------|-------|------|------|----------------------------|
| 9 | (P+Pant), EN mm. | 14.7 | 6.9 | 7.3 | 13.5 | 41.9 | 139.3 | 172.4 | 203.1 | 234.4 | 159.0 | 42.8 | 11.7 | TIPO DE MES HIDRICO PARA S |
| 10 | 0.25 ETP | 33.2 | 36.6 | 41.8 | 44.7 | 44.5 | 38.8 | 31.0 | 28.8 | 29.4 | 33.1 | 34.6 | 32.4 | — |
| 11 | (P+Pant) > 0.25 ETP | NO | NO | NO | NO | NO | SI | SI | SI | SI | SI | SI | NO | a |
| 12 | 0.50 ETP | | | | | | 77.7 | 61.9 | 57.6 | 58.8 | 66.1 | 69.2 | | — |
| 13 | (P+Pant) > 0.50 ETP | | | | | | SI | SI | SI | SI | SI | NO | | s |
| 14 | 0.75 ETP | | | | | | 116.5 | 92.9 | 88.6 | 82.2 | 99.2 | | | — |
| 15 | (P+Pant) > 0.75 ETP | | | | | | SI | SI | SI | SI | SI | | | i |
| 16 | (P+Pant) > ETP | | | | | | NO | SI | SI | SI | SI | | | y |
| 17 | P > ETP | | | | | | | SI | SI | SI | NO | | | p |
| 18 | (P+Pant) > 2 ETP | | | | | | | NO | NO | NO | | | | h |
| 19 | TIPO DE MES HIDRICO | a | a | a | a | a | y | h | h | h | P | S | a | — |

TABLA NUM. 3

DETERMINACION DEL CLIMA ANUAL Y DEL GRUPO CLIMATICO

ESTACION CLIMATOLOGICA: MORELIA
 MPIO.: MORELIA EDO.: MICHOACAN
 PROCESO: _____ FECHA: _____

LATITUD: 19° 41' N.
 LONGITUD: 101° 11' W.G.
 ALTITUD: 1903 m.s.n.m.

I.- FORMULAS DEL CLIMA MENSUAL.

| MES | ENE | FEB. | MAR. | ABR. | MAY. | JUN. | JUL. | AGO. | SEP. | OCT. | NOV. | DIC. |
|---------------|-----|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| CLIMA MENSUAL | ma | na | Ta | Oa | Va | Vy | Th | Th | Oh | Op | Os | ma |

2.- FORMULA TERMICA.

2.1 - TIPO DE INVIERNO (mes más frío): m (diciembre)

2.2 - TIPO DE VERANO (mes más cálido): v (mayo) OCURRE ANTES O EN JUNIO? SI

2.3 - NUMERO TERMICO:

(T_m)₁ = 30.3 °C (mayo) (T_m)₂ = 12.3 °C (junio y julio)
 (T_m)₂ = 29.7 °C (mayo, junio) i' > 2 °C : 7 meses
 (T_m)₄ = 27.9 °C (mayo, agos.) i' > 7 °C 4 meses
 (T_m)₆ = 27.1 °C (mayo, oct.) NUMERO TERMICO 7 (ARROZ)

2.4 - FORMULA TERMICA : 7 mV

3.- FORMULA HIDRICA.

3.1 - NUMERO HIDRICO: 5 (numero de meses l,y,p,h,w, cuando es ≤ 9)

_____ (número y tipo de meses menos húmedos)

3.2 - TIPO DE REGIMEN HIDRICO: Mo (MONZONICO SECO)

| CONCEPTO | ENE. | FEB. | MAR. | ABR. | MAY. | JUN. | JUL. | AGO. | SEP. | OCT. | NOV. | DIC. | ANUAL |
|----------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|--------|
| P (mm) | 14.7 | 6.9 | 7.3 | 13.5 | 41.9 | 139.3 | 172.4 | 154.6 | 134.4 | 59.0 | 16.0 | 11.7 | 771.7 |
| ETP (mm) | 132.8 | 146.3 | 167.1 | 178.9 | 177.8 | 155.3 | 123.8 | 118.1 | 117.6 | 132.2 | 138.4 | 129.4 | 1771.7 |
| P/ETP | 0.11 | 0.05 | 0.04 | 0.08 | 0.24 | 0.90 | 1.39 | 1.31 | 1.14 | 0.45 | 0.12 | 0.09 | 0.45 |

$\frac{Pa}{ETPa} 100 = \frac{771.7}{1771.7} 100 = \%$ mes más seco a (diciembre)

Excedente estacional de lluvia (Ln) = 179.1 mm. mes más húmedo h (julio)

$\frac{Ln}{ETPa} 100 = \frac{179.1}{1771.7} 100 = 10.4 \%$

3.3 - FORMULA HIDRICA: d5h

4.- FORMULA DEL CLIMA ANUAL: 7mVd5h

5.- GRUPO CLIMATICO: 2.3 TIERRA FRIA MEDIA

132

TABLA NUM. 4

DATOS Y CALCULO DEL METODO DE PAPADAKIS
PARA DETERMINAR LA EVAPOTRANSPIRACION POTENCIAL

ESTACION CLIMATOLOGICA: HUINGO

| 1 | MESES | ENE. | FEB | MAR. | ABR. | MAY. | JUN. | JUL. | AGO. | SEP. | OCT. | NOV. | DIC. |
|---|---|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| 2 | $T^{\circ}\text{C} = t_{mo}$ | - 2.1 | - 0.1 | 2.1 | 3.8 | 6.5 | 8.5 | 8.6 | 8.2 | 6.5 | 3.3 | - 0.2 | - 1.6 |
| 3 | $e_{mo}(mb)$ | 5.2 | 6.1 | 7.1 | 8.0 | 9.7 | 11.1 | 11.2 | 10.9 | 9.7 | 7.7 | 6.1 | 5.4 |
| 4 | $(t-2) \times e_{d}^{\circ}\text{C}$ | 26.7 | 28.1 | 30.7 | 32.1 | 33.0 | 31.4 | 28.5 | 28.9 | 28.3 | 28.4 | 27.7 | 26.7 |
| 5 | $e_{d}(mb)$ | 35.0 | 38.0 | 43.7 | 47.8 | 50.3 | 46.0 | 38.9 | 39.8 | 38.5 | 38.7 | 37.1 | 35.0 |
| 6 | $e_{mo} - e_{d}$ | 29.8 | 31.9 | 36.6 | 39.8 | 40.6 | 34.9 | 27.7 | 28.9 | 28.8 | 31.0 | 31.0 | 29.6 |
| 7 | ETP $(\frac{e_{mo} - e_{d}}{5.625})$ | 167.6 | 179.4 | 205.9 | 223.9 | 228.4 | 196.3 | 155.8 | 162.6 | 162.0 | 174.4 | 174.4 | 166.5 |

CLIMOGRAMAS

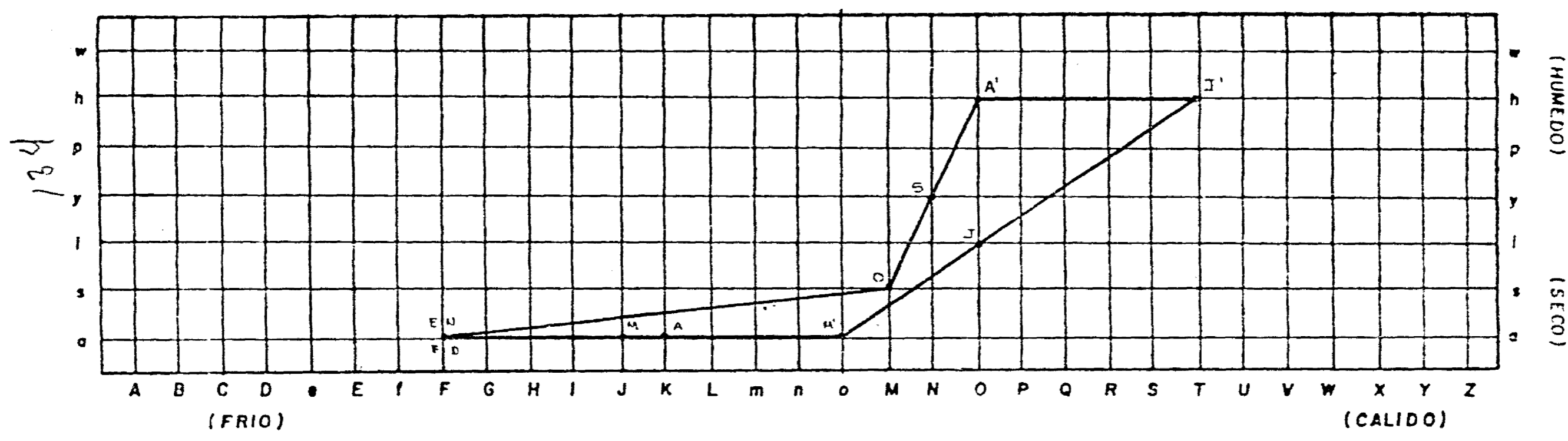
ESTACION CLIMATOLOGICA : HUINGO

LATITUD : 19° 50' N.

MUNICIPIO: _____ ESTADO: MICH

LONGITUD : 100° 51' W.G.

ALTITUD : 1830 m.s.n.m.



GRAFICA Nº 25
CLIMOGRAMAS

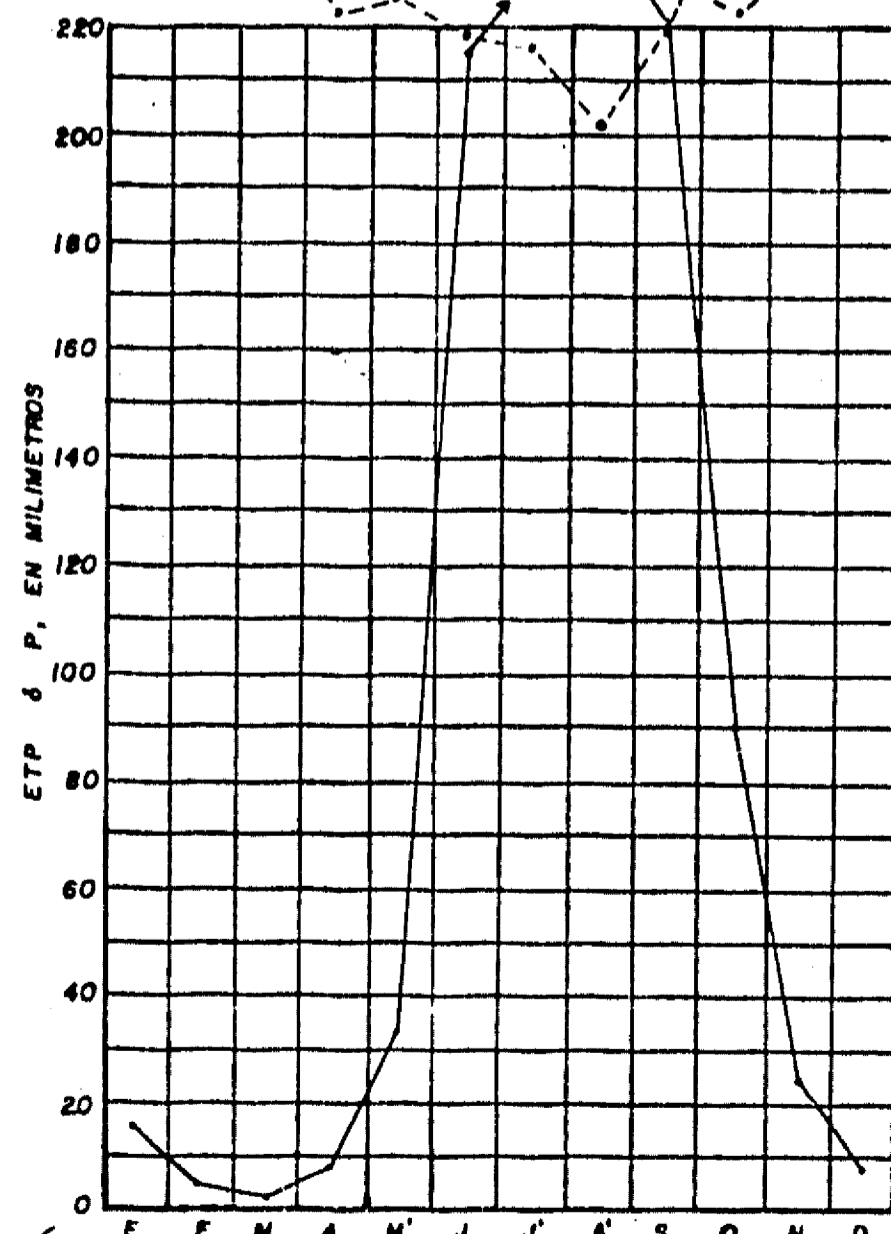
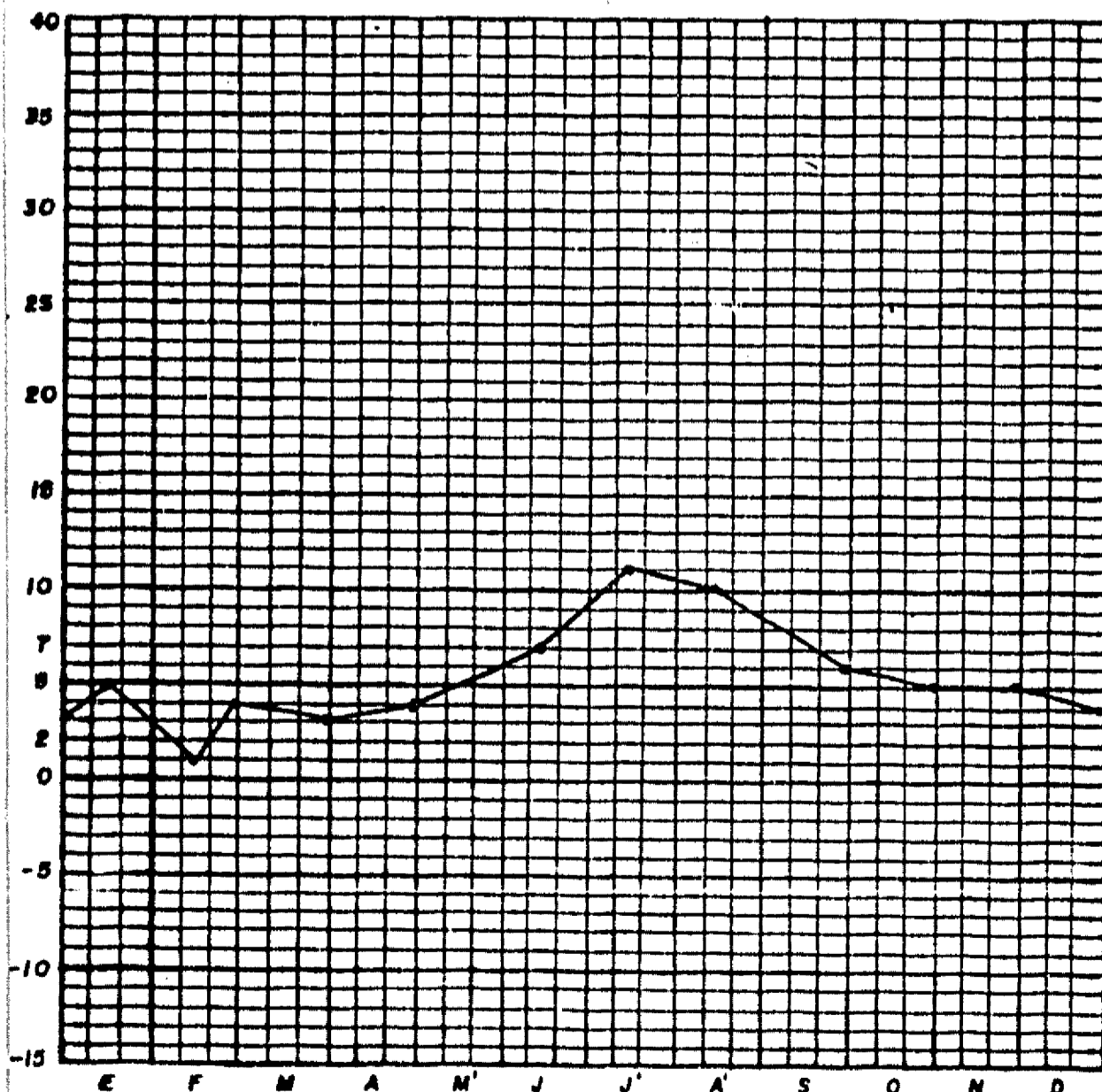
TABLA NUM. 1
DATOS PARA LA CLASIFICACION DEL CLIMA MENSUAL SEGUN PAPADAKIS

ESTACION CLIMATOLOGICA : SAN DIEGO CURUCUPA - MPIO. VILIA MADERO EDO.: MICH PERIODO: 1921-1981
 SEO

| TEMP(°C) | ENE. | FEB. | MAR. P | ABR. P | MAY. P | JUN. | JUL. | AGO. | SEP. O | OCT. O | NOV. O | DIC. |
|-----------------------|------|------|-----------|-----------|-----------|------|------|------|-----------|-----------|-----------|------|
| t' | 4.5 | 1.0 | 4.0 | 3.0 | 4.0 | 7.0 | 11.0 | 10.0 | 6.0 | 5.3 | 5.0 | 4.0 |
| T | 34.8 | 35.9 | 38.4 | 39.3 | 39.8 | 38.4 | 34.9 | 34.3 | 33.7 | 34.3 | 34.2 | 34.3 |
| t | 11.8 | 12.6 | 13.9 | 15.4 | 17.3 | 17.5 | 16.9 | 15.5 | 16.1 | 15.1 | 13.5 | 12.3 |
| CLIMA MENSUAL TERMICO | O | N | O | O | O | O | W | W | O | O | O | O |

| CONCEPTO | ENE. I | FEB. I | MAR. P | ABR. P | MAY. P | JUN. V | JUL. V | AGO. V | SEP. O | OCT. O | NOV. O | DIC. I | ANUAL |
|----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|--------|
| Im (°C) | 23.1 | 24.1 | 26.1 | 27.6 | 28.7 | 26.8 | 25.1 | 24.9 | 24.6 | 24.8 | 24.2 | 23.4 | 25.3 |
| ETP (mm) | 244.7 | 260.4 | 302.6 | 313.3 | 312.8 | 281.8 | 219.4 | 217.1 | 203.6 | 219.4 | 226.1 | 234.0 | 3035.2 |
| P (mm) | 16.4 | 4.6 | 2.2 | 8.4 | 34.1 | 216.1 | 258.4 | 240.9 | 225.3 | 90.6 | 24.2 | 9.4 | 1130.6 |

PERIODO DE FUERTES HELADAS _____ (1' < 0)
 PERIODO LIBRE DE FUERTES HELADAS 8 AL 21 DE FEBRERO _____ (0 < 1' < 2)
 PERIODO RAZONABLEMENTE LIBRE DE HELADAS 1° ENE A 7 FEB./22 FEB. A 15 JUN/19 SEPT. A 31 DIC _____ (2 < 1' < 7)
 PERIODO TOTALMENTE LIBRE DE HELADAS 16 JUN. A 18 SEPT. _____ (1' > 7) * METODO DE _____



135

TABLA N° 2
DETERMINACION DE LAS CARACTERISTICAS HIDRICAS DEL CLIMA MENSUAL

EST. CLIMATOLOGICA. SAN DIEGO CURUCUPASEO EDO. MICHOACAN HUMEDAD ALMACENABLE: _____ mm. PERIODO DE REGISTRO: 1921-1981

| Nº RENGLON | CONCEPTO | ENE | FEB | MAR | ABR | MAY | JUN | JUL | AGO | SEP | OCT | NOV | DIC | VALORES ANUALES |
|---------------|--|--------|-------|--------|--------|--------|-------|-------|-------|-------|--------|--------|-------|-----------------|
| 1 | ETP, EN MILIMETROS | 244.7 | 260.4 | 302.6 | 313.3 | 312.8 | 281.8 | 219.4 | 217.1 | 203.6 | 219.4 | 226.1 | 234.0 | ETPa 3035.2 |
| 2 | P, EN MILIMETROS | 16.4 | 4.6 | 2.2 | 8.4 | 34.1 | 216.1 | 258.4 | 240.9 | 225.3 | 90.6 | 24.2 | 9.4 | Pa 1130.6 |
| 3 | (P-ETP), EN mm | -228.3 | 255.8 | -300.4 | -304.9 | -278.7 | -65.7 | +39.0 | +23.8 | +21.7 | -128.5 | -201.9 | 224.6 | — |
| 4 | CAMBIO DE HUMEDAD DEL SUELO (Δ HS), EN mm. | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 39.0 | 61.0 | 0 | -128.5 | 0.0 | 0.0 | — |
| 5 | HUMEDAD EN EL SUELO (HS), EN mm | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 39.0 | 100 | 100 | 0 | 0.0 | 0.0 | — |
| 6 | DEFICIT DE HUMEDAD (DH), EN mm. | 228.3 | 255.8 | 300.4 | 304.9 | 278.7 | 65.7 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 201.9 | 224.6 | DHa 1860.3 |
| 7 | ETR, EN MILIMETROS. | 16.4 | 4.5 | 2.2 | 8.4 | 34.1 | 216.1 | 219.4 | 217.1 | 203.6 | 219.4 | 24.2 | 9.4 | — |
| 8 | EXCESO DE HUMEDAD (EXC), EN mm. | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 23.8 | 21.7 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | EXCa 45.5 |

COMPROBACION : $P_a = ETP_a + EXC_a - DH_a$

| | | | | | | | | | | | | | | |
|----|---------------------|------|------|------|------|------|-------|-------|-------|-------|-------|------|------|----------------------------|
| 9 | (P+Pant), EN mm. | 16.4 | 4.6 | 2.2 | 8.4 | 34.1 | 216.1 | 258.4 | 340.9 | 325.3 | 190.6 | 24.2 | 9.4 | TIPO DE MES HIDRICO PARA S |
| 10 | 0.25 ETP | 61.2 | 65.1 | 75.7 | 78.3 | 78.2 | 70.5 | 54.9 | 54.3 | 50.9 | 54.9 | 56.5 | 58.5 | — |
| 11 | (P+Pant) > 0.25 ETP | NO | NO | NO | NO | NO | SI | SI | SI | SI | SI | NO | NO | a |
| 12 | 0.50 ETP | | | | | | 140.9 | 109.7 | 108.6 | 101.8 | 109.7 | | | — |
| 13 | (P+Pant) > 0.50 ETP | | | | | | SI | SI | SI | SI | SI | | | s |
| 14 | 0.75 ETP | | | | | | 211.4 | 164.6 | 162.8 | 152.7 | 164.6 | | | — |
| 15 | (P+Pant) > 0.75 ETP | | | | | | SI | SI | SI | SI | SI | | | i |
| 16 | (P+Pant) > ETP | | | | | | NO | SI | SI | SI | NO | | | y |
| 17 | P > ETP | | | | | | | SI | SI | SI | | | | p |
| 18 | (P+Pant) > 2 ETP | | | | | | | NO | NO | NO | | | | h |
| 19 | TIPO DE MES HIDRICO | a | a | a | a | a | y | h | h | h | v | a | a | — |

136

TABLA NUM. 3

DETERMINACION DEL CLIMA ANUAL Y DEL GRUPO CLIMATICO

ESTACION CLIMATOLOGICA: LOS AZUFRES LATITUD: 19° 47' N.
 MPIO.: HIDALGO EDO.: MICHOACAN LONGITUD: 100° 39' W.O.
 PROCESO: _____ FECHA: 25 NOV. ALTITUD: 2820 m.s.n.m.

1.- FORMULAS DEL CLIMA MENSUAL.

| MES | ENE | FEB. | MAR. | ABR. | MAY. | JUN. | JUL. | AGO. | SEP. | OCT. | NOV. | DIC. |
|---------------|-----|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| CLIMA MENSUAL | Fa | Fa | Fa | Fa | Fs | Fh | Jw | Jw | Jw | Fh | Fp | Fa |

2.- FORMULA TERMICA.

2.1 - TIPO DE INVIERNO (mes más frío): J (SEPTIEMBRE)
 2.2 - TIPO DE VERANO (mes más cálido): F (ABRIL) OCURRE ANTES O EN JUNIO? SI
 2.3 - NUMERO TERMICO:
 $(T_M)_1 = 26.6^\circ\text{C}$ (Abril) $(T_M)_2 = 4.2^\circ\text{C}$ (Junio, Jul.)
 $(T_M)_2 = 26.1^\circ\text{C}$ (Abril, May) $i' > 2^\circ\text{C}$: _____ meses
 $(T_M)_4 = 24.6^\circ\text{C}$ (Abr o Jul.) $i' > 7^\circ\text{C}$: _____ meses
 $(T_M)_6 = 23.5^\circ\text{C}$ (Abr o Sept) NUMERO TERMICO 2 (ALPINO, ANDINO)
 2.4 - FORMULA TERMICA: 2JF

3.- FORMULA HIDRICA.

3.1 - NUMERO HIDRICO: 6 (numero de meses l,y,p,h,w, cuando es ≤ 9)
 _____ (número y tipo de meses menos húmedos)
 3.2 - TIPO DE REGIMEN HIDRICO: MO (MONZONICO HUMEDO)

| CONCEPTO | ENE. | FEB. | MAR. | ABR. | MAY. | JUN. | JUL. | AGO. | SEP. | OCT. | NOV. | DIC. | ANUAL |
|----------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|--------|
| P (mm) | 34.1 | 16.8 | 13.6 | 34.7 | 72.1 | 203.4 | 322.5 | 311.1 | 267.5 | 115.6 | 34.5 | 16.8 | 1442.7 |
| ETP (mm) | 124.3 | 143.4 | 154.1 | 165.9 | 151.9 | 136.7 | 103.5 | 107.4 | 101.3 | 113.1 | 118.1 | 114.8 | 1534.5 |
| P/ETP | 0.27 | 0.12 | 0.09 | 0.21 | 0.47 | 1.49 | 3.12 | 2.90 | 2.64 | 1.02 | 0.29 | 0.15 | 0.94 |

$\frac{P_a}{ETP_a} 100 = \frac{1442.7}{1534.5} 100 = 94\%$ mes más seco a (MARZO)
 Excedente estacional de lluvia (Ln) = 658.1 mm. mes más húmedo w (JULIO)
 $\frac{L_n}{ETP_a} 100 = \frac{658.1}{1534.5} 100 = 43\%$

3.3 - FORMULA HIDRICA: a6w

4.- FORMULA DEL CLIMA ANUAL: 2JFd6w

5.- GRUPO CLIMATICO: 2.6 ANDINO ALTO

TABLA NUM. 4

DATOS Y CALCULOS DEL METODO DE PAPADAKIS
 PARA DETERMINAR LA EVAPOTRANSPIRACION POTENCIAL

ESTACION CLIMATOLOGICA: LOS AZUFRES, MICH.

| 1 | MESES | ENE. | FEB. | MAR. | ABR. | MAY. | JUN. | JUL. | AGO. | SEP. | OCT. | NOV. | DIC. |
|---|-------------------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| 2 | $T^{\circ}C - e_{mo}$ | 22.0 | 23.9 | 25.3 | 26.6 | 25.7 | 25.0 | 21.3 | 21.8 | 20.5 | 21.2 | 21.4 | 20.8 |
| 3 | $e_{mo}(mb)$ | 26.4 | 29.7 | 32.2 | 34.8 | 33.0 | 31.7 | 25.3 | 26.1 | 24.1 | 25.2 | 25.5 | 24.6 |
| 4 | $(1-2) \cdot e_d^{\circ}C$ | -4.8 | -5.1 | -3.2 | -2.0 | -0.3 | 2.7 | 1.7 | 1.8 | 0.0 | -2.5 | -4.2 | -5.1 |
| 5 | $e_d(mb)$ | -4.3 | 4.2 | 4.8 | 5.3 | 6.0 | 7.4 | 6.9 | 7.0 | 6.1 | 5.1 | 4.5 | 4.2 |
| 6 | $e_{mo} - e_d$ | 22.1 | 25.5 | 27.4 | 29.5 | 27.0 | 24.3 | 18.4 | 19.1 | 18.0 | 20.1 | 21.0 | 20.4 |
| 7 | ETP $(e_{mo} - e_d) 5.625$ | 124.3 | 143.4 | 154.1 | 165.9 | 151.9 | 136.7 | 103.5 | 107.4 | 101.3 | 113.1 | 118.1 | 114.8 |

GRAFICA N° 25
 CLIMOGRAMAS

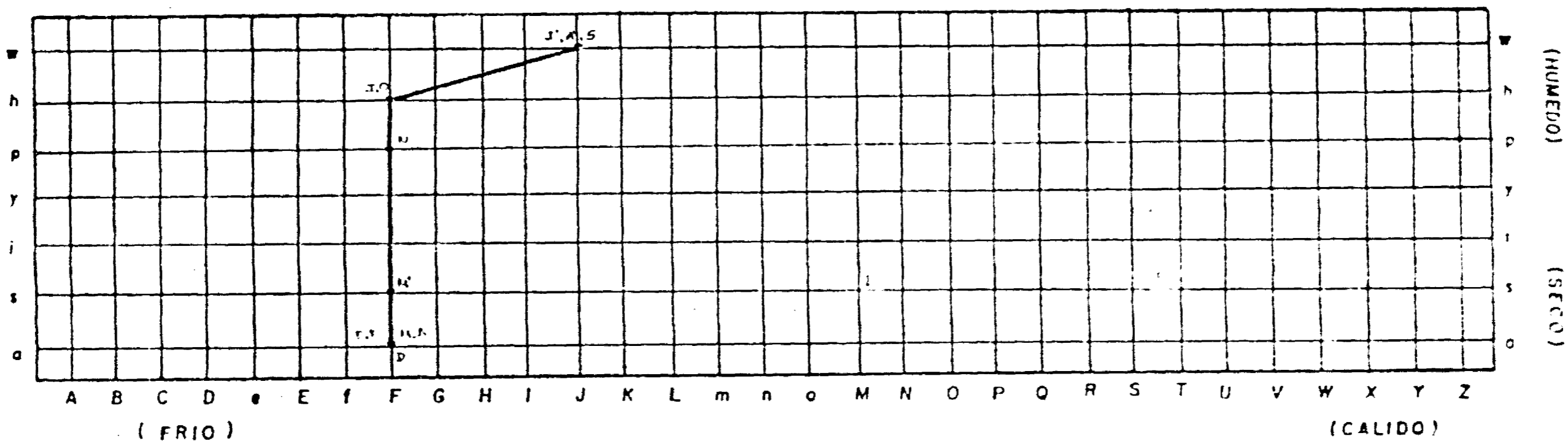
(FRIO)

(CALIDO)

ESTACION CLIMATOLOGICA: LOS AZUFRES
 MUNICIPIO: HIDALGO ESTADO: MICH.

LATITUD : 19° 47' N.
 LONGITUD : 100° 39' W.G.
 ALTITUD : 2820 m.s.n.m.

185



El grupo de climas 2.4. Tierra fría alta, la estación tipo seleccionada en este caso es San Miguel del Monte. (Tablas 1, 2, 3, 4 y Gráfica 25). La fórmula térmica es 4JL, o sea la temperatura mínima extrema media es entre 0 y -2.5°C , la máxima media mayor de 21°C y la mínima media menor de 8°C , la mínima extrema oscila entre 2 y 7°C , la mínima media menor de 8°C ; el mes más frío noviembre, el más cálido mayo, durante 4 meses la temperatura mínima extrema es mayor de 2°C , la temperatura máxima media durante el período mayo-agosto, es mayor de 17°C . La fórmula hídrica es d4V, cuatro meses son húmedos junio-septiembre, el resto son áridos y secos; el mes más seco es noviembre y el más húmedo julio. Dicho grupo de climas se localiza en dos pequeñas áreas situadas al suroeste y centro de la región.

El grupo de climas 2.2. Tierra fría baja. Se seleccionó como estación representativa Huingo. (Tablas 1, 2, 3, 4 y Gráfica 25). La fórmula térmica 8F0, la temperatura mínima extrema media oscila entre -0.5 y -5°C , la máxima media mayor de 15°C , por otra parte la temperatura mínima extrema oscila entre 2 a 7°C y la máxima media mayor de 25°C , el mes más frío enero y febrero y el más cálido mayo; durante 5 meses la temperatura mínima extrema es mayor de 2°C y sólo un mes es mayor de 7°C ; la temperatura máxima media en el período abril-septiembre es mayor de 25°C . La fórmula hídrica es d4h, cuatro meses son húmedos junio-septiembre, el resto son áridos y secos. El mes más seco, marzo; el más húmedo julio. Dicho grupo de climas se localiza en pequeñas porciones del noreste, centro y suroeste del Distrito.

La clasificación de Koeppen ha sido criticada en virtud de sus amplias generalizaciones; sin embargo, a pesar de sus limitaciones, este sistema ofrece un esquema sencillo en su manejo para la representación de los tipos climáticos en zonas extensas.

En el sistema climatológico de Thornthwaite la delimitación de provincias según el grado de humedad, también se hizo en base a la efectividad de la precipitación mediante el cálculo de la relación existente entre la precipitación total y la evaporación. Sin embargo, como se comprobó que dicha relación era limitada debido a la escasez de datos de evaporación posteriormente apoyado en el hecho de que la temperatura era el factor principal en la determinación de la evaporación se introdujo una fórmula basada en los valores medios mensuales de temperatura y precipitación. Más tarde Thornthwaite introdujo el concepto de la evapotranspiración potencial definida como la combinación de evaporación y transpiración, calculada mediante una fórmula empírica, que comprende, principalmente, las temperaturas medias mensuales y la duración del día. Empero, dicho procedimiento no sólo es complejo sino subjetivo y costoso pues cada estación debe proveerse de un evapotransporímetro, instrumento que requiere de una esmerada atención y cuidado en su mantenimiento.

La clasificación de Papadakis no tan conocida en México, introduce por primera vez el concepto de "Clima diario, mensual y anual" así como la descripción de 10 grupos, con 73 subgrupos. Los grados de temperatura, coeficientes hídricos con los cuales se definen las letras, números y toda la terminología que conforma la fórmula climática, corresponde a límites de los cultivos que pueden prosperar en base a los requerimientos ambientales necesarios, es decir, la clasificación de los climas y los cultivos, en este caso, son

equivalentes. Como se puede observar el problema es complejo y no se puede precisar con exactitud la cantidad de temperatura y humedad de los cultivos; sin embargo, es posible clasificarlos según su resistencia al invierno, sus requerimientos de calor y definir las épocas críticas para los déficits de humedad.

En resumen, casi todos los sistemas de clasificación climática (Koeppen, Thornthwaite, etcétera) deducen los climas según sus características térmicas (temperatura media) e hídricas (precipitación media), dos parámetros que no son del todo satisfactorios para definir con exactitud las condiciones ambientales de los cultivos. Koeppen que era climatólogo trató de definir los climas del mundo en términos meteorológicos. Como en su época las publicaciones no daban sino las temperaturas medias y la lluvia, tuvo que hacerlo con los datos que disponía, lo que hace que sus definiciones sean limitadas. Thornthwaite plantea el balance hídrico de la efectividad de la precipitación mediante el concepto de evapotranspiración, es decir, argumenta su teoría, en que el déficit de agua depende de la relación entre la precipitación y la pérdida de ésta por evaporación y transpiración. Lo elaborado y teórico del sistema ha dificultado su aceptación y uso general en el mundo.

En conclusión en este trabajo se adoptó el sistema de Papadakis en virtud de ser el más completo y realista, pues dicho sistema facilita la delimitación de zonas aptas para la agricultura.

6. SUELOS.⁵

La mayoría de los suelos del área de estudio son de origen volcánico, pues se generaron por la desintegración de rocas de este tipo cuyo origen se remonta a la era Cenozoica. Los materiales parentales son andesitas, basaltos, lavas, brechas, tobas y cenizas volcánicas, todos de origen ígneo.

En las sierras y sus estribaciones predominan los llamados litosoles, son suelos muy someros menores de diez centímetros de profundidad, poco desarrollados y que se parecen mucho a la roca que les está dando origen. También se encuentran los andosoles en las áreas con vegetación de bosques, son suelos en su mayoría derivados de cenizas volcánicas, muy ligeros esponjosos, con textura media y gruesa, lo que condiciona una permeabilidad alta y un drenaje rápido y moderado, son ligeramente ácidos y extremadamente ricos en materia orgánica; son muy susceptibles a la erosión sobre todo cuando se utilizan para la agricultura.

Otros suelos que también se erosionan con facilidad, son los luvisoles arcillosos de color rojo, se les encuentra en las estribaciones de las sierras; este tipo de suelo presenta horizontes argílicos, dando texturas arcillosas y de migajón arcilloso, por lo que la permeabilidad es baja y el drenaje muy lento; son ligeramente ácidos y ricos en materia orgánica, la vegetación característica en ellos es de bosque de pino, encino y también de pastizal inducido.

⁵Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática, 1985. Síntesis Geográfica del Estado de Michoacán. México, D.F.

También se presentan en estas topofomas los regosoles dístricos que tienen profundidad variada pero casi nunca llega a 50 cm., limitados por fase lítica; su horizonte superficial es de color claro, son pobres en materia orgánica, su textura gruesa propicia un drenaje moderado y permeabilidad media, son fuertemente ácidos y susceptibles a la erosión.

En los valles intermontanos que se localizan al noroeste de la zona de estudio es característico encontrar suelos de los denominados feozems, son negros de textura franca o arcillosa, limitados por tepetate que constituye una fase dúrica, los hay limitados por roca, o sea, fase lítica y algunos profundos; son suelos fértiles, nulos en calcio y magnesio.

Los vertisoles son suelos que también se presentan en esta zona, se les encuentra principalmente en los valles, aunque también en los lomeríos y llanuras. Son suelos de origen residual, profundos y someros y algunos de ellos pedregosos y salinos, tienen alto contenido de arcilla por lo que son poco permeables y de drenaje muy lento. Son de alta fertilidad con contenido de materia orgánica de moderado a alto. Actualmente se tienen tanto de riego como de temporal, y el resto sustenta matorral subtropical y pastizales inducidos. Se localizan en los alrededores del lago de Cuitzeo y Villa Morelos.

También se presentan en esta zona suelos como los gleysoles vérticos y mólicos, que ocupan áreas relativamente pequeñas en los alrededores del lago de Cuitzeo.

7. VEGETACION Y USO ACTUAL DEL SUELO. ⁶

Debido principalmente a las condiciones climáticas del área de estudio y a los tipos de suelo que predominan en ella, tiene lugar el desarrollo de varios tipos de vegetación entre los que destacan en primer lugar y cubriendo un 24.2% del área el bosque de encino seguido del bosque de pino con un 23.5% de cobertura, asimismo existen en menor proporción otras comunidades vegetales como son la selva baja caducifolia, el matorral subtropical y el pastizal inducido; además prevalecen significativas áreas agrícolas en la región. (Plano No.14).

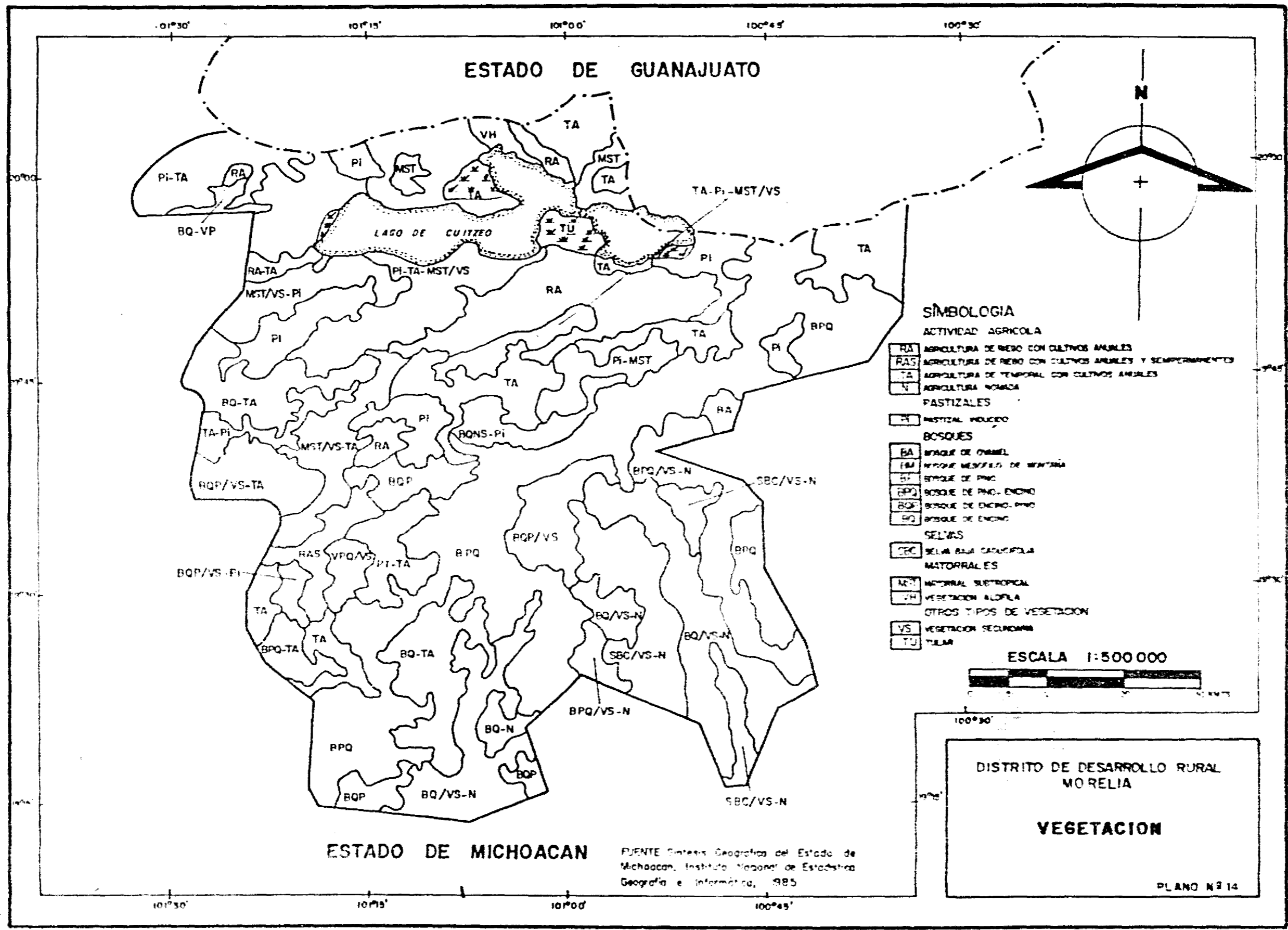
7.1 EL BOSQUE DE ENCINO

Los bosques son tipos de vegetación característicos de las sierras, se distribuyen en forma de manchones y franjas que se continúan o se cortan según el clima de la región o el grado de disturbio o explotación al que se les somete. Los bosques de encino, como ya se dijo, son los más abundantes en la región, cubren un total de 145,200 Has. de la superficie, se les ubica en las sierras, aunque también son comunes en las mesetas, lomeríos y valles.

La mayor parte de este bosque se presenta en forma mixta es decir; asociado con el pino y el chaparral; asimismo, comparten su área con los pastizales y la agricultura producto de los desmontes y la tala inmoderada a que se les somete; esto constituye el mecanismo más

⁶INEGI, 1985. Op. Cit. p.41.

146



importante mediante el cual el hombre afecta el bosque. El pastoreo es bastante intenso en muchas áreas pero no es perjudicial para este tipo de vegetación.

7.2. EL BOSQUE DE PINO.⁷

El bosque de pino ocupa aproximadamente una superficie de 141,000 Has., es decir, el 23.5% de la superficie total; se desarrolla principalmente en las sierras que se ubican al sureste de esta región, comparte la mayor parte de su área con el bosque de encino aunque también se le encuentra en otras partes asociado con la agricultura de temporal.

Ocupa suelos de origen volcánico, principalmente andosoles, litosoles, feozems, y luvisoles. El clima que domina en este tipo de vegetación es el templado húmedo y semifrío.

La similitud de las exigencias ambientales de los pinares y los encinares da como resultado que los dos tipos de bosque ocupen habitats muy similares, originando que se desarrollen con frecuencia uno al lado de otro, formando intrincados mosaicos y complejas interrelaciones sucesionales, cuando estas son de carácter secundario.

7.3. LA SELVA BAJA CADUCIFOLIA.⁷

La selva baja caducifolia cubre el 5.8% de la zona de estudio equivalente a 34,000 Has., se le encuentra en la porción sureste de la zona, bajo climas que van de cálidos subhúmedos a secos muy cálidos y semicálidos.

⁷INEGI, 1985. Op. Cit. p.41

Es una comunidad formada por árboles que no pasan de 15 m. de altura, muestra dos cambios fisonómicos muy drásticos durante el período de un año, la época de defoliación, la más larga del año y más seca, dura aproximadamente ocho meses y brinda un aspecto gris y desolado, ya que la mayoría de los árboles pierden sus hojas en este tiempo y se mantienen así hasta la caída de las primeras lluvias, cuando vuelve a reverdecer, y es en este período de lluvias cuando la selva cambia, presentándose frondosa con una cubierta foliar uniforme de tonalidad verde claro.

Sin embargo, actualmente esta vegetación se presenta en distintos estados de crecimiento, ya que está sujeta a una extensiva e intensiva explotación así como al establecimiento de cultivos nómadas y de temporal.

7.4. EL MATORRAL SUBTROPICAL⁸

Se distribuye en forma de manchones tanto en la sierra como en lomeríos y llanuras de esta región, sobre los suelos por lo general someros y pedregosos; está dominado por especies que se conocen como indicadores de disturbio o propios de asociaciones secundarias. Por su fisonomía puede ser una formación más o menos densa o abierta, dominada por arbustos altos o árboles pequeños de 3 A 5 m. de altura.

Es común en esta zona, su asociación con el pastizal y la agricultura de temporal. Este tipo de vegetación cubre el 6.1% del área ocupando 36,000 Has.

⁸ INEGI, 1985, Op. Cit. p41

7.5. EL PASTIZAL INDUCIDO.

Es otro tipo de vegetación que se presenta en esta región, prospera en forma de manchones por casi toda la superficie, en una gran diversidad de topofomas, sobre suelos muy variados luvisoles, vertisoles, litosoles, feozems, entre otros, generalmente poco profundos y pedregosos. Cubre una superficie de 78,000 Has., que corresponde al 13.1% del área total de la zona de estudio.

Los pastizales son particularmente adecuados para la alimentación del ganado bovino y equino y, de hecho, la mayor parte de este tipo de vegetación se dedica a tal propósito.

Se encuentran otros tipos de vegetación pobremente representados y diseminados en el área de estudio como es la vegetación secundaria y el popal-tular, la cual en su conjunto apenas ocupa el 0.9% de la región.

7.6. AGRICULTURA.⁹

La actividad agrícola dentro de la región y a nivel estatal es una de las más significativas, tanto por su participación en el producto interno bruto estatal, como por la población a la que se emplea. Ocupa una gran extensión de tierras, aproximadamente un 36.7% (218,300 Has.) de la superficie regional, de la que la mayor parte se dedica a la agricultura de temporal.

⁹INEGI, 1985. Op. Cit. p.41.

Debido a las diferentes condiciones naturales existe una amplia variedad de cultivos, entre ellos el aguacate, ajonjolí y limón agrio, que son de gran importancia a nivel estatal; sin embargo dicha variedad no es notoria debido a que alrededor del 70% de la superficie cosechada corresponde a productos como el maíz, sorgo, frijol, ajonjolí y trigo.

Por lo que respecta a la tenencia de la tierra, dominan las comunidades ejidales y agrarias.

De la superficie total de la región el 28.7% corresponde a terrenos con agricultura de temporal y el 8.0% con agricultura de riego.

La producción se consigue fundamentalmente en los ciclos cortos (90% de la superficie cosechada) principalmente en el de primavera-verano; en la agricultura de temporal; siendo los principales cultivos de maíz, frijol, sorgo y trigo, así como ajonjolí y garbanzo para consumo animal con bajos rendimientos.

En la agricultura de riego se desarrollan cultivos anuales (ciclo corto), semiperennes (plantaciones) y perennes (frutales).

Los principales cultivos de temporal por superficie cosechada son los granos, maíz, frijol, sorgo, trigo, la caña de azúcar y el algodón y de frutales el aguacate y limón agrio; todos con rendimiento bajo pero cercano al promedio nacional.

A continuación se describen las características naturales, biológicas y económicas que tipifican la actividad agrícola en la zona de estudio.

7.6.1 AGRICULTURA DE RIEGO INTENSO¹⁰

Los terrenos donde se desarrolla este tipo de agricultura son planos o ligeramente ondulados, las pendientes no rebasan el 6% con muy poca pedregosidad y la profundidad efectiva del suelo es mayor a los 90 cm.

Los principales tipos de suelo son el vertisol, feozem, luvisol y andosol; los cuales varían dependiendo de la región.

El método de riego es por gravedad y el agua obtenida es de pozos profundos, ríos y presas.

Predomina el laboreo con implementos mecanizados; la aplicación de pesticidas y fertilizantes en general.

Las áreas en donde se localiza este tipo de agricultura son en parte del Distrito de riego Morelia, Queréndaro y Alvaro Obregón principalmente, así como en Villa Morelos y Chucándiro.

El clima es templado subhúmedo con lluvias en verano, la precipitación total anual va de 800 a 1 000 mm., y se distribuye entre los meses de junio a octubre.

¹⁰INEGI, 1985. Op. Cit. p.41

La temperatura media anual es de 14° C, las granizadas tienen una frecuencia de dos días. Estas últimas no sólo afectan cuando son tempranas o tardías, pues su frecuencia y durabilidad causan daños a los cultivos de invierno.

Los suelos más comunes son vertisol y feozem, ambos con buena fertilidad.

La mayoría de los agricultores emplean fertilizantes y pesticidas, pero hay lugares en los que no se aplica; los fertilizantes que se aplican son nitrogenados, compuestos, fosfatados y potásicos. En lo que se refiere a la labranza, la mayor parte de los agricultores utilizan maquinaria para sus labores, los principales cultivos son: maíz, trigo, zanahoria, cebolla, avena, frijol, sorgo, alfalfa, ajonjolí, garbanzo, lenteja, gladiola, jitomate y caña de azúcar.

Otro tipo de agricultura que se practica es la de riego asociada con temporal que se encuentra al oeste de Hundacareo. El clima es templado subhúmedo con lluvias de verano, la pendiente del terreno es de 6 a 30%, la pedregosidad superficial es entre 5 y 30% y la profundidad efectiva del suelo varía de los 35 a 90 cm.

Al norte de Charo se encuentran algunos terrenos con erosión leve. Se riegan por gravedad, el agua se extrae de pozos profundos; la labranza es mecanizada aunque con fuertes limitaciones por los terrenos pedregosos y con pendiente moderada lo que aumenta el empleo de implementos de tracción animal. También la aplicación de fertilizantes y pesticidas es menor.

Los principales cultivos son: maíz, jitomate, frijol, trigo, cebolla, cebada, sorgo, avena, lenteja, alfalfa y calabaza.

7.6.2. AGRICULTURA DE TEMPORAL INTENSA.¹¹

Este tipo de agricultura está distribuida en la mayor parte de la región sobre todo en la parte norte y suroeste.

Se realiza sobre los terrenos con pocas limitaciones para el desarrollo de los cultivos; esta actividad se practica en terrenos con pendientes menores de 6%, la profundidad efectiva del suelo es mayor de 90 cm., y con poca pedregosidad superficial.

En la parte norte de la región este tipo de agricultura está influenciada por el clima templado subhúmedo con lluvias de verano, las granizadas tienen una frecuencia de 2 a 4 días al año y las heladas de 20 a 60 días. Los principales cultivos son: maíz, frijol, sorgo, garbanzo, trigo, avena, alfalfa, cártamo y aguacate.

7.6.3. AGRICULTURA DE TEMPORAL LIMITADA¹¹

Este tipo es el más extendido dentro de la agricultura de temporal, en él se incluye la agricultura nómada, y se define tanto por las condiciones del terreno como por el clima imperante. En la zona donde se practica, se encuentra una o varias condiciones: profundidad efectiva de suelo menor de 50 cm., obstrucción superior al 35% y pendientes moderadas de 12 a 30% y fuertes de 40 a 70%.

¹¹INEGI, 1985. Op. Cit. p.41

Estas condiciones naturales limitan el uso de implementos mecanizados, por lo que en la mayoría de los casos se emplea la tracción animal y en ocasiones sobre todo donde las condiciones son muy severas y la labranza se lleva a cabo en forma manual utilizando únicamente la coa.

La mayoría de los terrenos de este tipo agrícola se localizan en el norte, centro, oeste y sur de la región, en zonas de clima templado subhúmedo con lluvias de verano; las heladas se presentan con frecuencia.

Los insumos agrícolas se aplican en muy pocas ocasiones. Los principales cultivos que se observan son: maíz, agave, trigo, cebada, avena, frijol y camote.

En la porción sur y sureste de la zona se realiza en áreas aisladas, en las que domina el clima cálido y semicálido, subhúmedo con lluvias de verano. Para el laboreo no se utiliza maquinaria agrícola y difícilmente se puede llevar a cabo con tracción animal. No hay aplicación de fertilizantes y pesticidas, debido a la incosteabilidad que representa invertir en estos insumos. Los cultivos principales son: el maíz y frijol.

Como se observa las condiciones naturales del terreno y el clima, hacen de este tipo de agricultura el de menor productividad de la región lo mismo que el de menor mecanización y aplicación de insumos.

7.7. USO POTENCIAL DEL SUELO.¹²

En general en el plano número 15 se observan las áreas aptas para la agricultura, que representan 53% de la superficie de esta región, es decir, 336,800 Has., son aptas para desarrollar algún tipo de agricultura.

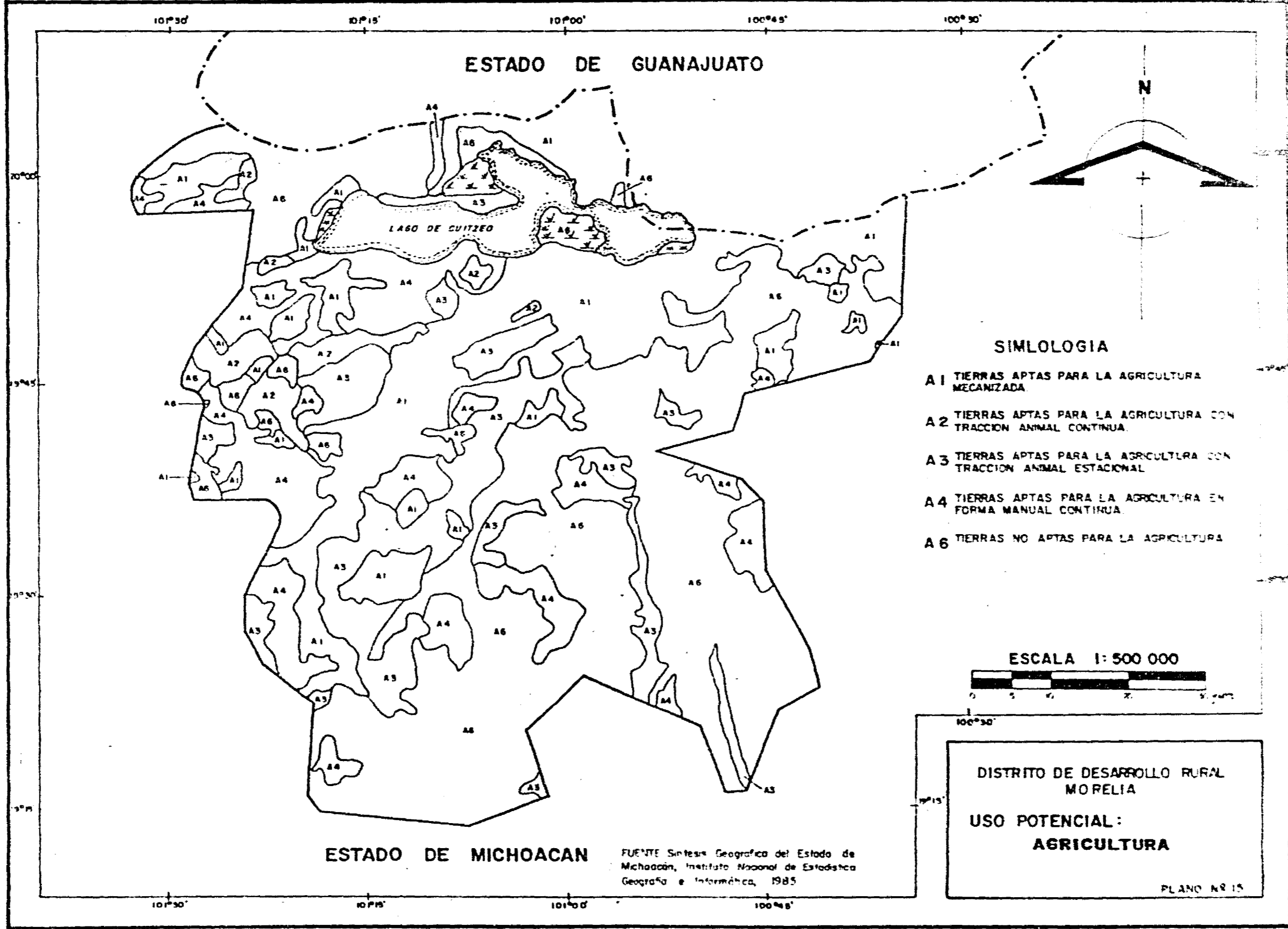
Los terrenos con posibilidades agrícolas presentan algunas limitaciones en áreas determinadas, de manera que su distribución no es continua ni uniforme, y son plenamente determinados por factores edáficos y climáticos.

En las topofomas genéricamente identificadas como sierras, lomeríos y algunas partes de las mesetas no existen posibilidades de implementar algún uso agrícola; éste debido principalmente a las fuertes pendientes además de la obstrucción superficial, esto es presencia de piedras y afloramientos rocosos que en esta región cubren aproximadamente un 40% del área total. La superficie con estas características es de 261.000 Has.

Con respecto a la agricultura que se realiza en forma manual continua ésta se puede llevar a cabo en los terrenos sobre y alrededor del cerro El Aguila, así como en las cañadas de Los Sauces y Herrero principalmente; esta superficie es de 87,000 Has. aproximadamente.

¹²INEGI, 1985. Op. Cit. p.41.

156



156

La agricultura con implementos de tracción animal se puede desarrollar en forma continua en 13,200 Has.; principalmente en las estribaciones del cerro de Quinceo al este de Cúto de Esperanza, en donde la topografía es ondulada (10%), la pedregosidad cubre poco menos del 30% y los suelos son menores de 30 cm., de profundidad, estas condiciones permiten establecer infraestructura para riego, aunque con fuertes restricciones, en esas áreas el clima dominante es el CW (w) templado subhúmedo con lluvias en verano, razón por la cual el ciclo agrícola en dicha época del año no carece de agua, más sin embargo en el invierno la humedad del suelo no es suficiente para el desarrollo de los cultivos, por lo tanto se hace necesaria la aplicación de riego en esa temporada.

Por otro lado los sitios en los que es posible desarrollar la agricultura de tracción animal en forma estacional se encuentran en las estribaciones de la sierra de Mil Cumbres, que se ubica al sureste de la ciudad de Morelia, presentan limitaciones debido a la pedregosidad superficial aproximadamente cubre un 40% de las áreas y los suelos que no sobrepasan los 20 cm., de profundidad, por lo que no es posible introducir riego y sólo se puede trabajar un ciclo agrícola aprovechando la temporada de lluvias, estos terrenos abarcan un total de 84,100 Has.

En suma la superficie para realizar estos tipos de agricultura es de 97,300 Has.

Las áreas localizadas en diferentes topofomas que se pueden aprovechar para llevar a cabo la agricultura mecanizada en forma continua son 152,500 Has., esto representa aproximadamente el 24% del total regional.

En la mayor parte de los valles y llanuras de esta región se presentan limitantes leves, lo que permite desarrollar la labranza mecanizada y el establecimiento de riego, esto es debido a que el relieve es suavemente ondulado, las pendientes no rebasan el 10% y la pedregosidad superficial es moderada.

En varios sitios de estas topofomas, el suelo apenas sobrepasa los 40 cm., de profundidad, lo que afecta el desarrollo de algunas especies susceptibles de cultivarse. Estas condiciones son más notorias en el valle donde se localiza el poblado de Villa Madero, prolongándose al norte hasta Tiripetio, de ahí se extiende hacia el noroeste abarcando las localidades de Alvaro Obregón y Tejaró.

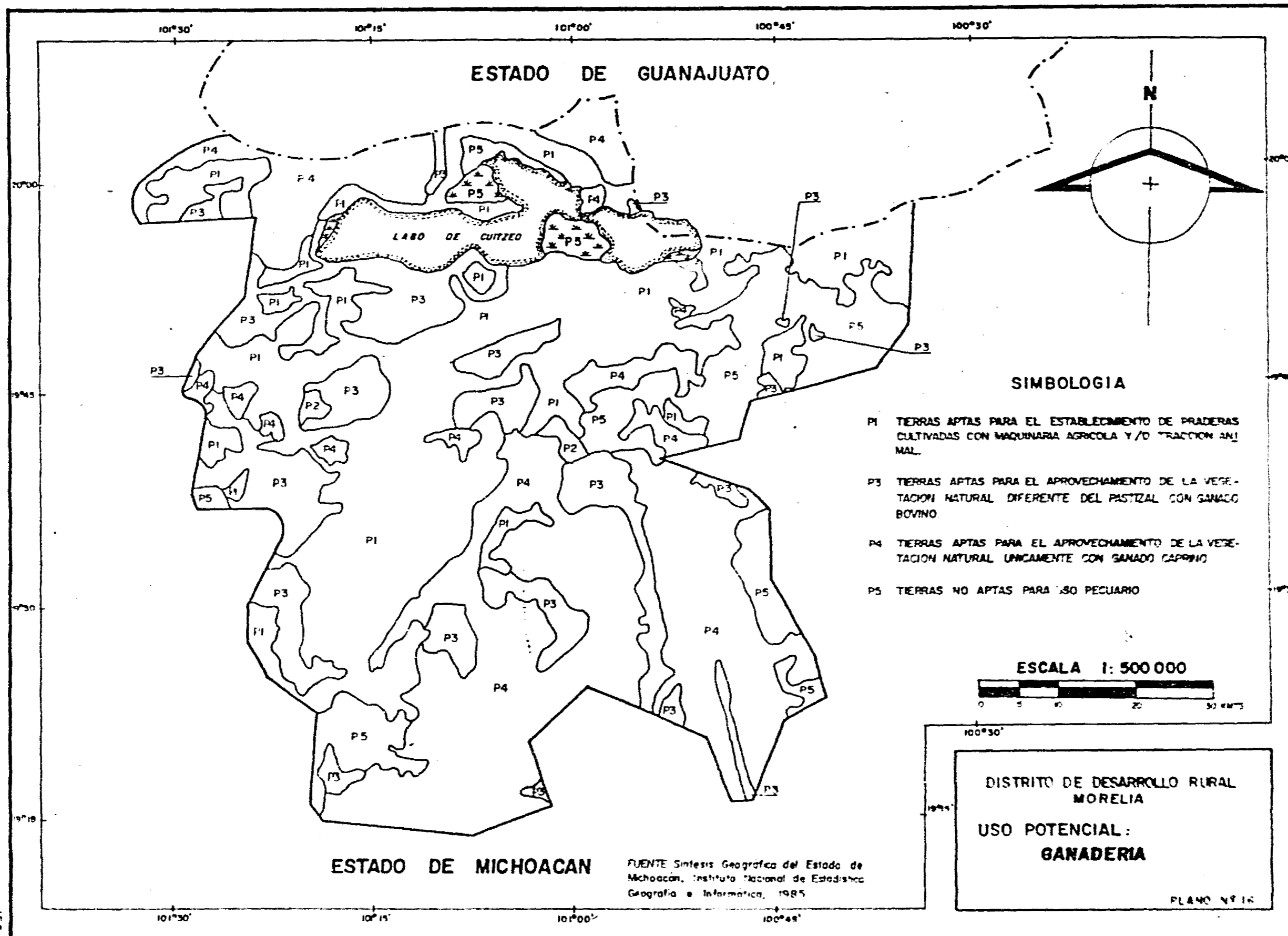
Por otra parte, en algunos lomeríos con pendiente suave, como los ubicados al oeste del poblado de Ucareo, es factible implementar agricultura mecanizada en forma estacional, lo mismo que en algunas pequeñas áreas de las sierras de Morelia. En donde la pendiente no rebasa el 12%, la pedregosidad es escasa y los suelos se encuentran entre 35 y 60 cm. de espesor; factores por los que las restricciones para el laboreo van de moderadas a fuertes.

7.7.1. POSIBILIDADES DE USO PECUARIO. ¹³

En el plano número 16 se muestran las áreas de uso pecuario. Esta zona abarca aproximadamente el 87% de la superficie que equivale a 521,100 Has.

¹³INEGI, 1985. Op. Cit. p.41.

159



En el 13% restante de la zona que se ubica principalmente en las sierras no es posible llevar a cabo, ni conviene desarrollar ningún tipo de actividad pecuaria, debido a que estas áreas están ocupadas por bosques de pino, encino, pino-encino y abies de buena cobertura y condición.

Las tierras con aptitud para ser utilizadas con pastoreo extensivo únicamente de caprinos comprenden una superficie de 208,500 Has. y se localizan en su mayor parte en lo más accidentado de las sierras, mesetas y lomeríos, en donde es aprovechada la vegetación secundaria de bosques y matorrales.

El pastoreo extensivo de bovinos sobre pastizales naturales es posible llevarlo a cabo sólo en una pequeña extensión de las sierras, también se pueden aprovechar las cimas de las mesetas, en donde se tiene vegetación secundaria de bosques de pino, encino, pino-encino y matorrales para alimentar el ganado.

En los terrenos que se localizan en las mesetas y lomeríos asociados a los valles, es posible sembrar pastos únicamente con instrumentos de tracción animal; debido a que los factores edáficos, afectan con mayor severidad este tipo de terrenos, tal es el caso de la poca profundidad del suelo y la existencia de pedregosidad superficial.

Los terrenos con aptitud para llevar a cabo el uso pecuario intensivo mediante el establecimiento de praderas con maquinaria agrícola están localizados en su mayoría en los valles y llanuras en donde el desarrollo de los forrajes no encuentra ningún tipo de obstáculo, al igual que el desplazamiento del ganado, sin embargo, el laboreo se ve limitado por el relieve ligeramente ondulado.

En los lomeríos con poca pendiente y en las partes bajas de las sierras el desplazamiento del ganado bovino, se ve afectado por las pendientes que presenta el terreno en estos espacios que ocupan un área aproximada de 207,000 Has.

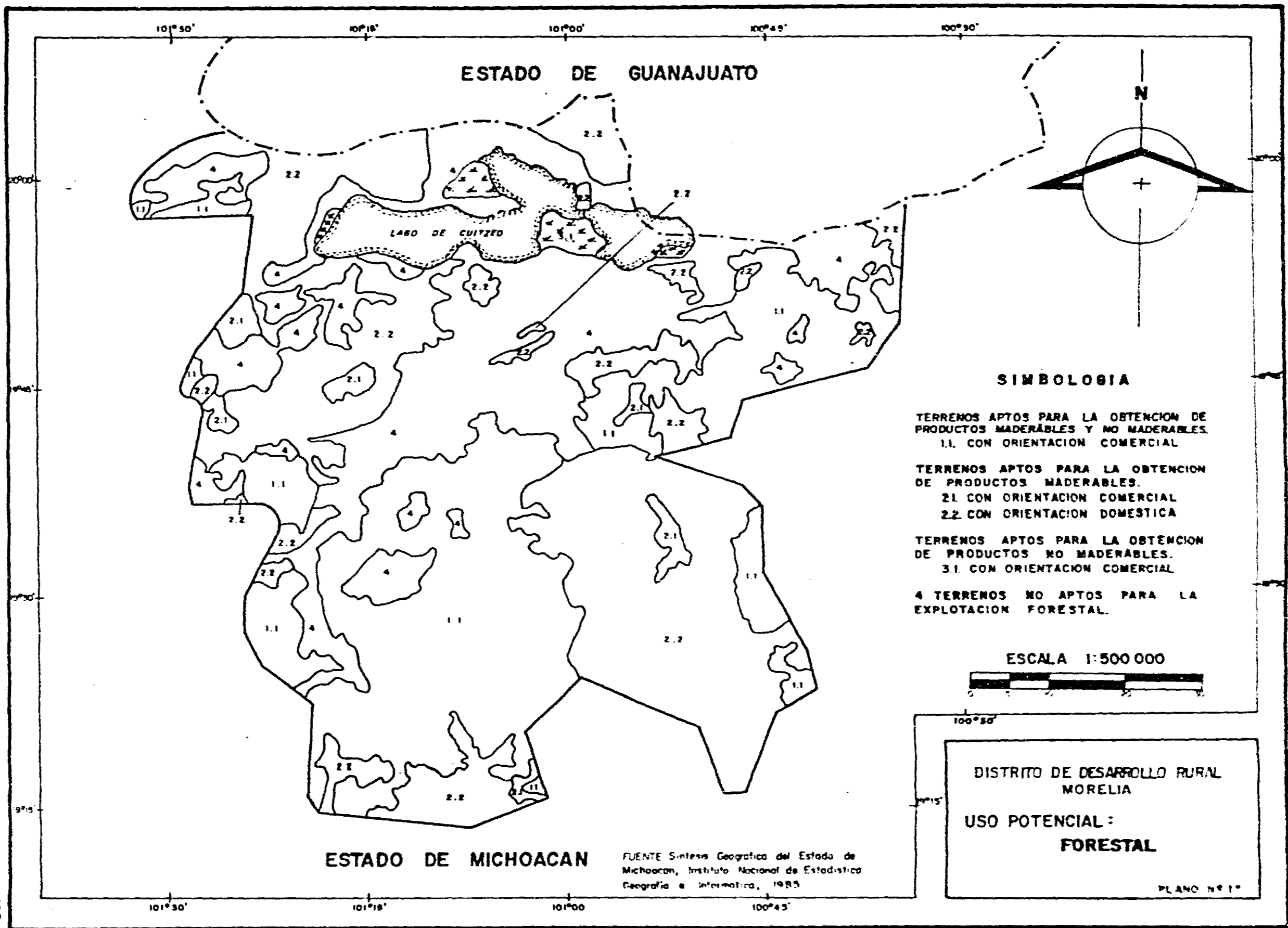
7.7.2. POSIBILIDADES DE USO FORESTAL.¹⁴

En la región el 72% o sea 432,000 Has., de los terrenos sustentan asociaciones vegetales de importancia para el uso forestal, plano número 17, se distribuyen como sigue:

- En 3,990 Has. de la región, las topofomas (sierras, mesetas y lomeríos) presentan asociaciones florísticas que han sufrido alteraciones y en la actualidad sólo ofrecen posibilidades de ser dedicadas para el aprovechamiento forestal con orientación doméstica, principalmente de la vegetación secundaria de encino, encino-pino.
- En algunas áreas dentro de la región se suman 222,900 Has., se encuentran bosques apropiados para la explotación comercial de carácter maderable con diferentes grados de aptitud.
- Sobre 20 y 200 Has., se localizan terrenos aptos para el aprovechamiento de productos maderables con orientación comercial e industrial, principalmente de aquí se obtienen madera de primera y resinas; sin embargo el problema por lo que no se ha explotado al máximo estas zonas es lo accidentado de los terrenos que no permite el desplazamiento óptimo de los productos, ya que no existen las vías de comunicación necesarias y adecuadas para llegar al mercado.

¹⁴INEGI, 1985. Op. Cit. p.41.

162



Desafortunadamente la mayoría de las masas arbóreas con estas características se localizan en las sierras y mesetas.

El 28% restante de la zona o sea (165,800 Has.) que se conforman por valles, llanuras y las partes bajas de las sierras, la vegetación natural se ha ido substituyendo por algún tipo de agricultura, lo que ha implicado que estos terrenos ya no se empleen en ningún tipo de uso forestal.

8. CARACTERISTICAS FENOLOGICAS DE LOS PRINCIPALES CULTIVOS DE LA ZONA DE ESTUDIO.

Según la información obtenida de los cultivos de la zona del Distrito de Desarrollo Rural de Morelia y con base en sus características tecnológicas y climáticas, se han considerado los cultivos que a continuación se indican:

8.1. MAIZ.

(*Zea mays*). Es uno de los cultivos más importantes a nivel mundial con más de 118 millones de Has.

Contiene de 65 a 70% de carbohidratos; 10 a 12% de proteína; 4 a 8% de grasa; vitaminas A, E, C, aminoácidos, sales minerales y microelementos.

Según la variedad de los maíces se dividen en precoces (2.5 a 3 meses) 11 a 12 hojas; tempranos (3 a 3.5 meses) con 13 a 14 hojas; semitempranos (3.5 a 4 meses) con 15 a 16 hojas; semitardíos (4 a 4.5 meses) con 17 a 18 hojas; tardíos (4.5 a 5 meses) con 19 a 21 hojas y muy tardíos (6 a 7 meses).

El maíz es una planta termófila que requiere para su desarrollo de 1,800 a 2,600 unidades de calor. Los brotes en masa aparecen cuando la temperatura del suelo es de 20 a 22° C. La temperatura óptima para el crecimiento de la planta varía de 28 a 35° C siendo las temperaturas máximas que inhiben el crecimiento 45 a 47° C.

El período desde la formación de panículas hasta el comienzo de la madurez lechosa del grano tiene lugar con mayor actividad a la temperatura de 24 a 26° C. Temperaturas más bajas aumentan el período mientras que las superiores a 35° C perjudican la productividad aunque no afecten la duración del período.

La maduración puede ocurrir desde 15 hasta 30° C. Al aumento de la temperatura del aire de 32 a 35° C y con baja humedad relativa (cerca del 30%) el polen pierde sus facultades germinativas al cabo de 1 a 2 horas de reventarse la antera. La humedad del suelo más favorable para el crecimiento de la planta es del 60 a 70% de la capacidad de retención de humedad.

El exceso de humedad perjudica la formación de la cosecha del grano, aunque el desarrollo vegetativo sea suficientemente alto. Este exceso afecta principalmente en la primera mitad del desarrollo vegetativo.

El maíz es un cultivo con ciclo vegetativo de 150 días y una profundidad radicular de 100 cm., adaptado tanto a día corto como día largo, pero el día corto es más favorable para su rápido desarrollo, florece con mayor rapidez en días de 8 a 9 horas luz, sin embargo puede florecer y fructificarse con iluminación ininterrumpida. En las variedades tardías se retrasa un poco la floración con días de 14 a 16 horas, pues estimula el desarrollo vegetativo e inhibe la diferenciación floral.

Se desarrolla prácticamente en todos los tipos de suelos. El manto freático favorable deberá estar cuando menos de 1.5 a 2 m. de profundidad. El pH óptimo es de 6.5 a 7 y es susceptible a los altos contenidos de sales.

La temperatura mínima de siembra es de 15° C en el aire y 10 a 12° C en el suelo. Cabe señalar que aunque se dan las condiciones óptimas, máximas y mínimas (temperaturas cardinales) este cultivo se ha adaptado a una gran diversidad de condiciones ya sea climáticas, del suelo, del régimen de lluvias, etc.

8.2. FRIJOL.

(*Phaseolus vulgaris*) Pertenece a la familia de las leguminosas, cuya característica es que su fruto o semilla se presenta en forma de vaina, conocida como legumbre. Es originario de México y Guatemala. Se cultiva para aprovechar la semilla como alimento humano y en menor proporción para el consumo de la vaina (ejote).

El contenido de proteínas es aproximadamente el 24% y el restante es almidón y cenizas. El rendimiento promedio es de 515 Kg/ha. y es realmente bajo debido a que la mayor parte de las áreas cultivadas se encuentran en condiciones de temporal.

La altura de la planta varía según la variedad entre 30 y 90 cm. Los frijoles trepadores (de guía) alcanzan alturas superiores a los 2 m. La raíz es pivotante y profundiza de 1 a 2 m.

El desarrollo de la planta es el resultado de la conjunción del factor genético con el medio ambiente. Las variedades arbustivas son más precoces que las "trepadoras". La duración del ciclo vegetativo es de 80 a 100 días para las variedades tempranas y 130 días para las tardías. Con temperaturas óptimas entre 20 y 25° C y la buena humedad en el frijol germina de 2 a 3 días después de la siembra y no tiene requerimientos de luz para su germinación.

Casi todas las variedades de frijol son de día corto pero algunas de ellas son ajenas al fotoperíodo. Una de las causas de pérdidas es el desprendimiento del grano de la vaina, esto ocurre con una fuerte sequía seguida por una lluvia con vientos fuertes. Las variedades de temporal son resistentes a la sequía, poco resistentes a la inundación y es fácilmente atacado el fruto por enfermedades fungosas en condiciones de alta humedad en la etapa de maduración.

Se desarrolla óptimamente en regiones con 1,000 a 1,500 mm. de precipitación. Las lluvias excesivas durante la floración pueden provocar la caída de flores. Prospera bien en suelos de textura media pero soporta texturas semipesadas (franco-arcillo-limoso).

El pH óptimo es de 5.5 a 6.5 y es poco resistente a las sales. En suelos pesados con alta capacidad de almacenamiento de humedad se corre el riesgo de que se pudra un porcentaje de la semilla. Además en estos suelos con lluvias intensas se forman costras que cubren la semilla plantada y de esta forma dificultan la germinación.

Los suelos con un alto contenido de materia orgánica pueden favorecer un excesivo desarrollo vegetativo en perjuicio de su producción de semillas. En suelos ligeros se tienen producciones tempranas pero un poco reducidas. La gran resistencia a la sequía se debe a la formación de nódulos (asociación de bacterias de género *Rhizobium*) en el sistema radicular de las plantas, que fijan el nitrógeno del aire en el suelo y lo dejan disponible para la planta en la zona de absorción, a cambio de la energía (carbohidratos que la planta le proporciona, dándose de esta manera una simbiosis entre ambos organismos).

El nitrógeno de esta manera puede ser utilizado por el cultivo del siguiente ciclo (el mismo u otro) por otro cultivo cuando el frijol se cultiva en asociación. Cuando estas bacterias no existen en el suelo, porque no hayan existido leguminosas con anterioridad, es posible aplicarlas en la semilla en forma artificial (inoculación) antes de sembrarla en el terreno.

Estas bacterias se desarrollan óptimamente en pH ligeramente ácido y con temperaturas de 29 a 30° C. Con un pH mayor de 9.5 estas bacterias feneceen y se interrumpe la simbiosis por lo que el frijol se desarrolla en forma deprimente.

8.3. SORGO.

(Sorghum vulgare). Se emplea para alimentación humana y de animales, como materia prima en almidonería y en la industria alcoholera. La composición química del sorgo es la siguiente:

| CONCEPTO | GRANO | TALLOS Y HOJAS |
|---------------|-----------|----------------|
| Cenizas | 1.5 - 3 % | 8 - 12 % |
| Proteínas | 8 - 10% | 10 - 17 % |
| Carbohidratos | 70 - 75% | 45 - 50 % |

La masa verde contiene cianuros, pero al secarse este contenido se reduce. Las fases principales del cultivo son: germinación, formación de la 3a. hoja, ahijamiento, brote de panícula, floración, madurez (lechosa, cerosa y completa). La germinación tarda de 3 a 4

días en climas tropicales y de 6 a 7 en climas templados. La temperatura mínima de desarrollo es de 16 a 18° C., no obstante para la germinación se requiere cuando menos de 11 a 12° C. Con 14° C el poder germinativo aumenta en un 22% aproximadamente y con 21° C en un 55 a 60%.

La temperatura óptima es de 33 a 34° C. Es un cultivo muy resistente a la sequía, se desarrolla con menos de 750 mm. de precipitación anual. Pueden lograrse cosechas, aunque no óptimas, hasta con 400 mm. de precipitación bien distribuída. Consume alrededor de 290 kg. de agua para formar 1 kg. de materia seca. Crece en casi todo tipo de suelos y es poco resistente a la salinidad, con pH de 8 a 9. Su ciclo vegetativo es de 130 días y tiene una profundidad radicular de 100 cms.

8.4. TRIGO, CEBADA Y AVENA.

(*Triticum vulgare*, *Hordeum sativum*, *Avena sativa*). Son 3 importantes plantas de la familia de las gramíneas y son básicas tanto para la alimentación humana como para la alimentación animal.

El trigo es el principal ingrediente en la fabricación de pan. El gluten de este grano se emplea en la elaboración de levadura de alta calidad; la cebada se usa para alimento de animales y en la industria cervecera; la avena se usa como alimento humano y en la elaboración de alimentos concentrados para la alimentación animal.

Contienen estos granos mucho mayor cantidad de proteína que el maíz. El rastrojo del cultivo es utilizable de varias maneras, entre otras, para la elaboración de heno y ensilados.

El trigo, la cebada y la avena son cultivos anuales que disponen de variedades tanto de invierno como de primavera, estas últimas son las que pueden cultivarse en condiciones de temporal. El trigo es originario de Asia Occidental, la cebada de Africa o China y la avena de Europa.

Las fases principales de estos cultivos son: Amacollamiento, extensión del tallo, floración y maduración.

En condiciones normales, las semillas germinan entre los 5 y 10 días después de la siembra. Los días cortos en la germinación estimulan el amacollamiento.

Las variedades de invierno necesitan una vernalización para estimular el cambio de la fase vegetativa a la reproductiva, las variedades de primavera no requieren vernalización. El fotoperíodo también es importante para el cambio de fases, pues se necesitan días largos para poder florecer temprano.

Las temperaturas extremas durante el desarrollo de la planta bajan el contenido de proteína en el grano. Una alta humedad durante la formación de granos favorece la formación de estos con un alto contenido de almidón.

Una buena fertilización de nitrógeno (nitratos) propicia la producción de granos con alto contenido de proteínas con más razón si se presentan temperaturas altas y condiciones secas durante la formación del grano.

Debido a la gran diversidad de líneas, variedades y tipos existentes, es difícil precisar los requerimientos tanto de clima como de suelos. Algunos de los más importantes se dan a continuación. Los tres cultivos se practican principalmente en climas templados y secos o semisecos. Las temperaturas óptimas medias para el cultivo varían de 15 a 30° C.

| CULTIVO | MINIMA | OPTIMA | MAXIMA |
|---------|----------|------------|------------|
| Avena | 4 a 5° C | 25 a 31° C | 31 a 37° C |
| Cebada | 3 a 4° C | 28 a 40° C | 40 a 50° C |
| Trigo | 2 a 4° C | 25 a 31° C | 31 a 43° C |

Las semillas y las plántulas de variedades de invierno soportan las temperaturas mínimas; el trigo es el más resistente de los tres.

Con respecto a la humedad del suelo, la avena requiere más que el trigo y la cebada menos que éste; necesitan entre 400 a 1,300 mm. de precipitación al año. La alta humedad atmosférica y las temperaturas altas propician la aparición de plagas en el cultivo. La luz no es un factor limitante. Los vientos fuertes producen el acame de las plantas, por lo que deben implantarse variedades de bajo porte.

Cuando la temperatura baja hasta 5° C, se pueden cultivar cereales de invierno y cuando no baja de 10° C, se siembran cereales de primavera, aunque la avena de invierno puede todavía ser sembrada.

En general la cebada resiste mejor las altas temperaturas, mientras que la avena rinde menos en estas condiciones. Los cereales de primavera requieren cerca de 600 mm. de agua y los de invierno aproximadamente 800 mm.

Las plantas necesitan agua durante la germinación y luego mayor cantidad durante la formación del embuche, el período de floración y la primera etapa de maduración de grano. En la segunda etapa de maduración y durante la cosecha la precipitación debe ser mínima.

Es mejor sembrar trigo en suelos pesados y cebada en suelos arenosos; la avena rinde más en suelos de estructura limosa (granular).

En suelos con pH de 5 a 7, los cereales crecen bien, pero la cebada rinde mejor en suelos con menor acidez y todos bajan el rendimiento en suelos con pH menor de 5. En suelos con pH entre 7 y 8.5 puede cultivarse trigo y cebada pero no avena. En los tres cultivos la profundidad de tierra cultivable no debe ser menor de 30 cm. y con buen contenido de materia orgánica.

En la época de crecimiento y floración, los cereales requieren un período con días largos, es decir, más de 12 horas con luz. Cuando la duración del día no es suficiente para la floración, ésta se retardará o no se dará. Sin embargo, algunas variedades son relativamente insensibles a la duración del día. La duración del ciclo del cultivo es de 3 a 6 meses.

8.5. EL SISTEMA AGROCLIMATOLOGICO DE PAPADAKIS Y LOS CULTIVOS DE MAIZ, FRIJOL, SORGO, TRIGO, AVENA Y CEBADA.

El sistema agroclimatológico de J. Papadakis parte de la base de que los cultivos de un lugar determinado tienen posibilidad de prosperar bajo condiciones de clima favorables y que la cantidad y calidad del producto que suministran las plantas, depende principalmente:

- a) del rigor o suavidad del invierno, que permite o no que sobrevivan las plantas a las heladas invernales y que los vegetales acumulen las horas de frío (7°C) que requieran.
- b) la intensidad y duración del verano, que permite o no una adecuada maduración de los frutos.
- c) la distribución de las precipitaciones en el curso del año, el ciclo vegetativo de las plantas y que, al mismo tiempo, no favorezca la aparición de plagas, no dificulte los trabajos agrícolas y no afecte la calidad de la cosecha.

El rigor del invierno se indica por la letra fría de la fórmula climática, es decir, la letra térmica del mes más frío.

Inviernos "F" los aguanta la avena, pero no los cítricos; inviernos JKL los soportan bien los cítricos, el lino, la arveja, el trébol alejandrino, las hortalizas, la caña de azúcar; los inviernos m N O son casi exentos de heladas, se cultivan con poco riesgo de heladas la caña de azúcar, la banana, hortalizas y la papa.

La intensidad y duración del verano se define en base al número y letra térmica, así cuando el número térmico es 4 querrá decir que se puede cultivar trigo. La cebada y la papa pueden cultivarse con 3 y 2; el maíz 6 y el algodón 8.

En la tabla I se concentran los intervalos y límites que guardan las temperaturas que definen el número térmico, T, t, t', en donde T, es el promedio de las temperaturas máximas de cada mes en un período considerado de años de observación, es decir T, es el índice de las temperaturas del día; t, es el promedio de las temperaturas mínimas mensuales durante varios años y t', equivale a las temperaturas mínimas absolutas mensuales registradas también durante un período de años de observación, de este modo si se definen las fechas de la primera y última helada así como su duración, se pueden determinar con toda precisión los períodos; totalmente libre de heladas ($t' > 7^{\circ} \text{C}$); razonablemente libre de heladas ($t' = 2 - 7^{\circ} \text{C}$) y libre de fuertes heladas ($t' = 0 - 2^{\circ} \text{C}$).

La fórmula térmica queda integrada por dos letras que representan el clima térmico mensual del mes más frío y más cálido respectivamente separadas por un número térmico que indica la posibilidad de los cultivos según el calor del verano y la duración del período libre de heladas, así la fórmula térmica o8Z; es decir "o" representa el mes más frío que generalmente sigue al solsticio de invierno (21 de diciembre), "Z", es el mes más cálido que sigue al solsticio de verano (21 de junio) y "8", es el número térmico. Sin embargo, en regiones de baja latitud el mes más cálido se presenta antes del solsticio de verano o en el mes de este solsticio, para indicar lo anterior se escribe primero el número térmico. Por ejemplo, 8oZ. Asimismo, cuando el mes más frío ocurre durante el verano u otoño (junio a noviembre), en este caso se escribe primero la letra térmica del mes más cálido 8Zo.

Con relación a la distribución de la humedad durante el año, ésta se define con la letra que indican que durante los meses áridos (a) y secos (s) no hay prácticamente crecimiento vegetal, o este es mínimo. En cambio, en los meses i, y, p, h, w es decir intermedio seco, intermedio húmedo, post-húmedo, húmedo y mojado respectivamente, hay crecimiento si las temperaturas lo permiten. Por lo anterior, el número de meses no secos es importante y Papadakis lo denomina número hídrico, varía del 1 al 12 y se incluye en la fórmula hídrica; sin embargo, cuando excede a 9 tiene poca importancia porque dificulta las labores agrícolas, especialmente la cosecha; por tanto no se incluye en la fórmula hídrica, en este caso se indica sólo el número de meses más secos y para evitar confusiones, dicho número se coloca al final de la fórmula hídrica, mientras que el número hídrico siempre se sitúa en primer o segundo lugar.

El régimen hídrico se indica por la posición de la letra más seca y más húmeda. Si el mes húmedo es más frío que el más seco, se escribe primero la letra húmeda; si el mes seco es más frío que el mes húmedo, se escribe primero la letra del mes seco. La fórmula hídrica de los climas mediterráneos empieza siempre por la letra húmeda y la fórmula de los monzónicos por la letra seca.

Para distinguir los climas semiáridos (mediterráneos o monzónicos) de los no semiáridos, se reemplaza la letra del mes árido (a) por "d" y del mes seco (s) por "t".

Los climas monzónicos secos mediterráneos secos y estépico tiene el excedente estacional de lluvia "Ln" inferior a 25% de la evapotranspiración potencial (EPT). Muchos de tales climas no tienen ningún mes mojado (w); pero cuando lo tienen se reemplaza por "V", de

manera que estos climas se distinguen de los lluviosos que siempre tienen meses (w) (MO, ME, HU, Hu).

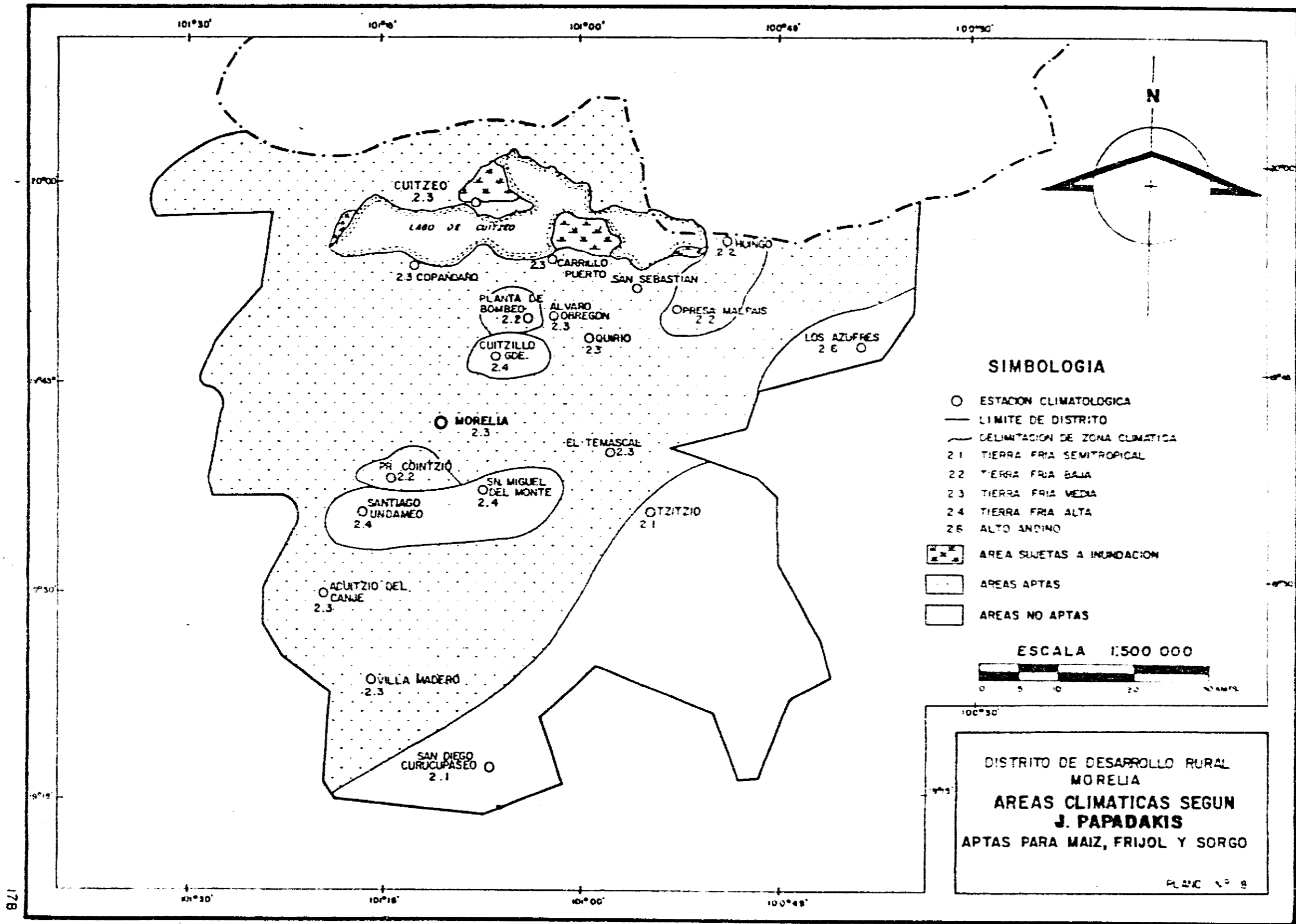
Finalmente, los climas desérticos tienen en general todos los meses secos, por lo que la fórmula hídrica debería de ser sOa, aOs y aOa, pero se reemplaza O y "a" por "d" y entonces la fórmula "sdd" para los mediterráneos, "dds" para los monzónicos y "ddd" para los absolutos; en los climas isohigros se suprime la "d" y entonces la fórmula es "dd", para distinguirlos de los anteriores.

Con base en lo anterior se agruparon en el cuadro 22 las estaciones que de acuerdo a las características climáticas según Papadakis resulta con potencial agrícola apto para maíz, frijol y sorgo en dicho cuadro se observa que 10 estaciones aparecen con un grupo climático 2.3, es decir, tierra fría media y sólo 4 tienen un grupo climático 2.2. Tierra fría baja y no hay estaciones que posean condiciones de clima aptas para el sorgo; asimismo, en el plano número 18 se localizan con achure punteado las áreas aptas para cultivos de maíz, frijol y sorgo que abarcan toda la porción centro, norte, oeste, casi toda la este y sur, excepto el área donde se ubican las estaciones de Undameo, San Miguel del Monte, San Diego Curucupaseo, Tzitzio, Los Azufres y Cuitzillo Grande no reúnen condiciones de clima aptas para los cultivos mencionados.

CUADRO NUM. 22
RESUMEN CLIMATICO SEGUN PAPADAKIS
CON POTENCIAL APTO PARA
MAIZ, FRIJOL Y SORGO

| ESTACION | TEMPERATURA MEDIA ANUAL °C | PRECIPITACION MEDIA ANUAL EN mm | FECHA DE ULTIMA Y PRIMERA HELADA Y DURACION PROBABLE DEL PERIODO LIBRE DE HELADAS T > 2°C | | | CALOR DEL VERANO, TEMPERATURA MAXIMA MEDIA EN °C DE LOS 6, 4 Y 2 MESES MAS CALIDOS | | | CLIMA SEGUN PAPADAKIS | | |
|-------------------|----------------------------------|---------------------------------------|---|-------------------|---------------------|--|------|------|-----------------------|----------------------|---------|
| | | | ULTIMA HELADA | PRIMERA HELADA | DURACION (MESES) | 6 | 4 | 2 | GRUPO CLIMATICO | FORMULA CLIMATICA | |
| | | | | | | | | | | | |
| HUINGO | 17.7 | 717.8 | 13 ABRIL | 30 SEPTIEMBRE | 5.3 | 30.5 | 30.6 | 32.7 | 2.2 | TIERRA FRIA BAJA | 8F0d4h |
| PLANTA DE BOMBEO | 17.0 | 768.9 | 1º ABRIL | 10 NOVIEMBRE | 7.3 | 29.6 | 29.8 | 32.1 | 2.2 | TIERRA FRIA BAJA | 80d4h |
| PRESA COINTZIO | 17.4 | 815.5 | 1º MARZO | 20 NOVIEMBRE | 8.6 | 30.3 | 30.6 | 31.9 | 2.2 | TIERRA FRIA BAJA | 8F0d5P |
| PRESA MALPAIS | 17.3 | 763.0 | 12 ABRIL | 5 OCTUBRE | 5.7 | 30.1 | 30.4 | 32.4 | 2.2 | TIERRA FRIA BAJA | 8FLd4h |
| ACUITZIO DE CANJE | 17.4 | 989.0 | 1º ABRIL | 22 OCTUBRE | 6.7 | 30.3 | 30.3 | 32.3 | 2.3 | TIERRA FRIA MEDIA | 6JLd6h |
| ALVARO OBREGON | 18.4 | 654.3 | 18 MARZO | 10 NOVIEMBRE | 7.7 | 31.0 | 31.4 | 34.2 | 2.3 | TIERRA FRIA MEDIA | 6F0d4ay |
| CARRILLO PUERTO | 16.7 | 677.2 | 18 MARZO | 22 SEPTIEMBRE | 5.5 | 27.6 | 27.8 | 29.9 | 2.3 | TIERRA FRIA MEDIA | 7J0d5w |
| CUITZEO | 18.1 | 676.9 | 6 ABRIL | 20 OCTUBRE | 6.5 | 31.0 | 31.6 | 32.7 | 2.3 | TIERRA FRIA MEDIA | 6F0d4y |
| CHUCANDIRO | 17.5 | 899.1 | 0 < t < 2 | | 12.0 | 29.6 | 32.4 | 33.4 | 2.3 | TIERRA FRIA MEDIA | 8JNd4h |
| EL TEMASCAL | 17.3 | 1409.3 | 28 ENERO | 25 DICIEMBRE | 10.8 | 27.7 | 27.8 | 30.3 | 2.3 | TIERRA FRIA MEDIA | 6N0d6w |
| MORELIA | 17.7 | 771.7 | 8 MARZO | 10 NOVIEMBRE | 7.5 | 27.1 | 27.9 | 29.7 | 2.3 | TIERRA FRIA MEDIA | 7mVd5h |
| QUIRIDO | 17.8 | 784.8 | 15 MARZO | 31 OCTUBRE | 7.5 | 29.9 | 30.0 | 32.3 | 2.3 | TIERRA FRIA MEDIA | 6M0d4h |
| SAN SEBASTIAN | 17.0 | 661.1 | 1º ABRIL | 18 SEPTIEMBRE | 5.6 | 26.8 | 26.2 | 30.8 | 2.3 | TIERRA FRIA MEDIA | 7F0d4h |
| VILLA MADERO | 16.5 | 1308.3 | 15 JUNIO | 31 NOVIEMBRE | 6.5 | 27.9 | 27.9 | 29.8 | 2.3 | TIERRA FRIA MEDIA | 6F0d5w |

178



178

Con el mismo criterio en el cuadro número 23 se agruparon las estaciones con potencial agrícola apto para los cultivos de trigo, avena y cebada. Aquí se aprecia que la mayoría de las estaciones tienen el grupo climático 2.3 es decir tierra fría media, cuatro de ellos corresponden al grupo 2.4 tierra fría alta y sólo dos aparecen con 2.1, tierra fría semitropical. En el plano número 19 se representan también con achure punteado las áreas aptas para los cultivos de trigo, avena y cebada; sin embargo, se desarrolla mejor el trigo, la avena prospera, en condiciones ideales, en grupos de climas Marítimo frío-Subalpino (7.3), Continental Semi-Cálido (8.2) y Estepa Polar (9.5); y la Cebada crece bien en climas Tropical con invierno fresco (1.9) Subandino (2.7); Mediterráneo Subtropical (6.1), Marítimo frío Subalpino (7.3), Continental Cálido (8.1) y Estepa Cálida (9.1). Como se aprecia, en general, casi toda la superficie es apta para dichos cultivos excepto en muy pequeñas porciones que aparecen con grupo climático 2.2 y 2.6, tierra fría baja y andino alto respectivamente, no reúnen condiciones de clima favorable para los cultivos mencionados.

En el cuadro número 24 se encuentra un resumen de los cultivos principales de la región, en los ciclos otoño-invierno, primavera-verano y el ciclo anual donde se asienta la superficie sembrada, cosechada así como su rendimiento y producción en toneladas por hectárea, tanto para riego como temporal; aquí se aprecia que los cultivos con mayor producción en el ciclo otoño-invierno son avena, cebada y trigo; mientras que en el ciclo primavera-verano los cultivos que registran una mejor producción son maíz, frijol y sorgo. Asimismo, se observa que los cultivos de maíz y sorgo no son susceptibles de sembrarse en el ciclo otoño-invierno, lo mismo ocurre con la avena, cebada y trigo durante el ciclo primavera-verano.

CUADRO NUM. 23
RESUMEN CLIMATICO SEGUN PAPADAKIS
CON POTENCIAL APTO PARA
TRIGO, AVENA Y CEBADA

| ESTACION | TEMPERATURA MEDIA ANUAL °C | PRECIPITACION MEDIA ANUAL EN mm | FECHA DE ULTIMA Y PRIMERA HELADA Y DURACION PROBABLE DEL PERIODO LIBRE DE HELADAS $t > 2^{\circ}\text{C}$ | | | CALOR DEL VERANO, TEMPERATURA MAXIMA MEDIA EN °C DE LOS 6, 4 Y 2 MESES MAS CALIDOS | | | CLIMA SEGUN PAPADAKIS | |
|----------------------|----------------------------------|---------------------------------------|---|-------------------|---------------------|--|--------------|------|------------------------------|----------------------|
| | | | ULTIMA HELADA | PRIMERA HELADA | DURACION (MESES) | 6 | 4 | 2 | GRUPO CLIMATICO | FORMULA CLIMATICA |
| | | | SAN DIEGO CURUCUPASEO | 25.3 | 1130.6 | 20 FEBRERO | 31 DICIEMBRE | 10.3 | 36.7 | 36.8 |
| TZITZIO | 21.0 | 1205.5 | 28 ENERO | 31 DICIEMBRE | 11.1 | 32.6 | 32.5 | 34.4 | 2.1 TIERRA FRIA SEMITROPICAL | 80Wd5h |
| ACUITZIO DE CANJE | 17.4 | 989.0 | 1º ABRIL | 22 OCTUBRE | 6.7 | 30.3 | 30.3 | 32.3 | 2.3 TIERRA FRIA MEDIA | 6JLd6h |
| ALVARO OBREGON | 18.4 | 654.3 | 18 MARZO | 10 NOVIEMBRE | 7.7 | 31.0 | 31.4 | 34.2 | 2.3 TIERRA FRIA MEDIA | 6F04ay |
| CARRILLO PUERTO | 16.7 | 677.2 | 18 MARZO | 22 SEPTIEMBRE | 5.6 | 27.6 | 27.8 | 29.9 | 2.3 TIERRA FRIA MEDIA | 7J0d5w |
| CUITZEO | 18.1 | 676.9 | 6 ABRIL | 20 OCTUBRE | 6.5 | 31.0 | 31.6 | 32.7 | 2.3 TIERRA FRIA MEDIA | 6F0d4y |
| CHUCANDIRO | 17.5 | 899.1 | $0 > t < 2$ | | 12.0 | 29.6 | 32.4 | 33.4 | 2.3 TIERRA FRIA MEDIA | 8NNd4h |
| EL TEMASCAL | 17.3 | 1409.3 | 28 ENERO | 25 DICIEMBRE | 10.8 | 27.7 | 27.8 | 30.3 | 2.3 TIERRA FRIA MEDIA | 6NO d 6w |
| MORELIA | 17.7 | 771.7 | 8 MARZO | 10 NOVIEMBRE | 7.5 | 27.1 | 27.9 | 29.7 | 2.3 TIERRA FRIA MEDIA | 7mVd5h |
| QUIRIO | 17.8 | 784.8 | 15 MARZO | 31 OCTUBRE | 7.5 | 29.9 | 30.0 | 32.3 | 2.3 TIERRA FRIA MEDIA | 6MOd4h |
| SAN SEBASTIAN | 17.0 | 661.1 | 1º ABRIL | 18 SEPTIEMBRE | 5.6 | 26.8 | 26.2 | 30.8 | 2.3 TIERRA FRIA MEDIA | 7F0d4h |
| VILLA MADERO | 16.5 | 1308.3 | 15 JUNIO | 31 DICIEMBRE | 6.5 | 27.9 | 27.9 | 29.8 | 2.3 TIERRA FRIA MEDIA | 6K0d5w |
| COPANDARO | 15.5 | 821.0 | 15 ABRIL | 18 SEPTIEMBRE | 4.7 | 27.7 | 27.7 | 30.2 | 2.4 TIERRA FRIA ALTA | 4F0d5h |
| CUITZILLO GRANDE | 17.0 | 653.6 | 15 MARZO | 30 SEPTIEMBRE | 6.5 | 29.0 | 29.2 | 31.2 | 2.4 TIERRA FRIA ALTA | 4F04dh |
| SAN MIGUEL DEL MONTE | 15.8 | 1126.7 | 18 ABRIL | 30 SEPTIEMBRE | 5.2 | 27.9 | 28.0 | 29.9 | 2.4 TIERRA FRIA ALTA | 4JLd4v |
| SANTIAGO UNDAMEO | 15.7 | 888.3 | 22 ABRIL | 10 OCTUBRE | 5.6 | 27.9 | 27.9 | 30.2 | 2.4 TIERRA FRIA ALTA | 4F0d5h |

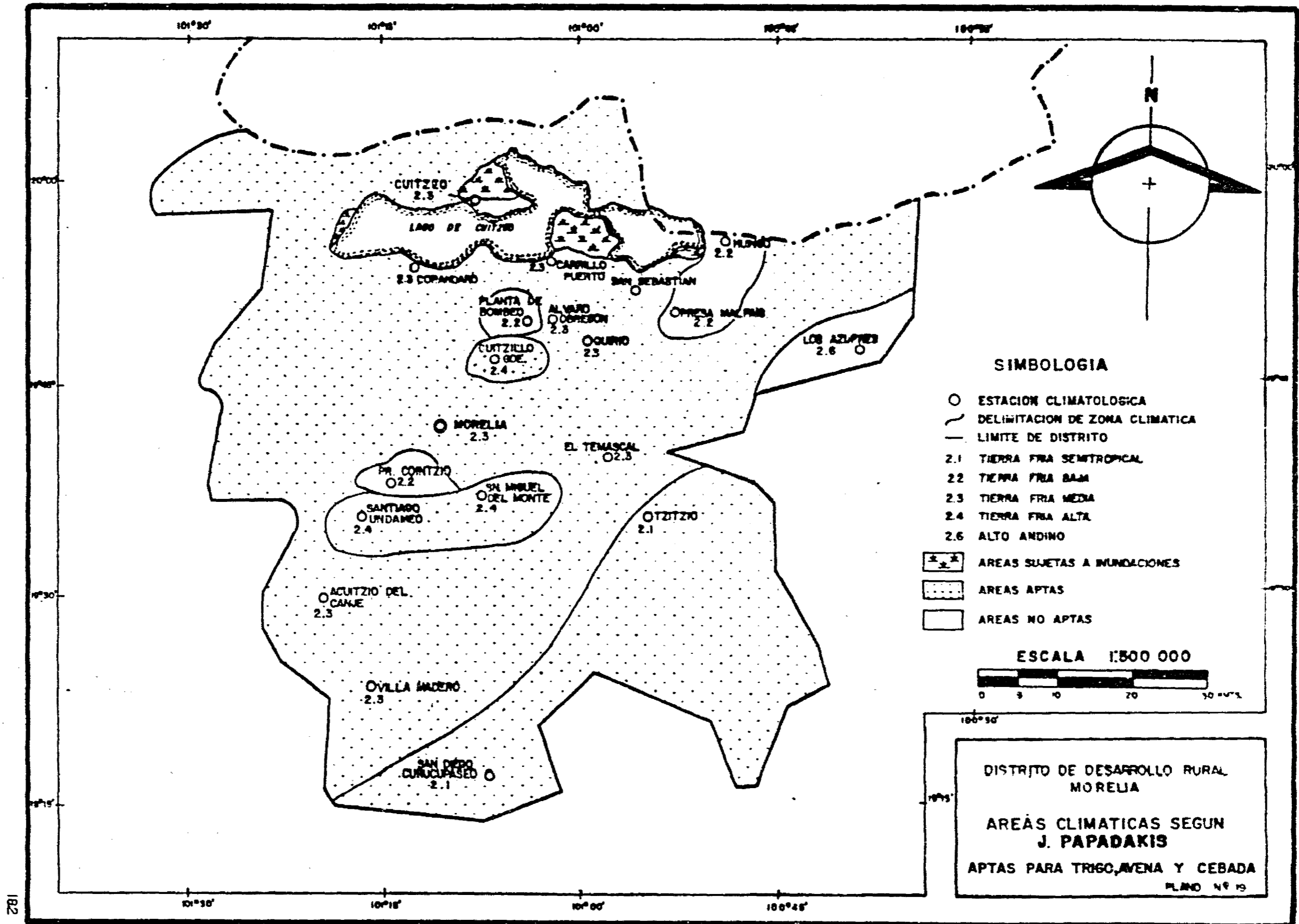
CUADRO NUM. 24
CICLO OTONO INVIERNO

| CULTIVOS | SUPERFICIE SEMBRADA (HAS.) | | | SUPERFICIE COSECHADA (HAS.) | | | RENDIMIENTO (TON./HAS.) | | | PRODUCCION (TON.) | | |
|------------------|-------------------------------|----------|-------|--------------------------------|----------|-------|----------------------------|----------|-------|----------------------|----------|-------|
| | RIEGO | TEMPORAL | TOTAL | RIEGO | TEMPORAL | TOTAL | RIEGO | TEMPORAL | TOTAL | RIEGO | TEMPORAL | TOTAL |
| AVENA FORRAJERA | 533 | 178 | 711 | 533 | 168 | 701 | 14.0 | 9.2 | 12.9 | 7477 | 1542 | 9019 |
| CEBADA GRANO | 168 | — | 168 | 168 | — | 168 | 2.7 | — | 2.7 | 456 | — | 456 |
| CEBADA FORRAJERA | 123 | — | 123 | 123 | — | 123 | 12.0 | — | 12.0 | 1482 | — | 1482 |
| FRIJOL | 2 | — | 2 | 2 | — | 2 | 1.0 | — | 1.0 | 2 | — | 2 |
| TRIGO | 4318 | 4 | 4322 | 4093 | — | 4093 | 3.2 | — | 3.2 | 12948 | — | 12948 |
| TRIGO FORRAJERO | 127 | — | 127 | 127 | — | 127 | 3.5 | — | 3.5 | 441 | — | 441 |

CICLO PRIMAVERA VERANO

| CULTIVOS | SUPERFICIE SEMBRADA (HAS.) | | | SUPERFICIE COSECHADA (HAS.) | | | RENDIMIENTO (TON./HAS.) | | | PRODUCCION (TON.) | | |
|------------------|-------------------------------|----------|-------|--------------------------------|----------|-------|----------------------------|----------|-------|----------------------|----------|--------|
| | RIEGO | TEMPORAL | TOTAL | RIEGO | TEMPORAL | TOTAL | RIEGO | TEMPORAL | TOTAL | RIEGO | TEMPORAL | TOTAL |
| AVENA FORRAJERA | — | 216 | 216 | — | 216 | 216 | — | 9.6 | 9.6 | — | 2067 | 2067 |
| CEBADA EN GRANO | 3 | — | 3 | 3 | — | 3 | 11.0 | — | 11.0 | 33 | — | 33 |
| FRIJOL | 41 | 3585 | 3626 | 41 | 3493 | 3534 | 1.0 | 0.4 | 0.4 | 41 | 1396 | 1437 |
| FRIJOL FORRAJERO | 2 | — | 2 | 2 | — | 2 | 1.0 | — | 1.0 | 2 | — | 2 |
| MAIZ | 17967 | 63927 | 77944 | 13971 | 59208 | 73079 | 3.3 | 1.0 | 1.4 | 45358 | 56276 | 101634 |
| MAIZ FORRAJERO | 26 | — | 26 | 26 | — | 26 | 30.0 | — | 30.0 | 780 | — | 780 |
| CEBADA EN GRANO | 7520 | 3236 | 10756 | 7516 | 3135 | 10651 | 7.7 | 2.5 | 6.1 | 57474 | 7902 | 65376 |
| TRIGO | — | 612 | 612 | — | 612 | 612 | — | 3.5 | 3.5 | — | 2142 | 2142 |

182



De lo anterior se infiere que el ciclo primavera-verano favorece el desarrollo de los cultivos de maíz, sorgo y frijol, mientras que en el ciclo otoño-invierno crecen bien el trigo, avena y cebada, asimismo en el cuadro 25 se observa que en el ciclo anual dichos cultivos no sólo aparecen con la mayor superficie cosechada, sino con los más altos rendimientos y producción en toneladas por hectárea.

CUADRO NUM. 25
CICLO ANUAL

184

| CULTIVOS | SUPERFICIE SEMBRADA (HAS.) | | | SUPERFICIE COSECHADA (HAS.) | | | RENDIMIENTO (TON/HAS.) | | | PRODUCCION (TON.) | | |
|------------------|-------------------------------|----------|-------|--------------------------------|----------|-------|---------------------------|----------|-------|----------------------|----------|--------|
| | RIEGO | TEMPORAL | TOTAL | RIEGO | TEMPORAL | TOTAL | RIEGO | TEMPORAL | TOTAL | RIEGO | TEMPORAL | TOTAL |
| AVENA FORRAJERA | 533 | 394 | 927 | 533 | 384 | 917 | 14.0 | 9.4 | 12.1 | 7477 | 3609 | 11086 |
| CEBADA EN GRANO | 171 | — | 171 | 171 | — | 171 | 2.9 | — | 2.9 | 489 | — | 489 |
| CEBADA FORRAJERA | 123 | — | 123 | 123 | — | 123 | 12.1 | — | 12.1 | 1482 | — | 1482 |
| FRIJOL | 43 | 3585 | 3628 | 43 | 3493 | 3536 | 1.0 | 0.4 | 0.4 | 43 | 1396 | 1439 |
| FRIJOL FORRAJERO | 2 | — | 2 | 2 | — | 2 | 1.0 | — | 1.0 | 2 | — | 2 |
| MAIZ | 13967 | 63977 | 77944 | 18871 | 59208 | 73079 | 3.3 | 1.0 | 1.4 | 45358 | 56276 | 101634 |
| MAIZ FORRAJERO | 26 | — | 26 | 26 | — | 26 | 30.0 | — | 30.0 | 780 | — | 780 |
| SORGO EN GRANO | 7520 | 3236 | 10756 | 7516 | 3135 | 10651 | 7.7 | 2.5 | 6.1 | 57474 | 7902 | 65376 |
| TRIGO | 4318 | 827 | 5145 | 4093 | 612 | 4705 | 3.2 | 3.5 | 3.2 | 12948 | 2142 | 15090 |
| TRIGO FORRAJERO | 127 | — | 127 | 127 | — | 127 | 3.5 | — | 3.5 | 441 | — | 441 |

9. CONSIDERACIONES FINALES

Dentro de las conclusiones, recomendaciones y aportaciones del presente estudio se tienen las siguientes:

Todos los sistemas de clasificación climatológica y/o agroclimatológica requieren de períodos prolongados de observación meteorológica, medidos en los propios distritos de temporal o bien en las unidades de desarrollo rural.

Este estudio deja de manifiesto que a pesar de que el Distrito de Desarrollo Rural de Morelia cuenta con una densidad media de estaciones meteorológicas superior al valor mínimo establecido por la Organización Meteorológica Mundial, es necesario implantar un número mayor de estaciones por los siguientes motivos: la distribución de las estaciones es deficiente; la mayoría de estas estaciones son de tipo ordinario y únicamente el Observatorio de Morelia cuenta con instrumentos útiles de agroclimatología y; los rasgos de densidad de estaciones que maneja la Organización Meteorológica Mundial es para áreas montañosas y planas y el Distrito de Desarrollo de Morelia corresponde a una zona de clima y relieve variado.

Por lo anterior se propone complementar la red de estaciones meteorológicas existentes por unidad de desarrollo rural; de esta manera se sugiere el establecimiento de las estaciones: Villa Morelos, Jerécuaro, El Tafetán y La Estancia. También se propone mejorar el nivel de observación en algunos instrumentos en la mayoría de las estaciones operantes, tales como: heliógrafo, higrómetro y pluviógrafo, que permiten registrar en forma continua

el número de horas de brillo solar, humedad relativa, temperatura e intensidad de la precipitación, elementos acuosos y térmicos fundamentales en la determinación de las características climatológicas de cada zona en particular.

De las comparaciones entre los grupos climáticos según Papadakis con los principales cultivos de la zona de estudio se infiere lo siguiente: Aunque el maíz y frijol se cultivan en una gama muy amplia de climas, en la zona de estudio se reduce sólo a dos grupos climáticos 2.3 y 2.2 Tierra fría media y Tierra fría baja respectivamente, no existen grupos de climas apropiados para el sorgo; sin embargo, debido a que este cultivo no es exigente, crece bien en climas similares con poca Variación 1.3 Sabana Marítima, 4.2 Subtropical Continental, 5.1 Pampeano típico, 9.1 Estepa Cálida.

Con relación al trigo, avena y cebada, el primero igual que el maíz y frijol se cultiva en una amplia gama de grupos climáticos 4.3; empero, sólo coincide con tres de ellos 2.1, 2.3 y 2.4, es decir, Tierra fría Semitropical, Tierra fría media y Tierra fría alta respectivamente. En cuanto a la avena, prospera en condiciones ideales, en grupos de clima Marítimo frío-Subalpino (7.3), Continental Semi-Cálido (8.2) y Estepa polar (9.5) y la cebada crece bien en climas Tropical con invierno fresco (1.9), Subandino (2.7), Mediterráneo Subtropical (6.1), Marítimo frío Subalpino (7.3), Continental Cálido (8.1), Estepa Cálida (9.1); es decir, que los grupos climáticos según Papadakis, de la avena y cebada no coinciden con los prevalecientes en la zona de estudio. Sin embargo, si se toma como base el clima, se sabe comparativamente que donde se cultiva el trigo debe también crecer bien la avena y la cebada, en virtud de que ambos poseen un amplio poder de adaptación.

Con base en la exposición anterior, en general, se concluye que el Sistema Climatológico de Papadakis sí funciona, en el Distrito de Desarrollo Rural de Morelia, Mich., area de estudio, pues el método permite estudiar la variación de los climas mensuales en donde se resumen por década, es decir, cada una de las tres décadas de cada mes de cada año, las características térmicas e hídricas definen el clima prevaleciente; lo anterior permite dar una idea más precisa de su variabilidad.

Hasta ahora ningún sistema de clasificación agroclimatológico es perfecto, todos tienen limitaciones no existe un modelo único, es decir, los límites entre los tipos climáticos no son líneas tan específicas como los dibujados en un mapa, la mayoría son sólo aproximaciones basadas en los valores medios, la variabilidad de un año a otro es grande en algunos climas y pequeña en otros. Sin embargo, el método de Papadakis parece ser el más completo, por ello se propone ampliar su uso en forma experimental en el resto del Territorio Nacional, con el propósito de extender no sólo el conocimiento de los diferentes grupos climáticos prevalecientes, sino la relación, adaptación y distribución Geográfica de los principales cultivos.

El sistema de clasificación climática de Papadakis ofrece varias ventajas: a diferencia de los sistemas de Koeppen y Thornthwaite, tratados en este trabajo, su enfoque es agroclimatológico; puede servir de base en la delimitación de zonas aptas para diferentes cultivos; introduce el concepto de clima mensual, la descripción de subgrupos climáticos y sus potenciales máximas y mínimas promedio y extremas para definir las características térmicas de los meses, lo cual es más representativo y realista que la simple utilización de valores medios; se definen las características hídricas para cada clima mensual; y se precisan los cultivos aptos para cada tipo climático considerados.

BIBLIOGRAFÍAS

Aguilera, Mauricio 1980. "Relaciones: Agua, Suelo, Plantas, Atmósfera". Universidad Autónoma de Chapingo. México.

Almonza, R. y López, S. 1975. "Radiación Solar Global de la República Mexicana Mediante Datos de Insolación". Publicación Número 357 del Instituto de Ingeniería, Universidad Nacional de México. Mexico, D.F.

Blaney, H. I. y W. D. Criddle 1959. "Determining Water Requirements in Irrigated Areas from Climatological and Irrigation Data". U. S. D. A. Soil Cons. Serv. tp 96.

Campos Aranda Daniel, 1983. "Clasificación Agroclimatológica de J. Papadakis". (Normas y Metodología de Aplicación). Facultad de Ingeniería. Universidad Autónoma de Ingeniería. Universidad Autónoma de San Luis Potosí. México.

Correa Pérez Genaro, 1974. Geografía Física del Estado de Michoacán. Tomo I. Editorial Eddisa. México, D.F.

Correa Pérez Genaro, 1978. Atlas Geográfico del Estado de Michoacán. Editorial Eddisa. México, D.F.

Da Monta, F. S., 1979. "Metodología Agrícola" Cuarta Edición. Librería Nobel. Sao Paulo, Brasil.

De Fina, Armando L. 1950. "Sistema Práctico para Dividir los Países en Distritos Agroclimatológicos". Revista de Investigaciones Agrícolas. Tomo IV, No. 4. Buenos Aires Argentina.

Doorenbos, J., and A. H. Kassam, 1979. "Efectos del Agua sobre el Rendimiento de los Cultivos". Estudio FAO: Riego y Drenaje, 33. Roma, Italia.

Doorenbos, J., y W. O. Pruitt, 1977. "Las Necesidades de Agua de los Cultivos". Organización de la Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación. Roma, Italia.

Eternod Aguilar, Alicia, 1983. "Influencia de los Factores Naturales en la Distribución de la Vegetación en el Centro-Este de Querétaro". (Tesis Maestría). México, D. F.. Facultad de Filosofía y Letras , U. N.A. M.

Fao 1980. "Pronóstico de Cosecha Basados en Datos Agrometeorológicos". Roma, Italia, FAO-ONU.

Frére, M., J. Q., Riks y J. Rea 1975. "Estudio Agroclimatológicos de la Zona Andina". (Informe Técnico). Proyecto Inter-Institucional FAO/UNESCO/OMM en agroclimatología. Roma, Italia.

García B., J. 1979. "Estructura Metodológica para la Caracterización Agrológica de Areas por Procedimientos Cuantitativos de Análisis y su Posterior Zonificación". Tesis de Grado Doctoral en Ciencias. Colegio de Postgraduados. Chapingo, México.

García Benavides, J. y Soto Negrín, E. 1977. "Zonificación de Cultivos, Relacionados entre Rendimiento y Variables Climáticas Simples, Modelos de Predicción". Revista de la Facultad de Agronomía. Caracas Venezuela.

García B., J; ET-AL. 1978. "Estimación de las Probabilidades de Exito de una Recomendación de Fertilizantes en Función de la variabilidad Climática". Colegio de Postgraduados, Chapingo, México.

García Enriqueta ET-AL. 1983. "Las Gráficas Orbrotérmicas de los regímenes Pluviométricos en la República Mexicana". Memoria del IX Congreso Nacional de Geografía. Tomo I. Sociedad Mexicana de Geografía y Estadística. Guadalajara, Jal.

García Enriqueta ET-AL. 1983. "Las Regiones Climáticas de México". Memoria del IX Congreso Nacional de Geografía y Estadística. Guadalajara, Jal.

García Enriqueta, 1987. "Modificaciones al Sistema de Clasificación Climática de Koeppen". (Para Adaptarlo a las Condiciones de la República Mexicana). México, D. F.

Gates, David M., "Man and Environment Climate", The University of Michigan, Nueva York, 1972.

Gómez Rojas, J. C. y Morales Manila, L. M. 1894. "Algunas Consideraciones Acerca del Concepto de Horas Frío. Alternativas en su Estudio". Anuario de Geografía. Volumen XXIV. Colegio de Geografía. U. N. A. M.

Gómez Rojas, J.C. 1981. "El Método Climático De Fina en su Aplicación a la Agricultura de Aguascalientes". México D. F. Facultad de Filosofía y Letras. U. N. A. M.

Grassi Cantero, B. A., 1983. "Riesgo de Primeras y Ultimas Heladas en Puebla y Tlaxcala, Respecto a los Cultivos Básicos". Tesis de Maestría en Ciencias. Colegio de Postgraduados. Chapingo, México.

Guyón Gasten, "Sobre el Concepto de Geografía Agrícola". Geografía Agrícola. Número 1. Universidad Autónoma de Chapingo, México, 1981.

Hargreaves, G. H. 1971. "Precipitation Dependability and Potencial for Agricultural Production in Northeast Brazil". Publication No. 74-0-159. Embrapa and Utah University.

Hargreaves, G. H. 1981. "Manual para la Programación de Riegos a partir de Datos Climáticos Limitados". Centro Internacional de Riego, Utah State University. Logan, Utah.

Hinojosa Cuellar, Gustavo A. "Fenología". Boletín Técnico No. 3, Departamento de Irrigación, Universidad Autónoma de Chapingo, México, 1981.

Instituto Nacional de Estadística Geografía e Informática 1985. Síntesis Geográfica del Estado de Michoacán, México, D.F.

Jáuregui O., Ernesto 1969. "Algunos Conceptos Modernos sobre Circulación General de la Atmósfera". Boletín del Instituto de Geografía. Volumen II. U. N. A. M.

Jiménez López, J. 1971. "Instructivo para la Determinación del Tipo de Clima de Acuerdo al Segundo Sistema de Thorntwaite". Dirección de Agrología, S. A. R. H. México, D. F.

L. De Fina y Ravelos Andrés C. 1973. "Climatología y Fenología Agrícola". Editorial Universitaria de Buenos Aires. Buenos Aires Argentina.

López Recéndez, ET-AL. 1973. "Estudio Geomorfológico de la Cuenca del Río La Laja". Dirección General de Uso de Agua y Prevención de la Contaminación. S. A. R. H. México, D. F.

Maderey, L. E. 1982. "Geografía de la Atmósfera". Colegio de Geografía, Universidad Nacional de México. México, D. F.

Mosiño, A. P. y García, Enriqueta. 1966. "Evaluación de la Sequía Intraestival en la República Mexicana". Unión Geográfica Internacional, Conferencia Regional Latinoamericana. Tomo III.

Navarra, J. G. 1979. "Atmosphere, Wather and Climate: An Introduction to Meteorology". Chapter G: Evaporation and Condensation, Page 177 to 216. W.B. Saunders Company. Philadelphia, U. S. A.

Organización Meteorológica Mundial, 1982. "Guía y Prácticas Agrometeorológicas". O. M. M. No. 134. S. A. R. H. Servicio Meteorológico Nacional. Ginebra, Suiza.

Organización Metodológica Mundial, 1985. "Compendio de Apuntes de Agrometeorología para el Personal Clase IV". Dirección de Servicio Meteorológico Nacional, S. A. R. H.

Ortíz Solorio, C. A. 1981. "Evaluación de la Aptitud de las Tierras de México para la Producción del Maíz, Frijol y Sorgo en Condiciones de Temporal". Colegio de Postgraduados, Chapingo, México.

Ortíz Solorio carlos A., 1984. "Elementos de Agrometeorología Cuantitativa". Departamento de Suelos. Universidad Autónoma de Chapingo. Chapingo, México.

Palacio Vélez, Enrique, 1977. "Introducción a la Teoría de Operación de Distritos y Sistemas de Riego". Universidad Autónoma de Chapingo, Chapingo, México.

Papadakis, J., 1962. "Avances Recientes en el Estudio Hídrico del Clima". Publicación No. 81 del Centro Nacional de Investigaciones Agropecuarias. Buenos Aires, Argentina.

Papadakis, J. 1970. "Climates of the World". Buenos Aires, Argentina.

Papadakis, J. 1980. "El Clima". Editorial Abastros. Buenos Aires República de Argentina.

Penman, H.L. 1948. "Natural Evaporation from Open Water, Bare Soil an Grass". Proc. Roy. Soc. London A. 193: 120-146.

Reyna Trujillo, T. 1970. "Relaciones entre la Sequía Intraestival y Algunos Cultivos de México". Instituto de Geografía, U. N. A.M.

Reyna T. Teresa 1983. "Principales Siniestros Climáticos y su Importancia en la Planeación Frutícola de los Altos de Jalisco". Memoria del IX Congreso Nacional De Geografía. Tomo I, Sociedad Mexicana de Geografía y Estadística. Guadalajara, Jal.

Romo González J. R. y Arteaga R. Ramón 1983. "Meteorología Agrícola". Universidad Autónoma de Chapingo. Departamento de Irrigación.

Sierra Morales Ramón, 1971. "La Variabilidad de la Lluvia al Sur del Paralelo 20 Grados Norte en el Estado de Veracruz". Boletín del Instituto de Geografía, Volumen I, U. N. A. M. pp 31-45.

Sierra Morales Ramón, 1978 "Variaciones en las Tendencias de las Precipitaciones Observadas en la Llanura Costera del Golfo de México y en la Altiplanicie Mexicana Durante los Años de Experimentos en Huracanes: 1963-1974". Memoria del VII Congreso Nacional de Geografía Aplicada. Saltillo, Coah. Sociedad Mexicana de Geografía y Estadística. pp 191-212.

Smith, L. P. 1975. "Methods in Agricultural Meteorology". Elsevier Scientific Publishing Company. New York.

Swets and Zeitlinger, 1975. "Agricultural Biometereology and Bioclimatology. In the Effect of Weather and Climate on Plants". Vol. I L.P. Smith Editor. Chapter 3 Amsterdam.

Torres Ruiz, 1983. "Agroclimatología". Editorial Diana. México, D.F.

Tricart, Jean, Kilian, Jean, "La Ecogeografía y la Ordenación del Medio Natural". Editorial Anagrama, Barcelona, España, 1982.

Troll, C. 1965. "Seasonal Climates of the Earth". E. Redenwalt y H. Jusats Edit. Springer-Verlag, Berlín.

Vidal Zepeda, E. 1980. "Algunas Relaciones Clima-Cultivo en el Estado de Morelos". Instituto de Geografía, U. N. A. M.

Villalpando I. José Fco. 1984. "Curso de Agroclimatología como Parte de la Capacitación de Tronco Común para la Investigación del INIA, INIF e INIP, Desarrollada en el INCA Rural de Zacatecas, México.

Willsie Carroll P. 1966. "Cultivos: Acimatación y Distribución". Editorial Acribia. Zaragoza, España.

Zaldívar Tabera Celedonio. 1967. "Aplicación del Método Pronóstico de Cosechas de la FAO en el Norte de Morelos". (Tesis Profesional) Colegio de Geografía, U. N. A. M. México, D. F.