



Universidad Nacional Autónoma de México

FACULTAD DE FILOSOFIA Y LETRAS
COLEGIO DE GEOGRAFIA

**ESTUDIO CLIMATICO - ESTADISTICO DEL SUR
DEL ESTADO DE GUANAJUATO.**

T E S I S

Que para obtener el título de:

LICENCIADO EN GEOGRAFIA

p r e s e n t a :

LUZ MARIA ORALIA TAMAYO PEREZ

MEXICO, D. F.

1975

17149

00579



Universidad Nacional
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

Biblioteca Central



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 esta 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.

Agradezco a la Dra. Silvana Leví de López el haberme guiado durante la elaboración del trabajo, a la Bióloga Teresa Reyna de Casas por su estímulo, su ayuda y sus valiosísimas opiniones, a la Mtra. Enriqueta García Vda. de Miranda y a la Lic. Rosalva Vidal Zepeda por las facilidades que me brindaron durante la elaboración del trabajo, al Ing. Rodrigo de la Cueva que tanto me ayudó a resolver mis múltiples problemas con la computadora, a mis queridos maestros: Dr. Jorge A. Vivó Escoto, Dra. Laura Elena Maderey de Funes, Lic. Alberto López Santoyo y Mtra. Carmen Sámano, por sus orientaciones, y a todas las personas que me dieron su apoyo y auxilio para la elaboración de este trabajo.

A mis papás y hermanos

A mi abuelita, tios y primos

A mis maestros y compañeros de
generación con quienes pasé
momentos inolvidables.

INDICE

	Página
I. ASPECTOS GENERALES	1
1.- Objetivos	1
2.- Descripción de la zona	1
3.- Orografía e hidrografía	2
4.- Suelos	3
5.- Vegetación natural	4
6.- Agricultura y ganadería	5
7.- Industria	5
8.- Ciudades principales	6
9.- Comunicaciones	7
10.- Turismo	8
11.- Clima	8
II.- TEMPERATURA	13
1.- Definiciones	13
2.- Obtención de la temperatura media diaria en México	13
3.- Obtención de la temperatura media a partir de las extremas	14
4.- Cálculo de las fechas en las que la temperatura cruza ciertos límites	29
III.- PRECIPITACION	46
1.- Definiciones	46
2.- Precipitación promedio	48
3.- Intensidad de la lluvia	54
4.- Probabilidad de que llueva en forma apreciable	65
5.- Otras formas de precipitación	75
IV.- VIENTOS	85
1.- Definiciones	85
a. Circulación general del viento	86
b. Efectos del viento en la distribución de las plantas	88
c. Efectos fisiológicos del viento	90

	Página
d. Erosión del viento	91
2.- Utilización de los datos del viento	93
3.- Cálculo de la velocidad promedio	94
4.- Cálculo de las componentes del Norte y Oeste	95
5.- Angulo y azimut verdadero de la resultante	99
6.- Magnitud de la resultante	100
7.- Persistencia o constancia de la dirección del viento	101
8.- Algunas consideraciones	104
V.- CONCLUSIONES	108
1.- Asociaciones principales de los componentes	119
2.- Posición de las estaciones en las Componentes	121
3.- Características principales de cada estación según el análisis de componentes principales	125
4.- Deducciones finales	132
BIBLIOGRAFIA	134

INDICE DE MAPAS

	Página
1.- Mapa físico de la zona de estudio	19
2.- Porcentaje de días veraniegos al año	32
3.- Porcentaje de días tropicales al año	36
4.- Isoyetas anuales	53
5.- Intensidad anual de la lluvia	62
6.- Intensidad de la lluvia de mayo a octubre	64
7.- Porcentaje de probabilidad de tener días de lluvia apreciable al año	70
8.- Porcentaje de probabilidad de tener días con lluvia apreciable de mayo a octubre	74
9.- Número de días con lluvia apreciable al año	79
10.- Número de días con rocío al año	80
11.- Número de días con tempestad	81
12.- Número de días con neblina al año	82
13.- Número de días con granizo al año	83
14.- Número de días con helada al año	84
15.- Vientos de enero	106
16.- Vientos de julio	107
17.- Asociaciones principales de las estaciones según el análisis de componentes principales	131

INDICE DE CUADROS

	Página
1.- Factores de corrección de la temperatura media t para diferentes altitudes h .	16
2.- Coordenadas geográficas de las estaciones	17
3.- Promedio de temperaturas máximas en °C	20
4.- Promedio de temperaturas mínimas en °C	23
5.- Promedio de temperaturas medias en °C	26
6.- Días veraniegos	33
7.- Días tropicales	37
8.- Días agradables	40
9.- Precipitación	50
10.- Intensidad anual	56
11.- Intensidad de mayo a octubre	59
12.- Probabilidad anual	67
13.- Probabilidad mayo-octubre	71
14.- Viento	102
15.- Datos iniciales del análisis de componentes principales	110
16.- Matriz de coeficientes de correlación " r "	115
17.- Porcentaje de los componentes	116
18.- Matriz de estructura de los componentes	117

INDICE DE CUADROS

	Página
19.- Influencia de los componentes en cada estación	118
20.- Asociaciones principales de las estaciones	129

I ASPECTOS GENERALES

1. Objetivos. El presente trabajo tiene por objeto hacer un estudio un poco más amplio de lo acostumbrado, de los principales elementos del clima de la mitad sur del Estado de Guanajuato.

Para ello se tomaron los datos de 45 estaciones termopluviométricas localizadas en la región y se les dió un tratamiento con fórmulas estadísticas y métodos cuantitativos que dan por resultado el presente análisis.

2. Descripción de la zona. La región comprende un poco más de la mitad del Estado de Guanajuato. Se tomó como límite norte el paralelo de los 21° 00' de latitud norte; los demás son los propios del Estado de Guanajuato el cual limita al oeste con el Estado de Jalisco, al sur con el de Michoacán y al este con el de Querétaro.

La importancia de la zona se debe a que pertenece a la región de El Bajío que durante mucho tiempo se le ha considerado el granero de México.

Dicha región de El Bajío está formada por una serie de planicies de origen lacustre que se inundaban aún en la época de la Conquista; en esta región se fueron depositando aluviones en gran parte por la acción del río Lerma, que son el material base de los suelos de calcificación, de tipo chernozem, muy fértiles, que se encuentran en la mayor parte de la zona.

Como la región de El Bajío se formó al pie de la Sie

rra Volcánica Transversal es hasta cierto punto, natural que su suelo se haya derivado, también de cenizas volcánicas y que se encuentren algunas tobas volcánicas. La actividad volcánica se manifiesta también en los numerosos manantiales de aguas termales de todo el Estado y en la notable región de Valle de Santiago de la cual se hablará más adelante.

3. Orografía e hidrografía. Al norte de la región se encuentran las llamadas Sierras de Zacatecas que al continuarse al Estado de Guanajuato adoptan este nombre y ya en la zona de estudio son conocidas como Bufas de Guanajuato; hacia el noroeste se encuentra la Sierra Gorda también de altura considerable.

En el suroeste se encuentra la sierrita de Pénjamo, vecina a la población del mismo nombre, la Mesa de San Agustín al sur y en el sureste la Sierra de los Agustinos. Cubriendo la mayoría de la comarca se extienden amplias planicies conocidas como El Bajío, interrumpidas por algunos conos volcánicos como: La Gavia, Culiacán, etc.

Un río muy importante en la evolución morfológica de la región y que ha contribuido en mucho a su riqueza agrícola es el Lerma, que junto con sus afluentes: los ríos Laja, Turbio, Irapuato, Silao, Apaseo, Celaya, etc. aportan gran cantidad de aluviones, por una parte y por otra el agua necesaria para el desarrollo de los diversos cultivos cuyos productos son distribuidos a todo el país.

Cuenta, además, con innumerables zonas de riego, presas pequeñas y de gran capacidad como la Solís (800 millones de m³), en el sureste; también la laguna de Yuriria, de origen en

parte natural y que en 1548 por medio de un canal artificial construido por Fray Diego de Chávez quedó comunicada al río Lerma; y distribuidos por todo el territorio manantiales de aguas termales que constituyen un atractivo turístico.

4. Suelos. Se encuentran principalmente los siguientes tipos:

Chernozem o negro: corresponde a un tipo de suelos de calcificación; estos suelos se caracterizan porque " sus residuos forman en parte sesquióxidos de aluminio y hierro, pero el sílice no desaparece del todo y tampoco desaparecen totalmente los silicatos. En estos suelos solo una pequeña parte de la materia orgánica se oxida completamente y suministra el ácido carbónico que en un proceso de desgaste forma carbonato de calcio. Este se acumula en un horizonte más o menos profundo y es el que caracteriza este proceso. Este tipo de suelo es característico de climas húmedos. (1)

Andosoles o suelos derivados de cenizas volcánicas: " son suelos juveniles debido a que la materia madre es de origen reciente; su color es negro pardo rojizo o amarillento, son ricos en materia orgánica, su arcilla característica es el alófono, poseen un alto poder fijador de fósforo, manejados de manera adecuada son muy fértiles; se encuentran ampliamente distribuidos en el país en áreas donde ha habido actividad volcánica" . (2)

Vertisoles: " son suelos de color oscuro o pardo rojizo, profundos con un alto contenido de arcilla; mal drenados

(1) Vivó cita a Glinka, en " Geografía Física, pág. 309

(2) García E. cita a Aguilera en Nuevo Atlas Porrúa de la República Mexicana, pág. 166.

se cubren de agua en la época de lluvias; cuando están secos son duros y presentan estructura prismática columnar, se agrieta . con facilidad originando grandes fisuras en su perfil; su superficie presenta una serie de pequeñas elevaciones y depresiones que forma un microrelieve particular; son pesados y muy difíciles de manejar, si se les mejora son muy fértiles." (3)

Existen también algunos suelos de salinización que se encuentran donde se presenta una invasión de aguas salinas, o en las partes donde las aguas al evaporarse dejan las sales en la superficie.

También a lo largo de el área de influencia de los ríos se localizan los suelos aluviales: " que están formados por material de acarreo depositado por los ríos; son suelos juveniles debido al constante suministro de estos materiales".(4)

5. Vegetación natural. La vegetación natural de la zona, se encuentra sumamente perturbada, debido principalmente al afán mismo del hombre de utilizar gran parte de la superficie para fines agrícolas; sin embargo, en las partes altas de las montañas, se observan todavía pinos (*Pinus* spp), sabinos (*Juniperus* spp) y otros elementos, entre ellos algunos encinares (*Quercus* spp).

Es más frecuente observar vegetación secundaria o introducida siendo común la presencia de los siguientes ejemplares: eucaliptos (*Eucaliptus* sp), casuarinas (*Casuarina* sp), guamúchiles (*Pithecollobium dulcis*), huizaches (*Mimosa* spp y *Acacia* spp) y otros más.

(3 y 4) García E. cita a Aguilera en Nuevo Atlas Pórrua de la República Mexicana, pág. 166.

6. Agricultura y ganadería. El Bajío, como ya se dijo anteriormente, está considerado como el granero de México, pues además de que su suelo es muy fértil, posee innumerables zonas de riego por toda la comarca, lo que hace posible el cultivo de muchas especies, de las cuales las principales son: maíz, trigo, frijol, cebada, garbanzo, haba, alfalfa verde, caña de azúcar, chile, jitomate, ajo, cebolla, papa, camote, cacahuate y en menor grado: tabaco y lino.

Entre los frutales cultivados en la zona se encuentran: fresa, guayaba, papaya, sandía, melón, aguacate, algunos cítricos como naranja, limón y manzana en menor cantidad.

Con respecto al ganado se puede encontrar: caprino, porcino, y vacuno. También se crían aves y cuenta con colmenares.

7. Industria. Extractivas: solo hay minería en las cercanías de Guanajuato y algo de ópalo en Abasolo.

De transformación: una zona industrial que incluye Apaseo, Celaya, Cortazar, Villagrán, Salamanca, Irapuato y Silao. De los cuales tienen industria alimenticia Irapuato, Silao, Salamanca, Villagrán, Celaya y Cortazar; de curtiduría y calzado, Salamanca. Petrolera y petroquímica, Salamanca, donde se encuentra la Refinería de Petróleos Mexicanos "Antonio M. Amor", a cuyo alrededor y quizá por esta cercanía se han desarrollado otras industrias, de Embases, de Productos Químicos y de Conservas.

Industria química en Celaya; textil en Salvatierra, Irapuato, Uriangato, Juventino Rosas y Celaya; planta eléctrica en Irapuato. En Apaseo el Grande hay industria forrajera.

Todas estas industrias producen principalmente alimentos preparados como: sopas, conservas de fruta, harina, cigarros, jugos de fruta, mermeladas, cajeta y otros dulces de leche, aceites, refrescos, y además jabones, fertilizantes, acetatos, ácidos, hilos y tejidos, cementos, cartones, maquinaria, productos lácteos, vinos generosos, etc. y muchos productos más de menor importancia que se producen ahí.

8. Ciudades principales. La mayor parte de estas ciudades del Estado se encuentran en la región, como son las siguientes, que están ordenadas por número de habitantes: (*)

Irapuato	116 651
Celaya	79 977
Salamanca	61 039
Acámbaro	32 257
Silao	31 825
Cortazar	25 794
Moroleón	25 620
San Miguel Allende	24 286
Salvatierra	18 975
Valle de Santiago	16 517

(*) Censo General de Población, 1970.

Santa Cruz de Juventino Rosas	15 859
Romita	11 947
Comonfort	11 558
Yuriria	10 085

El gran crecimiento demográfico que ha registrado la región está basado en su desarrollo agrícola, ganadero, industrial y comercial.

9. Comunicaciones. Todas las características anteriores repercuten en que esta zona cuenta también con una muy buena red de comunicaciones, pues tiene carretera federal de cuota que conecta a la ciudad de México con Irapuato pasando por Querétaro. Carreteras pavimentadas, troncales que van a las principales ciudades de la zona industrial y a Moroleón pasando por Valle de Santiago; carretera troncal a Pénjamo y Abasolo, a Celaya y Apaseo, a Silao y Guanajuato, etc. y otras carreteras pavimentadas de menor importancia, así como carreteras revestidas y de terracería, etc.

Cuenta también con ferrocarril que saliendo de la ciudad de México, pasa por Querétaro, Celaya, Villagrán, Salamanca, Irapuato y Silao, principalmente; otro ramal llega a Pénjamo,

otro conecta a Celaya con Salvatierra, Acámbaro y Tarandacuao y llega hasta Michoacán y uno más saliendo también de Celaya, se bifurca y llega a San Miguel Allende. Todo esto da por resultado el desarrollo de otra industria más: el turismo.

10. El turismo. Porque, además, la región cuenta con innumerables recursos turísticos para todos los gustos como son: balnearios con manantiales de aguas termales, como Taboada y el Cortijo, en San Miguel Allende; Comanjilla en Silao, La Caldera en Abasolo, Churipitzeo en Pénjamo, El Nacimiento en Apaseo el Grande y Agua Caliente en Acámbaro, etc.

Sitios históricos y coloniales como San Miguel Allende con sus reminiscencias, sus templos con preciosos motivos de arte colonial y sus edificios de cantera rosa, etc.

Paisajes naturales como las riberas, los saltos y las presas a lo largo del río Lerma, la zona volcánica conocida como las " Siete Luminarias " que son siete cráteres de volcanes apagados en la región de Valle de Santiago, donde es posible practicar deportes acuáticos.

11. Clima. Las zonas de clima que a continuación se mencionan están dadas utilizando el sistema de clasificación

climática de Köppen modificado por E. García (1964), según el cual la zona contiene los siguientes tipos de clima:

En la región de las bufas de Guanajuato, al norte de la región y la Sierra de los Agustinos en el sureste, se encuentran climas $C(w_0)(w)b(e)g$ o sea templado subhúmedo, siendo este el más seco de los subhúmedos con lluvias en el verano que es fresco y largo; es extremoso y la marcha anual de temperatura es tipo Ganges, (la máxima se presenta antes del solsticio de verano). Es templado húmedo porque la temperatura media del mes más frío está entre menos 3° y 18°C y la del mes más caliente es mayor de 6.5°C , la temperatura media anual está entre 12° y 18°C y tiene lluvias en el verano, es el más seco de los subhúmedos, pues su cociente P/T es menor de 43.2. El verano es fresco y largo, pues la temperatura media del mes más caliente está entre 6.5 y 22°C . Es extremoso porque la oscilación anual de las temperaturas medias mensuales está entre 7° y 14°C y tiene marcha anual de la temperatura tipo Ganges porque el mes más caliente es anterior a junio.

Clima templado C en la Sierra de Pénjamo; este clima se denomina $C(w_1)(w)b(e)g$ y con la variante (i') en la Mesa de San Agustín; este clima es templado subhúmedo con lluvia en verano, pero más húmedo que el anterior, pues su cociente P/T que

es de precipitación anual en mm. sobre temperatura media anual en °C está entre 43.2 y 55.0; tiene también verano fresco y largo. En la Sierra de Pénjamo se presenta extremoso, el mes más caliente es antes de junio, en cambio en la mesa de San Agustín tiene la variante (i') que corresponde a la poca oscilación anual en sus temperaturas medias mensuales y esta oscilación es entre 5° y 7°C.

El resto de El Bajío está formado por grandes planicies pertenecientes a la cuenca del río Lerma, que tienen clima templado, pero este es intermedio entre los cálidos A y los templados C, el tipo de clima de esta región es (A)C(w₀)(w)a(e)g que puede interpretarse de la siguiente manera: semicálido, es el más caliente de los templados, pues la temperatura media anual es mayor de 18°C y la del mes más frío menor de 18°C, o sea que es un clima de transición entre el templado y el cálido o tropical, tiene también lluvia en el verano, con un porcentaje bajo de lluvia invernal, es el más seco de los subhúmedos el verano es cálido, pues la temperatura del mes más caliente es mayor de 22°C; es extremoso (oscilación mayor de 7°C) y la marcha de la temperatura es tipo Ganges.

En la zona sur del Estado, en el límite con Michoacán, cerca de Acámbaro, se encuentra una pequeña zona con clima igual al anterior pero con la diferencia de que aquí hay poca oscilación de la temperatura. También en unas pequeñas zonas altas del oeste de la zona en el límite con Jalisco tiene la variante (w₁) que corresponde al templado subhúmedo intermedio entre w₀ y w₂, con lluvia en verano, con un cociente P/T entre 43.2 y 55.0.

Otro tipo de clima es el seco B, que se encuentra en

la planicie que forma las cuencas de los ríos Silao e Irapuato, al norte de la población de Irapuato, en planicie de Allende, y en la cuenca del río Apaseo, que es continuación del de Querétaro. Este clima es según su simbología BS₁hw(w)(e)g, perteneciente al clima semiseco, es el menos seco de los BS, es semicálido con invierno fresco, con lluvia en verano, extremoso y con marcha de temperatura tipo Ganges. Es el menos seco de este tipo de climas, pues su cociente P/T es mayor de 22.9, su invierno es fresco ya que la temperatura media anual está entre 18° y 22°C y la del mes más frío es menor de 18°C.; la lluvia es durante el verano y tiene un porcentaje de lluvia invernal menor de 5 % del anual. Es extremoso, pues la oscilación de la temperatura está entre 7° y 14°C y el mes más cálido se presenta antes de junio. En una pequeña región en el límite este de las bufas de Guanajuato y en la Sierra Gorda también se presenta este clima solo que éste es un poco más frío, (k). Es templado con verano cálido, con una temperatura media anual entre 12° y 18°C, la del mes más frío está entre -3° y 18°C y la del mes más cálido es mayor de 18°C.

Todo lo expuesto anteriormente podrá servir para darse cuenta de la importancia desde todos los puntos de vista de esta región, de la cual solo se hablará más a fondo del aspecto climático que ojalá sirva para dar un aporte más al estudio de esta comarca por demás interesante.

Conceptos y definiciones fundamentales.

Como una breve introducción cabe recordar que la atmósfera es la envoltura gaseosa que rodea a la tierra, forma parte integral del planeta, en ella se efectúan los cambios que afectan directamente al hombre y en general a los seres vivos

De los factores físicos que forman el medio ambiente, como son: el clima, vegetación, relieve, suelo, etc., el clima es el más importante porque actúa sobre los otros y los modifica o influye.

Clima es el conjunto de fenómenos meteorológicos que caracterizan el estado medio de la atmósfera en un lugar de la superficie, según Hann.

La temperatura, la precipitación y humedad, y la dirección y fuerza del viento están reconocidos como elementos del tiempo y clima y a ellos se referirá el presente trabajo que mediante una serie de análisis tratará de dar una idea de las con condiciones climatológicas de la región sur del Estado de Guanajuto.

II. TEMPERATURA

1. Definiciones. La temperatura ambiente es uno de los elementos más importantes en el estudio del clima, para conocerla al igual que a otros elementos meteorológicos, se han instalado observatorios y estaciones meteorológicas que dan varios registros en cuanto a ella, como: temperatura media diaria, promedios mensuales de temperatura media, temperaturas máximas y mínimas, etc.

Estos datos se utilizan de acuerdo al tipo de estudio de que se trate.

El promedio de temperatura media es muy importante desde el punto de vista climático, pues de ella se pueden inferir las condiciones térmicas de determinado lugar para valorar todas las demas. La temperatura media diaria es el promedio de las temperaturas observadas durante las 24 horas del día, pero como no es posible hacerlo se ha convenido en calcularla del promedio de las temperaturas registradas a ciertas horas fijas del día.

2. Obtención de la temperatura media diaria en México. En México las dos dependencias que tienen a su cargo el mayor número de estaciones meteorológicas son:

1) El Servicio Meteorológico Mexicano que hace sus observaciones a tres horas fijas y por lo tanto su temperatura media la obtiene de la siguiente manera:

$$\text{temperatura media} = \frac{7 \text{ a.m.} + 3 \text{ p.m.} + 7 \text{ p.m.}}{3}$$

2) La Secretaría de Recursos Hidráulicos, cuya fórmula para conseguirla es la siguiente:

$$\text{temperatura media} = \frac{8 \text{ a.m.} + 8 \text{ p.m.}}{2}$$

Hay otra forma de calcular la temperatura media y es a partir de las máximas y mínimas, y para esto se utiliza el termómetro tipo Six que marca la temperatura máxima registrada durante el día y el límite inferior o sea el mayor descenso del mercurio que indica la temperatura mínima alcanzada durante ese mismo día. Este procedimiento tiene la ventaja de que siempre marca los 2 límites extremos, evitándose así posibles diferencias que pueden causar las dos distintas maneras de tomar los registros. La temperatura media diaria por sí sola dice muy poco acerca de la región donde se encuentra la estación, pues da el promedio de un solo día, y es por eso que se ha recurrido a la temperatura media mensual, que es como su nombre lo indica el promedio de la temperatura media diaria durante un mes, que se calcula sumando las temperaturas medias diarias y dividiéndolas entre el número de días del mes.

Pero aún ésta es insuficiente para un estudio climático, pues la temperatura de un mes o de todos los meses de un solo año, no pueden indicar su valor más frecuente; por lo tanto para un estudio de este tipo, los promedios de las temperaturas medias deben ser del mayor número de años que sea posible, y cuando esto no se puede obtener entonces se pueden utilizar datos de 5 a 10 años, pero no menos, pues esto condiciona lo preciso de los resultados.

3. Obtención de la temperatura media a partir de las ex-

tremas. La fórmula utilizada para calcular la temperatura media a partir de las extremas es la siguiente:

$$\text{temperatura media} = \frac{\text{temp. máx.} + \text{temp. mín.}}{2} + (a+bR+cR^2) \dots 1$$

de donde:

temp. máx. = promedio de la temperatura máxima

temp. mín. = promedio de la temperatura mínima

y $a+bR+cR^2$, que es un factor de corrección en el cual:

$R = \text{temp. máxima} - \text{temp. mínima}$

$a = - 0.30 + 0.14 h$

$b = - 0.07 h$

$c = - 0.0034 + 0.006 h$

$h = \text{altitud expresada en Km. s.n.m.}$

El cuadro 1 contiene estos factores de corrección, se elaboró con la siguiente fórmula ($a + bR + cR^2$) de manera que para una altura h y una R (diferencia entre máxima y mínima) determinadas, se pudiera extraer fácilmente la corrección correspondiente.

1. Courad y Pollak " Methods in Climatology. pág. 161.

CUADRO 1. FACTORES DE CORRECCION DE LA TEMPERATURA MEDIA t PARA DIFERENTES ALTITUDES h .

Los datos de este cuadro no siguen una continuidad precisa por estar de acuerdo a los datos que se tienen.

h Km	R °C													
	10.0	11.0	12.0	13.0	14.0	15.0	16.0	17.0	18.0	19.0	20.0	21.0	22.0	24.0
1.500	-0.60	-0.59	-0.57	-0.54	-0.50	-0.45	-0.39	-0.31	-0.23	-0.13	-0.03	+0.08	+0.21	+0.50
1.700	-0.57	-0.55	-0.51	-0.46	-0.39	-0.32	-0.22	-0.12	-0.00	+0.13	+0.28	+0.44	+0.61	+0.99
1.750	-0.57	-0.54	-0.50	-0.44	-0.37	-0.29	-0.19	-0.08	+0.05	+0.19	+0.34	+0.51	+0.70	+1.11
1.800	-0.57	-0.54	-0.49	-0.43	-0.36	-0.27	-0.17	-0.05	+0.08	+0.23	+0.39	+0.57	+0.76	+1.19
1.850	-0.56	-0.53	-0.48	-0.42	-0.34	-0.24	-0.13	-0.01	+0.13	+0.29	+0.46	+0.64	+0.85	+1.30
1.900	-0.56	-0.53	-0.48	-0.41	-0.33	-0.23	-0.11	+0.02	+0.16	+0.33	+0.51	+0.70	+0.91	+1.38
1.950	-0.56	-0.52	-0.46	-0.39	-0.30	-0.20	-0.08	+0.06	+0.21	+0.38	+0.57	+0.78	+1.00	+1.49
2.000	-0.56	-0.52	-0.46	-0.38	-0.29	-0.18	-0.06	+0.08	+0.25	+0.42	+0.62	+0.83	+1.06	+1.57
2.050	-0.55	-0.51	-0.45	-0.37	-0.27	-0.15	-0.02	+0.13	+0.30	+0.48	+0.69	+0.91	+1.15	+1.69
2.100	-0.55	-0.51	-0.44	-0.36	-0.26	-0.14	-0.00	+0.16	+0.33	+0.53	+0.76	+1.00	+1.22	+1.78
2.250	-0.55	-0.49	-0.42	-0.33	-0.21	-0.07	+0.08	+0.26	+0.45	+0.67	+0.90	+1.16	+1.44	+2.05

De la corrección requerida para reducir la media de las extremas (max. y mín), a la media verdadera, para diferentes promedios diarios, el rango R (max-mín) está dado en °C y las diferentes alturas en Km.

Las estaciones meteorológicas del sur del Estado de Guanajuato cuyos datos fueron utilizados y su situación geográfica son las siguientes:

Las estaciones localizadas en la zona del sur de Guanajuato

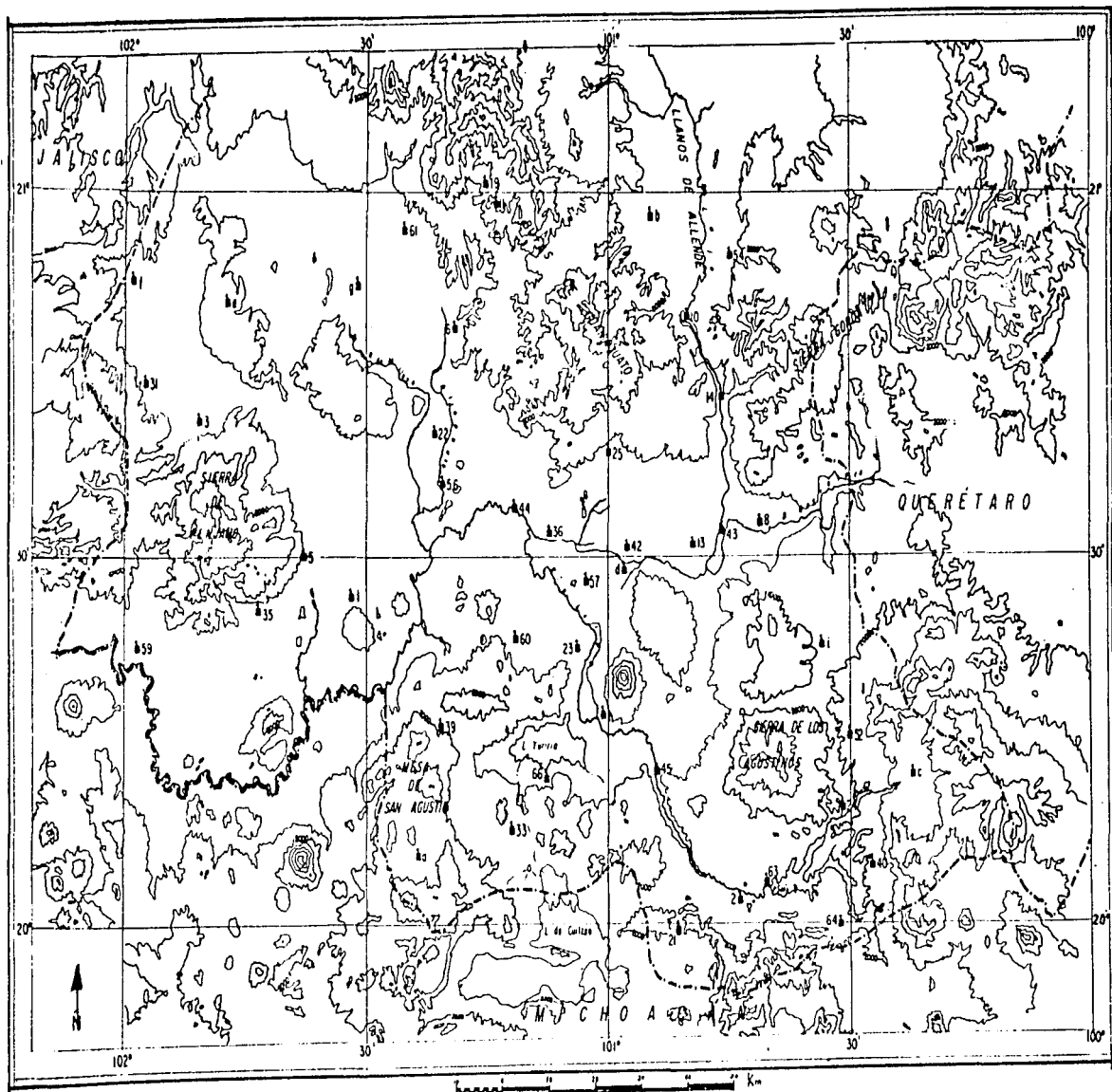
CUADRO No. 2

ESTACION		LATITUD	LONGITUD	ALTITUD
Número	Nombre			
001	Abasolo	20° 27'	100° 32'	1760
002	Acámbaro	20° 02'	100° 43'	1846
003	Adjuntas, Las	20° 41'	101° 51'	1500
005	Agua Tibia	20° 30'	101° 38'	1700
006	Aldama	20° 49'	101° 19'	1775
008	Apaseo	20° 33'	100° 41'	1767
010	Begoña	20° 51'	100° 49'	1850
011	Calderones	20° 59'	101° 14'	2250
013	Celaya	20° 31'	100° 49'	1754
014	Comonfort	20° 43'	100° 46'	1794
019	Guanajuato	21° 01'	101° 15'	2037
021	Iramuco	20° 00'	100° 51'	2000
022	Irapuato	20° 40'	101° 21'	1724
023	Jaral del Progreso	20° 23'	101° 04'	1723
024	Jerécuaro	20° 09'	100° 31'	1787
025	Juventino Rosas	20° 38'	101° 00'	1697
031	Manuel Doblado	20° 44'	101° 57'	1778
033	Moroleón	20° 08'	101° 12'	1780
035	Pénjamo	20° 26'	101° 43'	1760
036	Pericos	20° 32'	101° 08'	1722
039	Puerta del Monte	20° 16'	101° 21'	1725
040	Puroagua	20° 05'	100° 27'	1950
042	Ramos Millán	20° 31'	100° 57'	1750
043	Rfo Laja	20° 32'	100° 46'	1728

ESTACION No	Nombre	LATITUD	LONGITUD	ALTURA
044	Salamanca	20° 34'	101° 12'	1722
045	Salvatierra	20° 13'	100° 54'	1782
052	San Luchas, Hacienda	20° 15'	100° 30'	2000
054	San Miguel Allende	20° 55'	100° 45'	1852
056	San Roque, Hacienda	20° 36'	101° 21'	1725
057	Santa Julia	20° 28'	101° 03'	1730
059	Santa Marta	20° 23'	101° 58'	1695
061	Silao	20° 57'	101° 25'	1777
060	Santiago, Valle de	20° 23'	101° 11'	1721
063	Solfs, Presa	20° 03'	100° 40'	1900
064	Tarandacuao	20° 00'	100° 31'	1930
066	Yuriria	20° 13'	101° 08'	1755
a	Cerano	20° 05'	101° 23'	2100
b	Cinco Señores	20° 58'	100° 55'	1850
c	Coroneo	20° 12'	100° 22'	2239
d	Cortazar	20° 29'	100° 58'	1750
e	Huizache, El	20° 50'	101° 47'	1880
f	Jalpa	20° 53'	101° 59'	1840
g	Romita	20° 52'	101° 31'	1777
h	Sabino, El	20° 17'	101° 01'	1775
i	Terrero, El	20° 23'	100° 33'	1950

La numeración de las estaciones corresponde a la clasifi-
cación que de ellas hace la Maestra Enriqueta García en sus tra-
 bajos; las últimas estaciones numeradas con letra son nuevas y
 no fueron consideradas en la clasificación antes mencionada, por
 que o bien tenían pocos años de datos o todavía no empezaban a
 funcionar. En el presente trabajo se considera la numeración al-
 fabética y fueron consideradas con ciertas reservas.

SUR DEL ESTADO DE GUANAJUATO



Mapa 1

Los datos utilizados en el cálculo de la media fueron los promedios de varios años, de máximas y mínimas por meses que están contenidos en los siguientes cuadros.

CUADRO No. 3

PROMEDIO DE TEMPERATURAS MAXIMAS °C

ESTACION														
No.	Nombre	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Anual
001	Abasolo	25.6	27.9	30.5	32.2	33.4	32.0	29.2	29.5	28.4	28.0	26.8	25.4	29.1
002	Acámbaro	24.0	25.2	27.5	28.7	29.6	27.4	25.9	25.9	25.3	25.5	25.0	24.0	26.2
003	Adjuntas, Las	22.5	24.2	26.7	29.0	30.5	28.6	26.0	26.0	25.0	24.7	24.3	22.3	25.8
005	Agua Tibia	24.0	25.9	28.7	30.9	32.0	29.6	26.7	26.9	25.5	25.4	24.5	23.4	26.9
006	Aldama	26.6	28.8	31.4	34.0	34.3	31.9	29.5	29.7	28.9	29.3	28.8	26.0	29.9
008	Apaseo el Grande	25.0	26.7	29.2	32.7	33.3	31.3	29.2	29.1	28.1	27.5	26.4	24.5	28.6
010	Begoña, La	23.2	25.4	28.2	30.3	31.0	28.8	27.0	27.2	25.9	25.4	24.6	23.1	26.7
011	Calderones	26.6	27.8	29.1	31.5	31.7	30.9	29.5	29.4	28.2	28.4	28.3	27.1	29.0
013	Celaya	23.3	25.6	29.4	32.0	33.3	31.5	29.6	29.8	28.5	27.3	25.6	23.3	28.3
014	Comonfort	24.2	26.1	28.2	30.5	31.7	30.1	28.7	29.2	27.3	26.9	25.0	24.3	27.7
021	Iramuco	23.0	25.6	28.2	29.3	30.2	27.1	26.2	26.3	25.9	25.6	25.1	22.8	26.3
022	Irapuato	25.3	27.1	29.2	30.4	31.2	29.4	27.4	27.9	26.7	25.1	26.1	24.4	27.5
023	Jaral del Progreso	22.4	25.1	28.2	30.1	30.4	29.0	27.8	27.9	25.7	24.9	23.5	22.2	26.4

CONT. CUADRO 3

ESTACION														
No.	Nombre	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Anual
024	Jerécuaro	22.6	24.2	26.4	28.0	28.6	26.7	24.4	24.5	24.4	24.6	23.8	22.8	25.1
025	Juventino Rosas	24.2	26.4	29.0	30.9	31.9	30.1	28.1	28.4	27.4	27.6	25.7	24.0	27.8
031	Manuel Doblado	24.4	26.8	29.9	32.1	32.9	30.9	28.2	28.2	28.1	27.6	25.3	24.7	28.3
033	Moroleón	26.2	28.1	30.6	22.4	32.7	30.1	28.3	28.2	28.0	27.6	26.7	25.3	28.7
035	Pénjamo	28.0	29.1	31.4	33.4	33.6	33.6	31.3	30.0	29.3	29.4	25.7	27.7	30.2
036	Pericos	23.6	23.3	28.5	30.4	30.9	28.9	26.7	27.0	26.1	25.9	24.8	23.1	26.6
039	Puerta del Monte	23.6	25.2	28.2	29.7	31.0	28.3	26.2	26.7	25.9	25.4	24.1	22.9	26.4
040	Puroagua	22.4	24.1	26.3	27.5	27.8	25.5	23.4	23.8	23.3	23.6	23.5	22.5	24.5
042	Ramos Millán	23.5	25.2	28.2	29.5	30.4	28.0	26.3	27.3	25.8	25.0	24.5	22.9	26.4
043	Río Laja	23.2	25.5	28.6	30.5	31.2	30.2	28.9	28.0	26.7	25.4	24.4	22.8	27.1
044	Salamanca	25.0	27.0	29.5	31.9	32.7	30.5	28.7	28.7	28.0	27.5	26.9	26.3	28.5
045	Salvatierra	24.0	25.7	27.9	29.5	30.5	29.2	27.5	27.6	27.6	26.3	25.4	24.3	27.1
052	San Luchas Hacienda	21.8	23.3	26.2	28.1	29.1	27.3	24.8	24.7	24.7	24.4	23.3	22.7	25.0
054	San Miguel Allende	24.1	26.3	29.4	30.9	31.2	29.9	29.0	29.2	28.8	28.2	27.1	25.7	28.3
056	San Roque, Hacienda	25.1	26.8	29.2	31.2	31.9	30.8	28.5	28.2	26.9	26.4	25.5	24.2	27.8
057	Santa Julia	24.2	26.5	28.9	31.6	32.0	30.1	27.7	27.5	26.7	26.0	25.7	24.3	27.6
059	Santa Martha	26.0	27.9	32.5	31.6	31.1	29.5	28.1	28.0	27.7	27.7	26.8	25.4	28.5

CONT. CUADRO No. 3

ESTACION														
No.	Nombre	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Anual
060	Valle de Santiago	24.8	27.5	30.1	32.4	32.8	30.8	28.3	28.7	27.8	27.4	26.5	24.7	28.5
061	Silao	24.7	27.1	29.9	32.0	33.1	31.7	29.1	29.1	28.4	27.7	26.5	24.6	28.7
063	Presa Solís	24.0	25.8	27.9	29.9	30.3	28.2	25.9	26.0	25.8	26.1	25.3	24.3	26.6
064	Tarandacua	23.6	26.0	28.9	30.6	31.1	29.1	27.7	27.6	26.8	26.4	25.2	23.7	27.2
066	Yuriria	22.7	24.8	27.3	29.6	30.1	28.7	26.8	26.6	25.7	25.5	24.3	23.0	26.2
a	Cerano	23.9	25.4	28.6	31.1	31.9	30.2	27.8	27.4	26.6	25.8	25.4	24.0	27.3
b	Cinco Señores	23.7	25.5	28.1	30.5	31.4	29.3	26.7	26.4	25.9	25.3	26.4	24.6	27.0
c	Coroneo	21.0	22.2	24.6	27.3	27.4	25.4	23.5	23.5	22.6	22.5	22.4	21.2	23.6
d	Cortazar	23.5	25.4	28.1	31.2	31.9	30.2	28.2	28.0	27.2	26.4	25.7	24.0	27.5
e	Huizache, El	23.4	25.0	28.3	32.1	32.6	29.8	26.3	26.2	25.1	25.8	26.1	24.1	27.0
f	Jalpa	23.2	24.4	28.2	31.3	31.6	30.2	28.5	28.2	27.3	27.6	26.1	23.5	27.5
g	Romita	24.2	25.9	29.1	32.3	33.4	31.6	29.3	29.0	28.2	27.3	26.6	24.5	28.4

CONT. CUADRO 4

ESTACION														
No.	Nombre	Ene	Feb.	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Anual
035	Pénjamo	6.6	6.8	9.1	11.5	12.9	13.1	14.1	13.5	12.9	10.6	8.5	5.4	10.4
036	Pericos	1.6	4.1	6.6	8.7	11.7	13.2	12.9	12.5	12.0	9.4	6.5	4.2	8.6
039	Puerta del Monte	4.1	4.6	7.5	9.4	12.6	14.8	13.5	13.5	13.4	10.8	7.6	6.2	9.8
040	Puroagua	4.7	5.6	7.9	9.7	11.4	12.1	11.1	10.7	10.7	8.4	6.6	5.0	8.6
042	Ramos Millán	4.0	5.4	8.2	11.1	13.6	14.4	14.2	14.8	13.4	10.0	6.9	3.9	10.0
043	Rfo Laja	4.0	4.8	7.1	9.0	11.4	12.9	13.0	12.6	12.5	8.9	6.8	4.7	9.0
044	Salamanca	5.5	6.7	8.7	11.2	13.7	15.2	14.6	14.3	14.0	11.4	8.4	6.3	10.8
045	Salvatierra	6.8	7.6	10.1	11.7	13.6	14.3	14.4	14.0	13.6	11.8	9.0	7.4	11.2
052	San Lucas Hacienda	4.7	5.9	7.1	9.2	12.1	11.7	11.3	10.0	10.8	9.0	6.1	6.1	8.7
054	San Miguel Allende	7.3	9.2	13.0	13.6	14.4	15.3	15.9	15.8	15.4	13.6	11.1	9.2	12.8
056	San Roque Hacienda	4.4	5.2	6.9	8.0	10.6	13.0	13.3	12.9	12.8	9.8	7.4	4.8	9.0
057	Santa Julia	4.3	5.1	7.5	10.4	13.2	15.0	14.3	14.0	13.7	10.7	7.0	5.3	10.0
059	Santa Martha	5.5	7.1	8.4	10.4	12.3	14.2	13.5	13.7	14.9	11.1	8.5	7.1	10.6
060	Valle de Santiago	5.4	6.9	10.3	13.0	15.2	15.5	14.4	14.3	13.9	11.7	8.3	6.1	11.3
061	Silao	5.3	5.9	7.8	10.3	12.7	14.9	14.2	14.0	13.7	10.6	8.6	6.4	10.4
063	Presa Solís	4.6	5.7	7.7	10.0	12.4	13.9	13.2	13.8	12.8	10.4	7.6	5.3	9.8
064	Tarandacuao	5.2	6.3	8.5	11.0	13.3	14.2	13.5	13.2	12.9	10.0	7.6	5.5	10.1
066	Yuriria	5.2	6.6	8.7	10.8	14.0	14.1	13.3	13.2	12.8	10.5	7.6	5.5	10.2

CONT. CUADRO 4

ESTACION														
No	Nombre	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Anual
a	Cerano	5.8	6.2	8.9	11.4	13.5	14.4	13.7	13.4	13.3	10.7	7.1	6.2	10.4
b	Cinco Señores	2.8	4.5	6.7	10.6	12.2	13.5	13.6	13.3	13.0	8.9	5.5	4.4	9.1
c	Coroneo	3.8	4.8	7.5	7.7	6.1	5.3	6.0	6.5	6.8	7.6	6.6	4.9	6.1
d	Cortazar	6.4	7.3	9.8	12.8	14.4	15.1	14.5	14.2	13.9	11.4	8.6	7.2	11.3
e	Huizache, El	7.1	7.4	10.0	12.8	14.1	14.4	13.6	13.6	13.1	11.1	9.2	8.0	11.2
f	Jalpa	3.8	5.8	7.4	10.6	12.1	13.0	12.8	12.9	12.5	10.8	7.5	5.1	9.5
g	Romita	5.5	5.8	8.3	11.3	13.7	14.7	14.2	14.1	13.8	10.7	6.6	5.6	10.3

Las temperaturas medias ya están dadas directamente en los registros que proporcionan las dependencias que tienen a su cargo las estaciones, pero si se ha pensado en aplicar esta fórmula es porque como se dijo anteriormente las dependencias tienen diferentes formas de calcular la media y se pensó que en esta forma se unificarían los datos. Comparando las temperaturas medias que se dan en los registros con las que se calcularon en este trabajo, se vio que es poca la diferente. Si se dió la fórmula y el método fue para dar a conocer otra forma de obtener la temperatura media.

El cuadro 5, contiene las temperaturas medias resultantes de aplicar la fórmula dada anteriormente.

CUADRO 5. PROMEDIO DE TEMPERATURAS MEDIAS EN °C

ESTACION														
No.	Nombre	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Anual
001	Abasolo	16.4	18.3	20.9	22.9	24.6	24.0	21.9	22.0	21.2	20.1	18.1	16.6	20.6
002	Acámbaro	14.5	15.7	18.1	19.6	21.0	20.5	19.2	19.1	18.7	18.0	16.3	14.8	18.0
009	Agua Tibia	15.1	16.4	19.1	21.3	23.0	22.1	20.3	20.3	19.7	18.4	15.0	14.9	18.8
006	Aldama	16.4	18.5	20.7	23.6	24.5	23.5	21.9	21.9	21.5	20.6	18.8	16.4	20.7
008	Apaseo el Grande	15.2	16.7	19.3	22.7	23.4	22.7	21.3	21.1	20.5	19.1	17.3	15.4	19.5
003	Adjuntas, Las	12.6	14.2	16.7	19.2	21.1	20.8	19.1	18.9	18.1	16.6	14.7	12.9	17.1
010	Begoña, La	13.3	15.3	18.4	20.8	22.0	21.1	19.8	19.8	18.8	16.7	15.2	13.5	17.9
011	Calderones	17.9	19.1	20.1	22.2	22.4	21.9	20.9	20.8	19.9	19.9	19.4	18.5	20.2
013	Celaya	15.0	16.9	20.1	22.6	24.2	23.1	21.9	21.8	20.9	19.2	17.3	15.2	19.8
014	Comonfort	15.1	17.0	18.8	21.0	22.8	22.3	21.4	21.4	20.1	19.0	16.8	15.6	19.3
021	Iramuco	14.9	16.6	19.2	21.2	22.0	20.7	19.6	19.0	19.4	18.3	15.9	14.9	18.8

CONT. CUADRO No. 5

ESTACION														
No.	Nombre	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Anual
022	Irapuato	16.2	17.9	20.0	21.7	23.0	22.2	20.9	21.2	20.3	18.1	17.8	16.2	19.7
023	Jaral del Progreso	14.2	15.9	19.1	20.9	21.6	21.6	20.8	20.7	19.5	17.7	15.6	14.3	18.5
024	Jerécuaro	14.0	15.5	17.4	19.3	20.2	19.6	18.3	18.1	18.0	17.5	15.9	14.6	17.4
025	Juventino Rosas	14.5	16.2	17.6	20.5	22.1	21.4	20.0	20.1	19.4	18.7	16.5	14.8	18.5
031	Manuel Doblado	15.8	17.7	20.8	23.1	24.5	23.6	21.4	21.5	21.5	20.5	18.0	16.8	20.4
033	Moroleón	16.7	18.2	21.0	22.9	23.8	22.5	21.0	20.9	20.5	19.4	17.7	16.3	20.0
035	Pénjamo	17.8	18.6	20.9	23.1	23.6	23.7	22.7	21.6	21.0	20.1	17.1	17.2	20.6
036	Pericos	13.2	13.8	18.1	19.0	21.4	20.8	19.4	19.4	18.7	17.4	15.6	13.7	17.5
039	Puerta del Monte	14.0	15.2	18.1	19.8	21.8	21.2	19.4	19.7	19.2	17.8	15.6	14.3	18.0
040	Puroagua	13.7	15.1	17.4	18.8	19.6	18.5	16.8	16.9	16.7	15.9	15.1	13.6	16.4
042	Ramos Millán	13.9	15.6	18.5	20.3	21.9	20.8	19.7	20.5	19.1	17.2	15.7	13.6	18.1
043	Río Laja	13.8	15.4	18.3	20.2	21.5	21.4	20.7	20.0	19.3	16.9	15.6	13.7	18.1
044	Salamanca	15.4	17.1	19.5	21.9	23.2	22.6	21.2	21.2	20.6	19.2	17.6	16.0	19.4
045	Salvatierra	15.4	16.6	19.0	20.6	22.0	21.5	20.5	20.4	20.3	18.7	17.1	15.8	19.0
052	San Lucas Hacienda	13.3	14.7	17.0	19.0	20.7	19.4	17.7	17.1	17.4	16.6	14.8	14.4	16.8
054	San Miguel Allende	15.7	17.7	21.1	22.0	22.8	22.3	22.0	22.1	21.7	20.6	19.0	17.4	20.4
056	San Roque Hacienda	15.1	16.5	18.6	20.4	21.6	21.9	20.6	20.2	19.4	17.9	16.4	14.7	18.6
057	Santa Julia	14.4	16.2	18.6	21.4	22.7	22.2	20.6	20.3	19.8	18.0	17.3	14.9	18.8
059	Santa Martha	16.0	17.9	21.4	21.4	22.2	21.5	20.5	20.5	20.8	19.2	17.6	16.2	19.6

CON. CUADRO No. 5

ESTACION		Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Anual
No	Nombre													
060	Santiago Valle de	15.3	17.5	20.4	22.9	24.0	22.8	20.9	21.2	20.4	19.3	17.4	15.5	19.8
061	Silao	15.2	17.0	19.5	21.7	23.3	23.2	21.3	21.2	20.7	19.0	17.5	15.5	19.6
063	Solís Presa	14.6	16.1	18.2	20.3	20.3	19.7	19.1	19.4	18.9	18.0	16.3	15.1	18.1
064	Tarandacua	14.6	16.6	19.2	21.3	22.3	21.3	20.3	20.1	19.5	18.1	16.5	14.8	18.5
066	Yuriria	13.9	15.7	18.0	20.1	21.8	20.1	19.7	19.5	18.0	17.7	15.8	14.2	18.0
a	Cerano	15.0	16.2	19.2	21.7	23.0	22.2	20.5	20.1	19.6	18.0	16.5	15.2	18.9
b	Cinco Señores	13.8	15.6	18.0	20.9	22.1	21.3	19.7	19.4	19.0	17.0	16.5	15.0	18.2
c	Coroneo	12.5	13.7	16.1	18.0	17.6	15.9	14.8	15.1	14.6	14.8	14.4	13.0	15.0
d	Cortazar	14.9	16.3	19.0	22.1	23.1	22.4	20.9	20.7	20.1	18.6	17.1	15.5	19.2
e	Huizache, El	15.2	16.3	19.3	22.8	23.7	21.9	19.5	19.5	18.6	18.2	17.6	15.9	19.0
f	Jalpa	13.8	15.3	18.4	21.5	22.1	21.1	20.5	20.3	19.6	19.1	17.0	14.5	18.6
g	Romita	14.9	16.1	19.2	22.3	23.8	23.0	21.5	21.3	20.7	18.9	16.9	15.1	19.5
h	Sabino, El	15.0	16.4	18.0	21.9	23.3	22.4	20.9	20.7	20.1	18.5	17.1	16.1	19.2
i	Terrero, El	13.3	15.5	18.3	21.5	21.7	20.4	17.7	18.0	17.6	16.5	15.5	14.5	17.5

De los cuadros de temperaturas máximas, mínimas y medias se puede concluir que:

Las temperaturas máximas varían entre 21° y 34°C en números cerrados y que los promedios anuales están alrededor de los 27°C.

Las temperaturas mínimas oscilan entre 1° y 17°C y los promedios anuales varían alrededor de los 9° C.

En cambio los promedios de las temperaturas medias se encuentran entre 12° y 23°C y la temperatura media anual gira alrededor de 18°C en esta zona.

El mes que registra las más altas temperaturas es mayo y los meses con las más bajas temperaturas son: diciembre y enero.

4. Cálculo de las fechas en las que la temperatura cruza ciertos límites. Es interesante poder conocer las fechas aproximadas en las que una temperatura alcanza y sobrepasa ciertos límites.

De haberse calculado el promedio mensual de las temperaturas ya sean máximas, mínimas o medias es posible obtener con bastante aproximación las fechas en las que la temperatura máxima supera los 25°C que son considerados el límite para los llamados "días veraniegos" y otros (1). Al tener estas fechas se puede calcular fácilmente el número de días al año con temperaturas superiores a este límite y así el porcentaje de días al año con

(1) Courad y Pollak " Methods in Climatology, pág. 168.

esta temperatura o más.

El método está basado en una especie de interpolación y se calcula a partir de los promedios de temperaturas. Las fórmulas utilizadas son las siguientes: (2)

$$da = 30 \frac{to - ta}{tp - ta} \qquad dp = 30 \frac{ta - to}{ta - tp}$$

En donde

da = es el número de días que deben sumarse a la mitad del mes que todavía no alcanza la temperatura deseada

to = temperatura límite deseada

ta = temperatura del mes inmediato anterior a esta temperatura (to)

tp = temperatura del mes posterior al mes que tenga esta temperatura (to)

dp = número de días posteriores a la mitad del último mes que aún tiene temperatura mayor a nuestro límite.

Como ejemplo se calculará para la estación de Silao Guanajuato la fecha aproximada en que la temperatura máxima cruza el límite de los 25°C para ascender y cuando vuelve a cruzarlo para descender. De los promedios de temperaturas máximas se observa que para esta estación en el mes de enero existe una temperatura de 24.7°C y en el mes de febrero de 27.1°C; por lo tanto, un día entre estos dos meses se efectúa el ascenso de la temperatura a los 25°C; durante los siguientes meses la temperatura se mantiene alta y vuelve a descender alcanzando en noviembre la temperatura de 26.5°C, cruza otra vez el límite y llega en diciembre a la temperatura de 24.6°C.

(2) Courad y Pollak " Methods in Climatology", pág. 165.

Aplicando las fórmulas se tiene:

$$da = 30 \frac{25.0 - 24.7}{27.1 - 24.7} = 30 \frac{0.3}{2.4} = 3.7$$

$$dp = 30 \frac{26.5 - 25.0}{26.5 - 24.6} = 30 = \frac{1.5}{1.9} = 23.7$$

El primer resultado, o sea 3.7 días que es posible aproximarlo a 4, se deben sumar al 16 de enero, lo que marca la fecha de 20 de enero como el día aproximado en que la temperatura máxima asciende a más de 25°C.

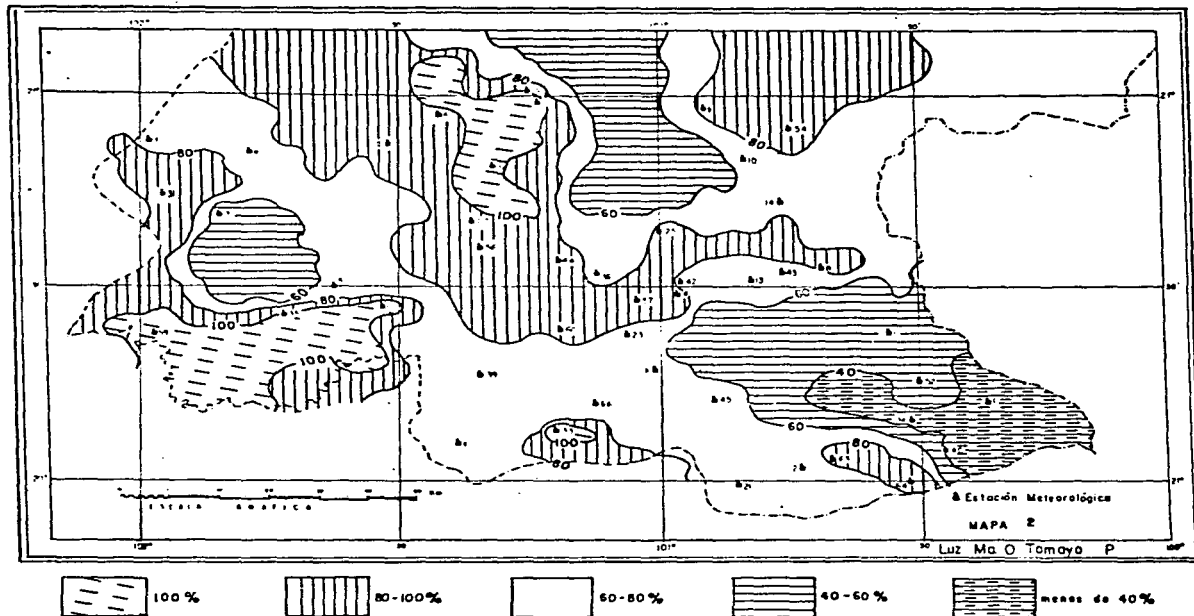
El siguiente resultado que es de 23.7, se redondea a 24 días, que deberán añadirse al 16 de noviembre, lo que señala que a partir del 10 de diciembre la temperatura máxima que hasta antes de esta fecha se mantenía arriba de los 25°C, descendiende y se conserva baja hasta el 20 de enero, aproximadamente, en que vuelve a subir.

Estas dos fechas: del 20 de enero al 10 de diciembre dan un periodo intermedio durante el cual, la temperatura máxima se mantiene por encima de los 25°C, lo que da un total de 324 días al año, que corresponde a un porcentaje anual de 88.8 de días veraniegos.

A continuación se presenta el mapa 2 y la relación de

las estaciones, la fecha en que la temperatura máxima cruza el límite de los 25°C, el número de días al año con más de esta temperatura y su porcentaje anual, en el Cuadro 6.

PORCENTAJE DE DIAS VERANIEGOS



En el mapa 2 se puede notar que el promedio del porcentaje de días veraniegos está alrededor de 80 y disminuye notablemente en las partes altas de la sierra.

CUADRO No. 6

DIAS VERANIEGOS

ESTACION		FECHA EN QUE	FECHA EN QUE	NUMERO DE DIAS	PORCIENTO
Número	Nombre	ASCIENDE LA TEMPERATURA A MAS DE 25°C	DESCIENDE	AL AÑO CON MAS DE 25°	ANUAL DE DIAS VERANIE- GOS
001	Abasolo	Todos los días arriba de 25°C		365	100.0%
002	Acámbaro	18 de ene.	19 de oct.	274	75.0%
003	Adjuntas	26 de feb.	15 de sep.	201	55.1%
005	Agua Tibia	7 de feb.	8 de oct.	243	66.6%
006	Aldama	Todos arriba de 25°C		365	100.0%
008	Apaseo	15 de ene.	8 de dic.	327	86.6%
010	Begoña, La	9 de feb.	29 de oct.	262	71.8%
011	Calderones	Todos arriba de 25°C		365	100.0%
013	Celaya	7 de feb.	24 de nov.	290	79.4%
014	Comonfort	29 de ene.	15 de nov.	290	79.4%
021	Iramuco	11 de feb.	26 de oct.	257	79.4%
022	Irapuato	5 de ene.	5 de dic.	334	91.5%
023	Jaral del Progreso	14 de feb.	12 de oct.	240	65.7%
024	Jerécuaro	5 de mar.	8 de jul.	125	34.2%
025	Juventino Rosas	27 de ene.	28 de nov.	305	83.6%
031	Manuel Doblado	23 de ene.	1 de dic.	312	85.5%
033	Moroleón	Todos arriba de 25 °C		365	100.0%
035	Pénjamo	Todos arriba de 25 °C		365	100.0%
036	Pericos	26 de feb.	9 de nov.	256	70.1%

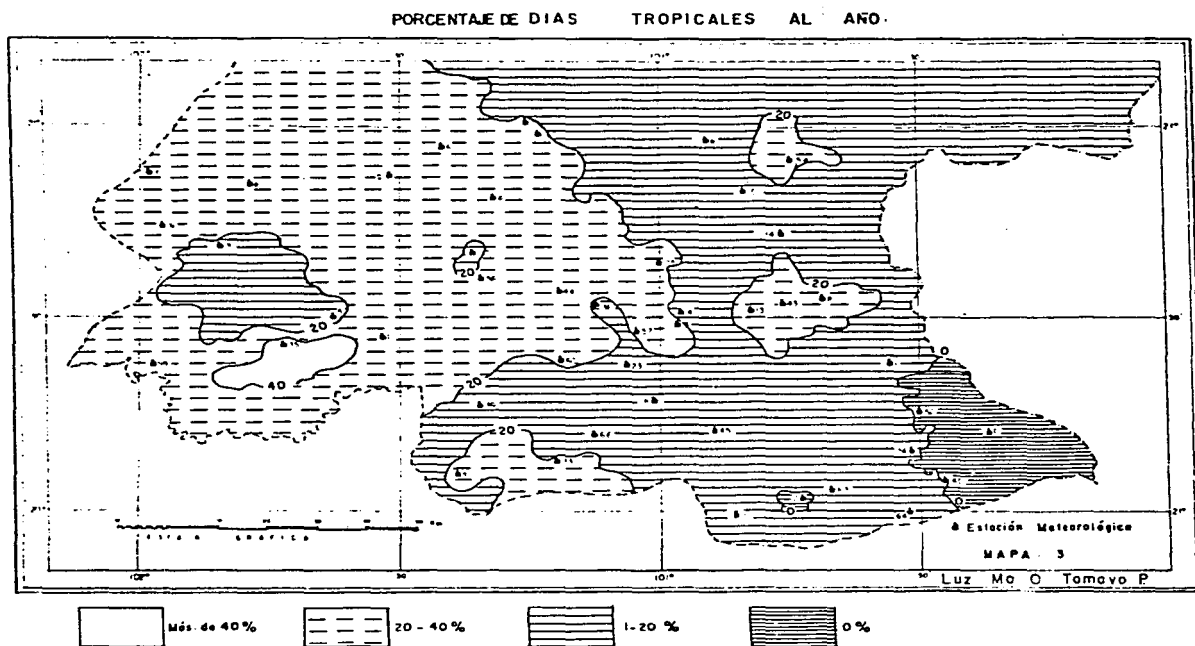
CONT. CUADRO No. 6.

ESTACION		FECHA EN QUE	FECHA EN QUE	NUMERO DE DIAS	PORCIENTO
Número	Nombre	ASCIENDE LA	DESCIENDE	AL AÑO CON MAS	ANUAL DE
		TEMPERATURA A		DE 25°C	DIAS VERANIEGOS
		MAS DE 25°C			
039	Puerta del Monte	11 de feb.	5 de nov.	267	73.1 %
040	Puroagua	28 de feb.	23 de jun.	115	31.5 %
042	Ramos Millán	11 de feb.	16 de oct.	247	67.7 %
043	Río Laja	8 de feb.	28 de oct.	262	71.8 %
044	Salamanca	16 de ene.	15 de ene.	364	99.7 %
045	Salvatierra	6 de feb.	20 de nov.	287	78.6 %
052	San Lucas Hacienda	2 de feb.	14 de jul.	162	44.4 %
054	San Miguel Allende	28 de ene.	29 de dic.	335	91.8 %
056	San Roque Hacienda	12 de ene.	27 de nov.	319	87.4 %
057	Santa Julia	2 de feb.	1° de dic.	302	82.7 %
059	Santa Martha	Todos arriba de 25° C		365	100.0 %
060	Santiago, Valle de	18 de ene.	11 de dic.	325	89.0 %
061	Silao	20 de ene.	10 de dic.	324	88.8 %
063	Solís, Presa	17 de ene.	25 de nov.	312	85.4 %
064	Tarandacuao	2 de feb.	20 de nov.	291	79.7 %
066	Yuriria	26 de feb.	28 de oct.	244	66.8 %
a	Cerano	7 de feb.	24 de nov.	290	79.4 %
b	Cinco Señores	7 de feb.	9 de dic.	305	83.5 %

CONT. CUADRO No. 6

ESTACION		FECHA EN QUE	FECHA EN QUE	NUMERO DE DIAS	PORCIENTO
Número	Nombre	ASCIENDE LA	DESCIENDE	AL AÑO CON MAS	ANUAL DE
		TEMPERATURA A		DE 25° C	DIAS VERANIEGOS
		MAS DE 25°C			
c	Coroneo	20 de mar.	22 de jun.	94	25.7 %
d	Cortazar	22 de ene.	28 de nov.	310	84.9 %
e	Huizache, El	15 de feb.	2 de dic.	290	79.4 %
f	Jalpa	21 de feb.	29 de nov.	281	77.0 %
g	Romita	30 de ene.	9 de dic.	313	85.7 %
h	Sabino, El	15 de feb.	11 de nov.	269	73.7 %
i	Terrero , El	20 de feb.	7 de ago.	168	46.0 %

El mapa 3 y el cuadro 7, siguientes, se refieren a los días tropicales, cuyo límite es la temperatura máxima de 30°C.



En este mapa se puede ver que la zona se divide prácticamente a la mitad y que la mitad este, es la que registra el número mínimo de días tropicales y la parte oeste, el máximo, con excepción de las sierras de Pénjamo.

DIAS TROPICALES

CUADRO No. 7

ESTACION		FECHA EN QUE	FECHA EN QUE	NO DE DIAS	PORCENTAJE ANUAL
Número	Nombre	ASCIENDE LA TEMPERATURA A MAS DE 30°C	DESCIENDE	AL AÑO CON MAS DE 30°C	DE DIAS TROPICALES
001	Abasolo	12 de mar.	7 de jul.	117	32.0 %
002	Acámbaro	Todos abajo de 30°C		0	0
003	Adjuntas	6 de may.	24 de may.	18	4.9 %
005	Agua Tibia	7 de abr.	5 de jun.	59	16.1 %
006	Aldama	2 de mar.	10 de jul.	130	35.6 %
008	Apaseo	23 de mar.	5 de jul.	104	28.5 %
010	Begoña, La	11 de abr.	30 de may.	49	13.4 %
011	Calderones	27 de mar.	5 de jul.	100	27.4 %
013	Celaya	23 de mar.	10 de jul.	109	29.9 %
014	Comonfort	8 de abr.	18 de jun.	71	19.4 %
021	Iramuco	11 de abr.	22 de may.	41	11.2 %
022	Irapuato	5 de abr.	5 de jun.	61	16.7 %
023	Jaral del Progreso	13 de abr.	25 de may.	42	11.5 %
024	Jerécuaro	Todos abajo de 30°C		0	0
025	Juventino Rosas	1° de abr.	17 de jun.	77	21.1 %
031	Manuel Doblado	17 de mar.	26 de jun.	101	27.7 %
033	Moroleón	10 de mar.	17 de jun.	99	
035	Pénjamo	28 de feb.	15 de ago.	168	46.0 %
036	Pericos o Valtierra	9 de abr.	29 de may.	50	13.1 %

CONT. CUADRO No. 7

ESTACION		FECHA EN QUE	FECHA EN QUE	NO. DE DIAS	PORCENTAJE ANUAL
Número	Nombre	ASCIENDE LA	DESCIENDE	AL AÑO CON	DE DIAS TROPICA-
		TEMPERATURA		MAS DE 30°C	LES
		A MAS DE 30°C			
039	Puerta del Monte	21 de abr.	27 de may.	36	9.9 %
040	Puroagua	Todos abajo de 30° C		0	0
042	Ramos Millán	3 de may.	21 de may.	18	4.9 %
043	Río Laja	7 de abr.	21 de jun.	75	20.5 %
044	Salamanca	26 de mar.	24 de jun.	90	24.6 %
045	Salvatierra	3 de may.	24 de may.	21	5.7 %
052	San Lucas Hacienda	Todos abajo de 30°C		0	0
054	San Miguel Allende	28 de mar.	13 de jun.	77	21.1 %
056	San Roque Hacienda	28 de mar.	26 de jun.	90	24.6 %
057	Santa Julia	31 de mar.	17 de jun.	78	21.3 %
059	Santa Martha	2 de mar.	6 de jun.	96	26.3 %
060	Santiago, Valle de	17 de mar.	26 de jun.	101	27.7 %
061	Silao	17 de mar.	6 de jul.	111	30.4 %
063	Solís, Presa	23 de abr.	20 de may.	27	7.3 %
064	Tarandacuao	4 de abr.	1° de jun.	58	
066	Yuriria	10 de may.	18 de may	8	
a	Cerano	2 de abr.	18 de jun.	77	21.1 %
b	Cinco Señores	9 de abr.	5 de jun.	57	15.6 %
c	Coroneo	Todos abajo de 30° C		0	0

CONT. CUADRO No. 7

ESTACION		FECHA EN QUE	FECHA EN QUE	NO. DE DIAS	PORCENTAJE ANUAL
Número	Nombre	ASCIENDE LA	DESCIENDE	AL AÑO CON	DE DIAS TROPICA-
		TEMPERATURA		MAS DE 30°C	LES
		A MAS DE 30°C			
d	Cortazar	3 de abr.	19 de jun.	77	21.1 %
e	Huizache, El	29 de mar.	13 de jun.	76	20.8 %
f	Jalpa	2 de abr.	9 de jun.	78	21.4 %
g	Romita	24 de mar.	7 de jul.	105	28.8 %
h	Sabino, El	7 de abr.	12 de jun.	66	18.1 %
i	Terrero, El	5 de abr.	26 de may.	51	14.0 %

DIAS AGRADABLES

CUADRO No. 8

Temperatura media de 18.3°C, a esa temperatura, el cuerpo humano se siente cómodo sin necesidad de calefacción como en otros países.

ESTACION		FECHA EN QUE	FECHA EN QUE	NUMERO DE DIAS	% ANUAL CON MAS
Número	Nombre	LA TEMPERATURA ASCIENDE A 18.3°C	DESCIENDE DE 18.3°C	AL AÑO CON TEM- PERATURA SUPE- RIOR A 18.3°C	CON MAS DEL 18.3°C
001	Abasolo	15 de feb.	12 de nov.	270	74.0
002	Acámbaro	20 de mar.	10 de oct.	204	55.9
003	Adjuntas, Las	4 de abr.	7 de sep.	156	42.7
005	Agua Tibia	9 de mar.	22 de nov.	257	70.4
006	Aldama	12 de feb.	10 de nov.	271	74.2
008	Apaseo	6 de mar.	29 de oct.	237	64.9
010	Begoña, La	17 de mar.	22 de sep.	189	51.8
011	Calderones	26 de ene.	26 de dic.	334	91.5
013	Celaya	25 de feb.	30 de oct.	247	67.7
014	Comonfort	10 de mar.	25 de oct.	229	62.7
019	Guanajuato	16 de mar.	3 de oct.	181	49.5
021	Iramuco	8 de mar.	16 de oct.	222	60.8
022	Irapuato	22 de feb.	13 de oct.	233	63.8
023	Jaral del Progreso	10 de mar.	6 de oct.	210	57.5
024	Jerécuaro	31 de mar.	13 de jul.	104	28.5
025	Juventino Rosas	23 de mar.	21 de oct.	212	58.1

CONT. CUADRO No. 8

ESTACION		FECHA EN QUE	FECHA EN QUE	NUMERO DE DIAS	% ANUAL CON MAS
Número	Nombre	LA TEMPERATURA ASCIENDE A 18.3°C	DESCIENDE DE 18.3°C	AL AÑO CON TEM- PERATURA SUPE- RIOR A 18.3°C	CON MAS DEL 18.3°C
031	Manuel Doblado	22 de feb.	11 de nov.	262	71.8
033	Moroleon	17 de feb.	4 de nov.	229	62.7
035	Pénjamo	4 de feb.	3 de nov.	272	74.5
036	Pericos	23 de mar.	25 de sep.	186	50.9
039	Puerta del Monte	19 de mar.	5 de oct.	200	54.8
040	Puroagua	4 abr.	19 de jun.	76	20.8
042	Ramos Millan	16 de mar.	29 de sep.	196	53.7
043	Río Laja	18 de mar.	28 de sep.	194	53.1
044	Salamanca	3 de mar.	10 de nov.	243	66.6
045	Salvatierra	13 de mar.	18 de oct.	219	60.0
052	San Lucas, Hacienda	4 de abr.	5 de jul.	92	25.2
054	San Miguel de Allende	21 de feb.	29 de nov.	284	77.8
056	San Roque, Hacienda	14 de mar.	8 de oct.	208	57.0
057	Santa Julia	14 de mar.	11 de oct.	211	57.8
059	Santa Martha	19 de feb.	2 de nov.	256	70.1
060	Santiago, Valle de	24 de feb.	1 de nov.	250	68.5
061	Silao	4 de mar.	30 de oct.	240	65.7
063	Solís	17 de mar.	6 de oct.	203	55.6
064	Tarandacua	7 de mar.	21 de oct.	228	62.5

CONT. CUADRO No. 8

ESTACION		FECHA EN QUE	FECHA EN QUE	NUMERO DE DIAS	% ANUAL CON MAS
Número	Nombre	LA TEMPERATURA	DESCIENDE DE	AL AÑO CON TEM	CON MAS DEL
		ASCIENDE A	18.3°C	PERATURA SUPE-	18.3°C
		18.3°C		RIOR A 18.3°C	
066	Yuriria	20 de mar.	29 de sep.	193	52.8
a	Cerano	9 de mar.	10 de oct.	215	58.9
b	Cinco Señores	19 de mar.	26 de sep.	191	52.3
c	Coroneo	Todos abajo de 18.3°C		0	0
d	Cortazar	10 de mar.	22 de oct.	226	61.9
e	Huizache, El	8 de mar.	8 de oct.	214	58.6
f	Jalpa	17 de mar.	27 de oct.	224	61.4
g	Romita	9 de mar.	25 de oct.	230	63.0
h	Sabino, El	19 de mar.	20 de oct.	216	59.2
i	Terrero, El	18 de mar.	9 de jul.	113	30.9

Hay muchas formas en las que se puede utilizar este método de calcular los límites de ciertas temperaturas; puede mencionarse como ejemplo que a determinada temperatura germinan algunos cultivos y es principalmente favorable conocer estos límites para la agricultura. Hay varios ejemplos que se pueden citar como el cultivo del maíz tan extendido no solo en la región sino en toda la República; muchas especies de maíz son de clima cálido, se cultiva entre las latitudes de 58° N y 40° latitud sur, la adaptabilidad del maíz a varios tipos de clima es asombroso; sin embargo, para mejores resultados, deberá tener durante su estación de crecimiento (140 días o más), una temperatura media alrededor de 24°C; las temperaturas nocturnas deben exceder a 14.4°C; el maíz no crece prácticamente donde la media de la temperatura de verano que es su época de crecimiento es menor de 19°C o donde la temperatura promedio durante la noche en los meses de verano es menos de 12.8°C.

Claro que hay otras variedades; algunas pueden crecer en menos de 100 días y otros retardados que requieren de 180 días y temperaturas de 26°C en su estación de crecimiento (1).

Este ejemplo ilustra la importancia de calcular los límites de temperatura. Se podrían citar algunos más pero tal vez resulte más adecuado hacerlo cuando ya se tenga un cuadro más completo de la región, pues dentro de este campo de la agricultura son varios los factores que la afectan directamente entre los principales están: humedad, calor y luminosidad que junto con el intercambio de bióxido de carbono, oxígeno y nutrientes afectan la fotosíntesis que influye en el crecimiento, ger

(1) Klages " Ecological Crop Geography" , pág. 393.

minación, formación del fruto y productividad de la planta. Además el clima influye directamente en otros agentes que afectan la productividad como son: plagas de insectos, hongos, virus y calidad del suelo.

Si se ha escogido el límite de 25°C se debe a que es una temperatura máxima que además de que puede influir en la región, tiene un porcentaje alto dentro de la misma. En el trabajo que sirvió como guía para los métodos estadísticos, (2) en los días con temperatura máxima mayor de 25°C se les llamó días veraniegos y guardan un gran contraste en las regiones que se trabajaron y que pertenecen a Estados Unidos con las aquí estudiadas que tienen un alto porcentaje de días cálidos.

Analizando el mapa de isolíneas de porcentaje de temperaturas máximas mayores de 25°C, se observa que gran parte de la región tiene porcentajes entre 80 y 100 y sólo son menores en la parte alta de las Sierras y extremo Sureste del Estado, debido a su altitud.

Al hacer el mapa de porcentajes de días con temperaturas máximas mayores de 30°C (días tropicales), se notó una ligera variación con el anterior, pues se observa que la zona se encuentra dividida verticalmente en dos partes: el este tiene porcentajes menores de 20, con excepción de pequeñas zonas que son: el valle de San Miguel Allende, el de Celaya y Apaseo, y el de Moroleón, todos con porcentajes mayores. Y el extremo Sureste del Estado cuyo porcentaje es nulo.

(2) Conrad y Pollak "Methods in Climatology ", pág. 168.

La otra gran zona que es el oeste tiene porcentajes mayores de 20 % con excepción de la parte alta de la Sierra de Pér^oamo que es menor y el Valle de Pénjamo que registra el mayor número de días al año con temperaturas máximas arriba de 30°C; el porcentaje correspondiente de días tropicales (más de 30°C), en esta zona es de 40 %.

III PRECIPITACION

1. Definiciones. Al hacer la evaluación del clima, es de suma importancia la cuantificación de la precipitación. Su estudio es muy extenso, pues son varias las formas que de ella existen, como se verá más adelante.

La precipitación está íntimamente ligada a la cantidad de vapor de agua que contiene la atmósfera.

Mientras mayor es la cantidad de vapor de agua contenida en el aire, mayor es la capacidad de la atmósfera para producir precipitación y tormentas eléctricas.

El vapor de agua en la atmósfera aunque en cantidad es pequeña, en porcentaje representa una fuente de energía calórica (calor latente de condensación) que se libera al formarse las nubes y la precipitación ocasionando el transporte de energía en la atmósfera que los vientos acarrearán a grandes distancias.

El vapor de agua es invisible y proviene de la evaporación del agua de los océanos, de las áreas terrestres húme-das, de los lagos, de la vegetación y de los pequeños depósitos de aguas superficiales. Es sabido que la evaporación es el pro-ceso por el cual el agua en estado líquido pasa al estado gaseo-so.

El aire al ascender se enfría, al principio puede ser seco pero al irse enfriando se va saturando hasta que alcanza su nivel de condensación; esta altura es en general mayor en vera-no que en invierno.

Se puede decir que la precipitación se produce cuando las pequeñas partículas de agua que se encuentran en suspensión coloidal en las nubes se unen unas a otras (coalescencia) y adquieren magnitudes tan grandes que les obliga a caer. La precipitación se origina en las nubes.

Las causas que favorecen la formación de gotas más grandes son:

a) La turbulencia del aire que hace que las gotas choquen unas con otras y se unan.

b) La existencia del agua en sus tres estados físicos simultáneamente.

c) Que la capa de nubes tenga algún espesor de manera que las gotas vayan creciendo al ir cayendo.

El contenido de humedad de los vientos depende principalmente de la superficie sobre la cual se desplazan. Si han tenido una larga trayectoria sobre el mar recogerán humedad de él y serán vientos húmedos; por el contrario si se originan sobre un continente serán vientos secos.

La capacidad del viento para contener vapor de agua depende de su temperatura; el aire caliente tiene mayor capacidad para contener vapor de agua que el aire frío, así que cuando una masa de aire caliente se satura origina mucha más precipitación que la que puede producir una masa de aire frío al saturarse.

La existencia de barreras montañosas influye mucho en la cantidad de agua que se precipita. Si las montañas siguen

una dirección perpendicular a la de los vientos húmedos, el enfriamiento adiabático del aire es muy rápido e intenso en las laderas expuestas a ellos; en cambio en las contrarias el aire tiende a ser descendente y a calentarse adiabáticamente, lo que se traduce en una disminución considerable de la lluvia. Así en un valle, por ejemplo, a las montañas que obstaculizan la entrada de vientos cargados de humedad se les llama sombra pluvial.

De las formas de precipitación la primera y más importante es la lluvia, que está íntimamente ligada con el ascenso de las masas de aire pues el enfriamiento adiabático ocasionado por el ascenso del aire, es el único capaz de reducir la temperatura de grandes masas de aire por debajo del punto de saturación y producir condensación abundante que traiga como consecuencia gran precipitación.

La precipitación es registrada por medio de los pluviómetros que son aparatos que sirven para medir la altura del agua de lluvia.

Están constituidos por un recipiente que en lo general es de forma cilíndrica y que se coloca en un lugar plano firme y lejos de bardas o edificios para que el agua caiga libremente en él. Este recipiente tiene una tapa en forma de embudo por donde el agua va a caer a una probeta en donde se mide la altura del agua en milímetros o en pulgadas.

2. Precipitación promedio. Los datos de precipitación se anotan día a día en tarjetas especiales; la precipitación diaria es la altura en milímetros que la lluvia alcanzó ese día.

La precipitación mensual es la suma de las precipita

ciones diarias durante todo el mes. La precipitación anual es la suma de las precipitaciones mensuales durante todo el año.

Para usos de la climatología se requieren de las precipitaciones medias mensuales que son los promedios de las precipitaciones mensuales durante un determinado número de años.

Y también son necesarias las precipitaciones medias anuales, que son los promedios de las precipitaciones anuales durante un largo periodo de años (1).

Como se ha dicho anteriormente se puede decir que la forma de calcular las precipitaciones anuales es:

$$Pa = \sum_{i=1}^{12} Pm$$

en donde

Pa = precipitación anual

pm = precipitación mensual

El procedimiento para obtener las precipitaciones medias anuales es:

$$Pm_A = \frac{\sum_{i=1}^{12} Pa}{N}$$

en donde:

N = número de años

Pm_A = precipitación media anual

Pa = promedios anuales

Para obtener la precipitación media por meses se hará lo siguiente:

$$Pme = \frac{\sum_{i=1}^n Pea}{N}$$

en donde:

Pme = precipitación media de enero

Pea = precipitación media de enero en cada año

(1) García E. " Apuntes de Climatología".

N = número de años

Los datos de precipitaciones medias anuales para las 45 estaciones que se han estudiado se obtuvieron de los archivos del Observatorio Meteorológico Nacional, de la Secretaría de Recursos Hidráulicos y de los Boletines 1 y 4 del Plan Lerma.

El resultado del cálculo de la lluvia media mensual y anual es el siguiente:

CUADRO No. 9

P R E C I P I T A C I O N

ESTACION														
Número	Nombre	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Anual
001	Abasolo	13.7	5.1	7.8	7.3	26.3	123.9	188.2	162.2	143.5	41.9	12.0	10.1	742.0
002	Acámbaro	13.5	5.3	5.8	11.8	35.5	145.9	179.0	157.5	122.1	57.8	12.8	6.0	754.1
003	Adjuntas	12.2	2.1	4.4	11.4	27.7	147.3	161.4	169.3	128.3	34.7	10.2	6.7	717.9
005	Agua Tibia	5.3	0.7	3.4	5.3	19.8	136.1	188.7	110.2	117.5	34.3	7.4	5.1	633.8
006	Aldama	14.0	5.1	2.5	14.4	31.2	112.3	135.7	160.5	130.2	45.1	12.8	7.9	678.7
008	Apaseo	12.0	4.2	5.3	16.7	31.4	124.9	123.7	123.0	94.7	48.8	9.2	7.2	601.1
010	Begoña, La	13.7	3.5	7.4	22.0	34.6	111.5	136.1	106.4	115.2	43.0	9.7	9.2	612.4
011	Calderones	10.9	5.3	3.5	10.2	23.6	107.9	130.2	115.7	114.3	40.3	9.3	7.1	578.5
013	Celaya	9.9	4.8	6.0	11.9	29.6	104.9	132.2	125.1	111.9	39.8	12.7	8.5	597.4
014	Comonfort	10.6	6.8	6.8	15.0	39.2	119.0	166.7	142.2	124.7	38.2	12.3	13.2	694.5
019	Guanajuato	12.3	5.4	6.2	15.1	32.2	127.4	140.6	129.3	128.3	48.2	16.4	13.3	674.6
021	Iramuco	13.0	7.5	6.7	13.0	39.3	134.7	167.2	159.0	130.3	45.3	8.9	8.0	733.1
022	Irapuato	11.5	3.8	8.7	9.5	25.6	127.1	166.8	153.6	143.1	41.4	14.5	9.1	714.8

CONT. CUADRO No. 9

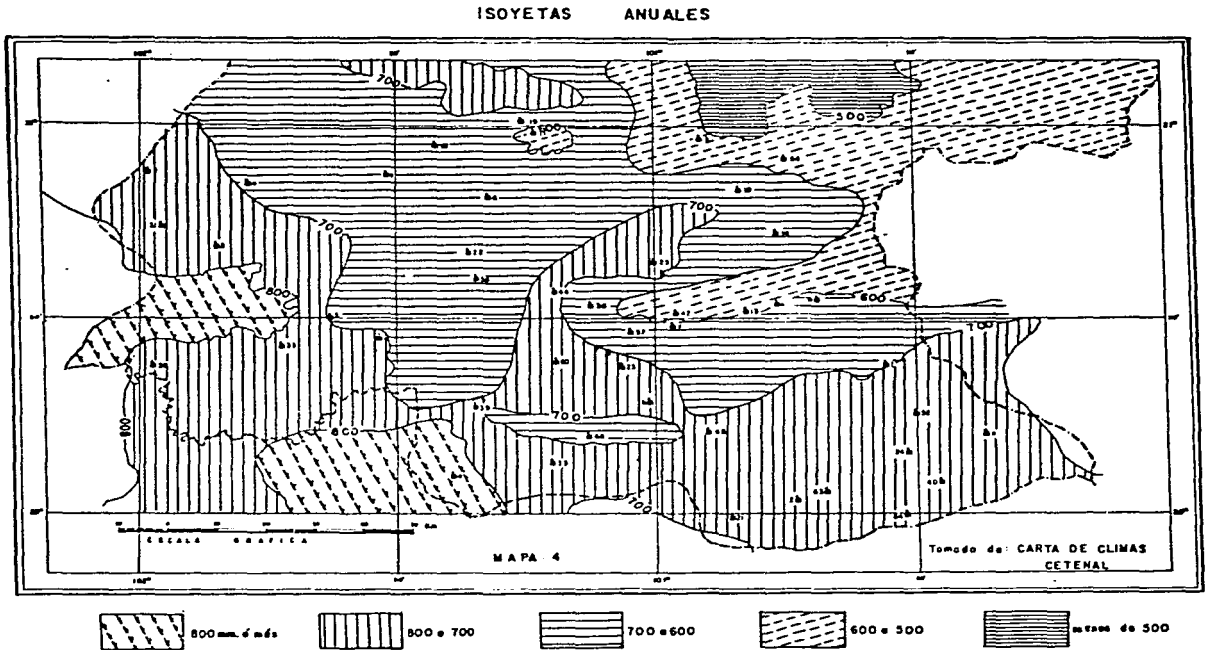
ESTACION														
No.	Nombre	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Annual
023	Jaral del Progreso	13.8	7.1	6.5	12.2	35.0	137.6	144.3	144.8	129.9	57.2	13.6	9.8	712.0
024	Jerécuaro	13.7	8.7	14.0	19.4	39.9	145.2	170.3	179.5	128.6	65.2	11.6	13.1	809.3
025	Juventino Rosas	11.5	8.3	7.5	14.4	38.9	129.2	160.6	141.7	128.3	51.1	12.2	12.8	716.5
031	Manuel Doblado	7.1	2.2	2.7	2.3	33.2	148.0	182.4	148.4	127.8	38.2	16.2	20.8	729.3
033	Moroleón	4.6	6.1	8.0	11.2	38.7	141.2	166.9	150.2	154.7	54.9	17.6	10.2	764.4
035	Pénjamo	10.8	2.1	1.8	6.0	34.1	129.0	179.8	163.8	123.2	38.1	12.6	9.7	711.1
036	Pericos	12.3	5.0	5.9	13.9	25.8	131.1	142.4	134.1	134.5	41.4	11.7	8.6	666.7
039	Puerta del Monte	7.9	4.3	4.6	7.6	30.5	127.9	153.3	125.9	147.8	52.1	25.6	8.1	695.6
040	Puroagua	16.2	3.4	5.5	10.9	49.0	136.4	179.3	167.8	131.2	53.7	15.3	8.4	777.2
042	Ramos Millán	0.7	2.5	3.9	14.6	34.7	92.5	123.3	73.9	102.8	20.9	8.7	6.3	484.8
043	Río Laja	13.4	2.9	9.6	21.4	41.1	110.6	114.8	84.2	90.7	45.2	14.7	11.7	560.4
044	Salamanca	12.0	5.1	6.9	12.4	30.9	137.5	159.4	166.6	128.0	50.8	10.6	9.2	729.6
045	Salvatierra	12.6	7.1	7.0	12.3	34.1	133.0	163.3	156.2	138.8	50.1	11.5	9.7	736.0
052	San Lucas Hacienda	15.5	3.2	8.4	6.0	45.8	118.6	150.8	157.7	149.8	50.6	3.8	3.6	713.8
054	San Miguel Allende	9.6	6.2	5.1	15.2	34.3	104.9	98.0	92.9	95.8	34.0	9.1	11.0	516.3
056	San Roque Hacienda	6.0	4.7	3.9	10.3	30.5	78.2	96.9	90.8	95.8	28.4	8.4	8.3	462.1
057	Santa Julia	17.0	6.0	8.1	15.0	31.4	128.4	131.0	142.6	112.5	56.3	7.7	7.1	663.3
059	Santa Martha	7.3	1.4	1.9	9.9	28.6	125.8	152.0	163.2	157.4	48.4	13.7	7.1	716.7
060	Santiago, Valle de	12.9	5.5	5.2	12.2	34.2	123.4	146.5	151.5	116.5	61.3	19.2	15.7	704.5
061	Silao	13.2	5.9	7.2	9.7	25.4	118.8	135.8	146.4	126.4	47.2	13.3	11.8	661.3

CONT. CUADRO No. 9

ESTACION														
No.	Nombre	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Anual.
063	Solís, Presa	12.2	5.4	5.1	13.5	35.1	146.8	172.8	153.9	130.4	59.6	14.2	9.3	758.4
064	Tarandacua	16.4	4.9	5.4	15.4	37.8	134.1	173.3	161.1	134.5	62.4	12.5	10.8	768.7
066	Yuriria	14.7	7.0	6.5	12.5	32.7	133.9	151.7	130.8	122.2	50.6	12.5	8.6	684.2
a	Cerano	19.8	11.2	8.7	19.8	60.0	130.3	180.9	173.3	158.8	76.6	4.8	11.4	855.6
b	Cinco Señores	12.9	9.0	15.0	21.5	46.7	111.0	111.8	135.2	130.7	49.7	4.8	12.2	660.5
c	Coroneo	18.2	10.6	19.3	25.4	33.6	159.6	200.4	159.4	114.7	88.4	5.0	13.4	848.0
d	Cortazar	19.5	7.0	7.1	17.2	27.2	144.4	121.9	125.2	117.8	50.9	4.2	8.6	651.0
e	Huizache, El	20.3	9.8	11.0	20.7	26.1	140.2	173.5	233.4	143.0	49.3	1.1	14.4	842.8
f	Jalpa	16.5	16.5	7.0	13.8	34.9	140.3	176.6	134.2	113.8	19.7	1.1	12.2	686.6
g	Romita	2.0 ³	2.9	20.0	14.2	27.7	131.3	161.5	139.8	99.0	41.3	8.6	15.2	663.8
h	Sabino, El	24.4	9.0	9.0	8.5	55.6	137.7	176.8	194.1	145.6	72.1	10.0	9.9	852.7
i	Terrero, El	26.8	7.2	12.2	13.3	44.1	113.0	202.5	157.1	85.9	57.8	6.3	10.8	737.0

* Plan Lerma.

Con estos resultados se pueden trazar las isoyetas que en este caso son:



ISOYETAS ANUALES

La carta de isoyetas anuales está tomada de la carta de climas de la Cetenal, según el sistema climático de Köppen modificado por E. García. A grandes rasgos puede decirse que la cantidad de lluvia precipitada en la región varía en números redondos, entre 500 y 800 mm., anualmente. Que esta parte del Estado está influenciado por las corrientes de aire húmedo que vienen del Golfo de México y en segundo lugar por las que proceden del Océano Pacífico y que la cantidad de lluvia disminuye en una dirección oeste y suroeste a noreste.

Al hacer la historia de una masa de aire en la zona, se observa que viene del Pacífico, y trae un contenido grande de vapor de agua, el cual descarga al chocar con las serranías que se encuentra a su paso, como procede del Océano Pacífico esta masa de aire viene del oeste y del suroeste y se encuentra primero con la sierra de Pénjamo y la mesa de San Agustín, en las que descarga alrededor de 800 mm. de lluvia anualmente, va disminuyendo la cantidad de lluvia a medida que se mueve hacia el interior del Estado y cuando cruza por partes donde el relieve es más abrupto descarga una precipitación que va de 800 a 700 mm. anuales.

En las zonas donde no hay muchas irregularidades en el terreno, se presenta una lluvia entre 700 y 600 mm. al irse desplazando al noreste y encontrarse con la sierra de Guanajuato que es ya parte de las estribaciones de las sierras de Zaca-tecas vuelve a efectuarse el ascenso orográfico y las descargas son del orden de los 700 mm. A medida que el aire avanza hacia el este, la lluvia va disminuyendo pues algunas serranías sirven de sombra pluviométrica a otras haciendo que la lluvia disminuya, así tenemos de 600 a 500 mm. en los llanos de Allen de la lluvia merma todavía más al seguir hacia el noreste donde se presentan menos de 500 mm.

3. Intensidad de la lluvia. Cuando se han obtenido

los datos de la lluvia media anual, se puede calcular la intensidad de la lluvia.

Intensidad de la lluvia es la relación que existe entre la cantidad de lluvia precipitada y el periodo en que esta ocurrió; así en este caso puede relacionarse la cantidad de lluvia y el número de días con lluvia apreciable (1),

la fórmula es:

$$I = \frac{A}{N}$$

en donde:

I = Intensidad de la lluvia

A = Cantidad de precipitación media anual

N = Número de días con lluvia apreciable

Ejemplo:

La estación Salvatierra tiene un promedio de 92.2 días al año con precipitación apreciable y la lluvia media anual es 736.0 mm.

Por lo tanto:

$$I = \frac{736.0}{92.2} = 7.98$$

Los resultados obtenidos están vaciados en el siguiente cuadro y posteriormente en los mapas.

(1) Conrad y Pollak, "Methods in Climatology" pág. 205.

CUADRO No. 10

INTENSIDAD ANUAL

ESTACION		CANTIDAD DE LLUVIA	DIAS CON PRECIPITACION APRECIABLE	INTENSIDAD
Número	Nombre			
001	Abasolo	742.0	77.5	9.57
002	Acámbaro	754.1	100.0	7.54
003	Adjuntas	717.9	76.5	9.38
005	Agua Tibia	633.8	76.4	8.29
006	Aldama	678.7	56.0	12.11
008	Apaseo	601.1	56.6	10.62
010	Begoña, La	612.4	72.9	8.40
011	Calderones	578.5	63.9	9.05
013	Celaya	597.4	67.0	8.92
014	Comonfort	694.5	35.5	19.56
019	Guanajuato	674.6	78.0	8.65
021	Iramuco	733.1	88.1	8.32
022	Irapuato	714.8	72.6	9.84
023	Jaral del Progreso	712.0	44.7	15.92
024	Jerécuaro	809.3	81.2	9.96
025	Juventino Rosas	716.5	66.3	10.81
031	Manuel Doblado	729.3	72.0	10.13
033	Moroleón	764.4	64.6	11.83
035	Pénjamo	711.1	54.3	13.09

CONT. CUADRO No. 10

ESTACION		CANTIDAD DE LLUVIA	DIAS CON PRECIPITACION APRECIABLE	INTENSIDAD
Número	Nombre			
036	Pericos	666.7	73.5	9.07
039	Puerta del Monte	695.6	75.1	9.26
040	Puroagua	777.2	77.8	9.99
042	Ramos Millán	484.8	65.3	7.42
043	Rfo Laja	560.4	53.7	10.43
044	Salamanca	729.6	80.3	9.08
045	Salvatierra	736.0	92.2	7.98
052	San Lucas, Hacienda	713.8	57.5	12.41
054	San Miguel Allende	516.3	52.1	9.91
056	San Roque, Hacienda	462.1	60.1	7.69
057	Santa Julia	663.3	90.8	7.30
059	Santa Martha	716.7	80.8	8.87
060	Valle de Santiago	704.5	59.2	11.90
061	Silao	661.3	65.4	10.11
063	Solís, Presa	758.4	95.9	7.90
064	Tarandacuao	768.7	85.2	9.02
066	Yuriria	684.2	75.3	9.09
a	Cerano	855.6	89.6	9.55
b	Cinco Señores	660.5	72.6	9.10

CONT. CUADRO No. 10

ESTACION		CANTIDAD DE LLUVIA	DIAS CON PRECIPITACION APRECIABLE	INTENSIDAD
Número	Nombre			
c	Coroneo	848.0	84.6	10.02
d	Cortazar	651.0	78.6	8.28
e	Huizache, El	842.8	79.1	10.65
f	Jalpa	686.6	64.0	10.73
g	Romita	663.8	62.5	10.62
h	Sabino	852.7	85.2	10.01
i	Terrero, El	737.0	70.6	10.44

CUADRO No. 11

INTENSIDAD DE MAYO - OCTUBRE

ESTACION		CANTIDAD DE LLUVIA	DIAS CON PRECIPITACION APRECIABLE	INTENSIDAD DE LA LLUVIA
Número	Nombre			
001	Abasolo	686.1	71.0	9.66
002	Acámbaro	696.8	86.1	8.09
003	Adjuntas	668.8	66.9	10.00
005	Agua Tibia	606.6	70.5	8.60
006	Aldama	615.1	46.8	13.14
008	Apaseo	546.5	49.3	11.08
010	Begoña, La	546.9	61.9	8.83
011	Calderones	532.0	53.7	9.91
013	Celaya	543.6	56.1	9.69
014	Comonfort	629.8	26.0	24.22
019	Guajuato	606.0	63.0	9.62
021	Iramuco	675.7	79.0	8.55
022	Irapuato	657.6	64.0	10.27
023	Jaral del Progreso	649.0	31.3	20.73
024	Jerécuaro	728.7	68.3	10.67
025	Juventino Rosas	649.8	56.1	11.58
031	Manuel Doblado	678.0	64.0	10.59
033	Moroleón	706.7	55.5	12.73

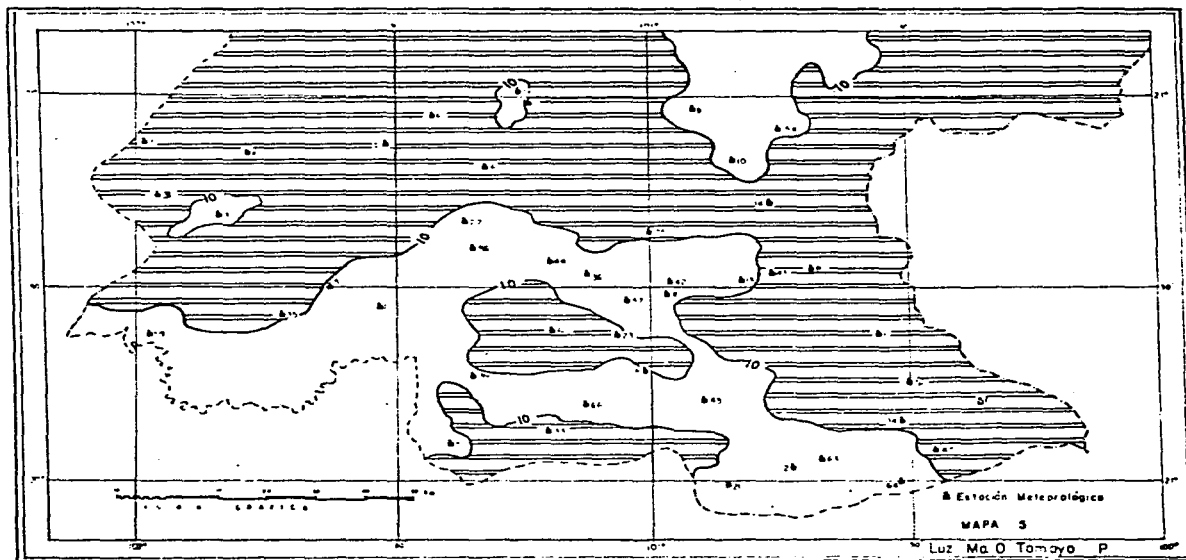
CONT. CUADRO No. 11

ESTACION		CANTIDAD DE LLUVIA	DIAS CON PRECIPITACION APRECIABLE	INTENSIDAD DE LA LLUVIA
Número	Nombre			
035	Pénjamo	668.0	50.6	13.20
036	Pericos	609.4	62.6	9.73
039	Puerta del Monte	637.5	64.1	9.94
040	Puroagua	717.4	67.7	10.59
042	Ramos Millán	448.1	57.4	7.81
043	Río Laja	486.7	43.6	11.63
044	Salamanca	673.3	68.9	9.77
045	Salvatierra	675.6	79.5	8.50
052	San Lucas, Hacienda	673.3	51.7	13.02
054	San Miguel Allende	460.0	44.3	10.38
056	San Roque, Hacienda	420.6	52.2	8.06
057	Santa Julia	602.3	74.6	8.07
059	Santa Martha	675.4	73.5	9.19
060	Santiago, Valle de	633.6	51.6	12.27
061	Silao	600.1	56.8	10.56
063	Solís, Presa	698.7	83.5	8.37
064	Tarandacuao	703.3	74.5	9.44
066	Yuriria	622.1	64.1	9.61
a	Cerano	779.9	75.1	10.38

CONT. CUADRO No. 12

ESTACION		CANTIDAD DE LLUVIA	DIAS CON PRECIPITACION APRECIABLE	INTENSIDAD DE LA LLUVIA
Número	Nombre			
b	Cinco Señores	585.1	59.1	9.90
c	Coroneo	756.1	69.5	10.88
d	Cortazar	587.4	64.1	9.16
e	Huizache, El	765.5	66.2	11.56
f	Jalpa	619.5	54.1	11.45
g	Romita	600.6	51.3	11.71
h	Sabino, El	781.9	69.8	11.20
i	Terrero, El	660.4	58.0	11.39

INTENSIDAD ANUAL DE LA LLUVIA



INTENSIDAD DE LA LLUVIA, ANUAL.

La intensidad de la lluvia para esta zona es mayor en las partes donde existe un cierto relieve.

Esta lluvia es más intensa debido a que se produce en

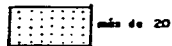
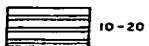
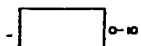
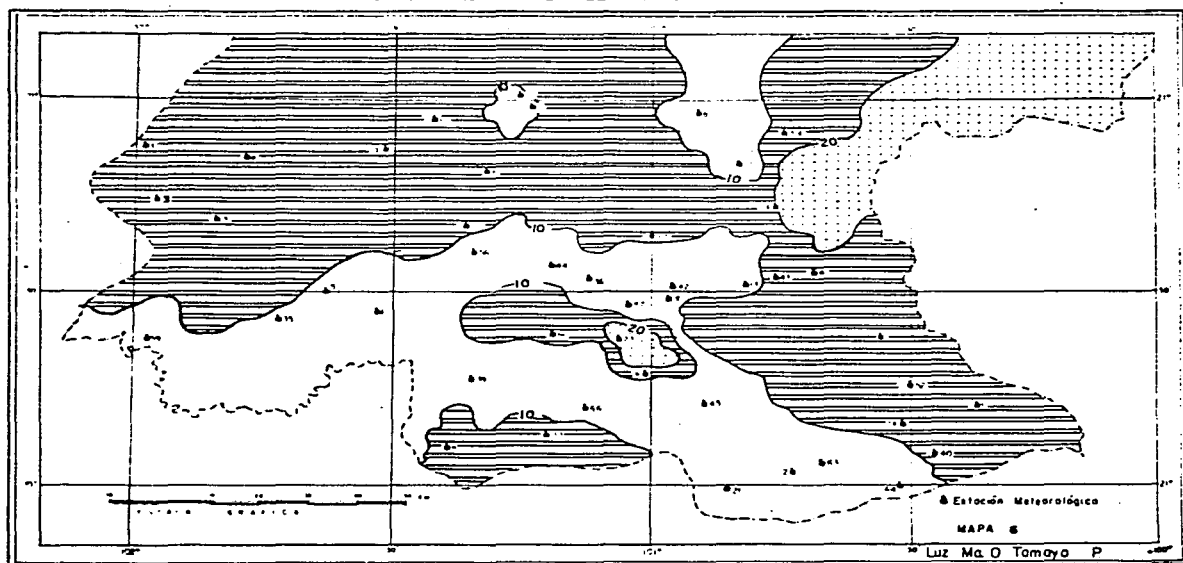
la llamada:

" Precipitación por convección, que resulta del enfriamiento adiabático producido por el caldeamiento de la superficie sobre la cual descansa; de este ascenso resultan nubes cúmulos o cumulonimbus que son nubes de desarrollo vertical, que son los que producen las lluvias intensas; esta convección se realiza en la estación calurosa del año y en las horas más calientes del día; esta lluvia no es la más favorable para los cultivos, porque una gran parte del agua no penetra en el terreno y en cambio escurre superficialmente originando una fuerte erosión". Esta intensidad es menor en las regiones relativamente planas; por lo tanto tenemos lluvia más intensa en las sierras de Guanajuato y Sierra Gorda, en la sierra de Pénjamo, en la de los Agustinos, en la mesa de San Agustín y en una pequeña región al norte del lago Yuriria.

Las zonas donde es menor la intensidad de la lluvia son en las planicies de la mitad sur de la región, en los llanos de Allende y en una pequeña llanura al norte de la sierra de Pénjamo y alrededor de la Ciudad de Guanajuato.

(1) García E. " Apuntes de Climatología", pág. 73.

INTENSIDAD DE LA LLUVIA DE MAYO A OCTUBRE



Intensidad de la lluvia de mayo a octubre. Es interesante ver la gran correspondencia entre el mapa de la intensidad

anual y el de intensidad de mayo a octubre; casi se pueden superponer, pues los resultados son muy similares; la intensidad es mayor en las zonas con cierto relieve y menor en las que carecen de él; por lo tanto tenemos mayor intensidad en la Sierra Gorda, en partes que rodean a Jaral del Progreso, aquí tenemos intensidades mayores de 20; intensidades menores las encontramos en la sierra de Guanajuato, de Pénjamo, de los Agustinos y en la mesa de San Agustín y en una región al norte del lago Yuriria, las intensidades varían de 10 a 20.

La menor se registra en las planicies del sur, y en los llanos de Allende.

4. Probabilidad de que llueva en forma apreciable.

Otro de los métodos para analizar la precipitación es el de la probabilidad de tener un día con precipitación; que es la razón expresada en por ciento entre el número de días con lluvia y el total de días del periodo en cuestión.

Su fórmula es: (1),

(1) Conrad y Pollak (Methods in Climatology), pág. 201.

$$P = \frac{r}{n} = 100 \frac{r}{n} \quad (\text{por ciento})$$

en donde:

P = probabilidad de que haya un día con precipitación

r = número de días con lluvia (apreciable)

n = número de días del periodo que se está tratando (del año época lluviosa, mes, etc.)

Ejemplo: Para la estación de Irapuato, el promedio del número de días con lluvia apreciable al año es 72.6 y el número de días del periodo es de 365, así que:

$$P = \frac{72.6}{365} = 19.9$$

Si esto se quiere aplicar solo a la época lluviosa; que abarca de mayo a octubre, tenemos que:

r = 64.0 y n = 184 por lo tanto:

$$P = \frac{64.0}{184} = 34.8$$

Los cuadros 12 y 13 son los resultados de esta aplicación; el primero da el porcentaje anual y el segundo el porcentaje para la época lluviosa o sea para los meses comprendidos de mayo a octubre.

Con los mapas 7 y 8 se pretende dar una idea más localizada de estos resultados.

CUADRO No. 12

PROBABILIDAD ANUAL

ESTACION		NUMERO DE DIAS CON LLUVIA APRECIABLE	PORCENTAJE DE PROBABILIDAD ANUAL
Número	Nombre		
001	Abasolo	77.5	21.2
002	Acámbaro	100.0	27.4
003	Adjuntas	76.5	20.9
005	Agua Tibia	76.4	20.9
006	Aldama	56.0	15.3
008	Apaseo el Grande	56.6	15.5
010	Begoña, La	72.9	20.0
011	Calderones	63.9	17.5
013	Celaya	67.0	18.3
014	Comonfort	35.5	9.7
019	Guanajuato	78.0	21.4
021	Iramuco	88.1	24.1
022	Irapuato	72.6	19.9
023	Jaral del Progreso	44.7	12.2
024	Jerécuaro	81.2	22.1
025	Juventino Rosas	66.3	18.1
031	Manuel Doblado	72.0	19.7

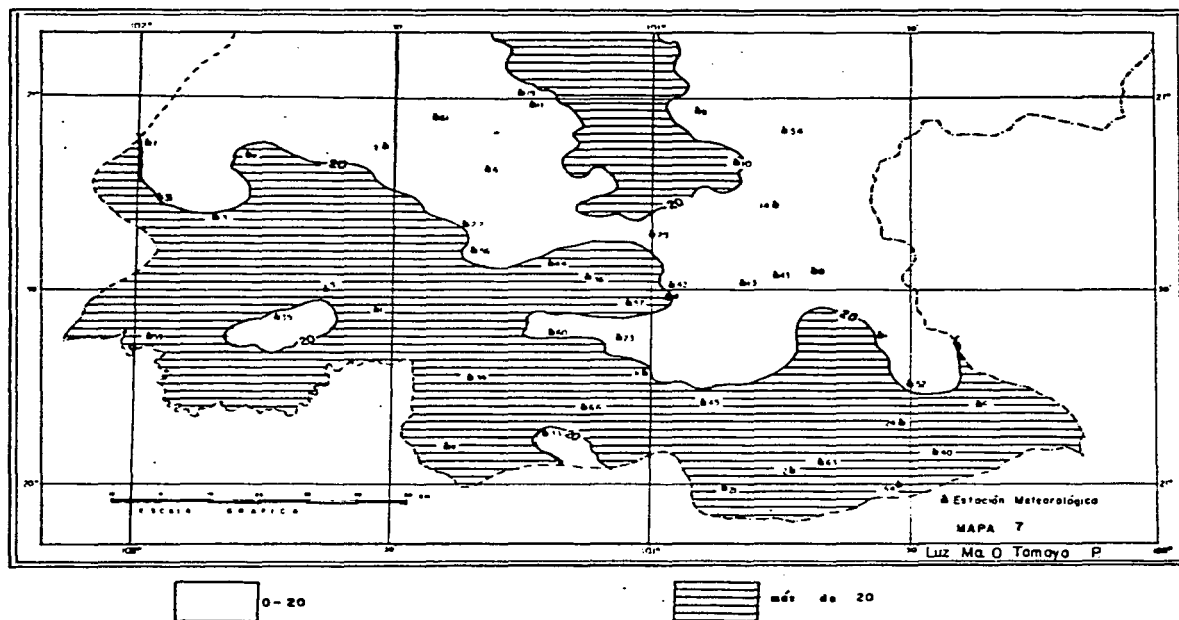
CONT. CUADRO No. 12

ESTACION		NUMERO DE DIAS CON LLUVIA APRECIABLE	PORCENTAJE DE PROBABILIDAD ANUAL
Número	Nombre		
033	Moroleón	64.6	17.6
035	Pénjamo	54.3	14.9
036	Pericos	73.5	20.1
039	Puerta del Monte	75.1	20.6
040	Puroagua	77.8	21.3
042	Ramos Millán	65.3	17.9
043	Rfo Laja	53.7	14.7
044	Salamanca	80.3	22.0
045	Salvatierra	92.2	25.2
052	San Lucas, Hacienda	57.5	15.7
054	San Miguel Allende	52.1	14.3
056	San Roque, Hacienda	60.1	16.5
057	Santa Julia	90.8	24.8
059	Santa Martha	80.8	22.1
060	Santiago, Valle de	59.2	16.2
061	Silao	65.4	17.9
063	Solfs, Presa	95.9	26.2
064	Tarandacua	85.2	23.3
066	Yuriria	75.3	20.6

CONT. CUADRO No. 12

ESTACION		NUMERO DE DIAS CON LLUVIA APRECIABLE	PORCENTAJE DE PROBABILIDAD ANUAL
Número	Nombre		
a	Cerano	89.6	24.5
b	Cinco Señores	72.6	19.9
c	Coroneo	84.6	23.2
d	Cortazar	78.6	21.5
e	Huizache, El	79.1	21.7
f	Jalpa	64.0	17.5
g	Romita	62.5	17.1
h	Sabino, El	85.2	23.3
i	Terrero, El	70.6	19.3

PORCENTAJE DE PROBABILIDAD DE TENER DIAS CON LLUVIA APRECIABLE AL AÑO



Probabilidad de tener lluvia apreciable al año. La zona se encuentra dividida prácticamente en dos partes: Hacia el norte de la zona, disminuye la probabilidad, excepto en la sierra de Guanajuato que es mayor de 20, en cambio en el sur y sobre todo en el S.E. la probabilidad es más grande.

CUADRO No. 13

PROBABILIDAD MAYO-OCTUBRE

ESTACION		NO. DE DIAS CON LLUVIA	% DE PROBABILIDAD
Número	Nombre	APRECIABLE EN EL PERIODO LLUVIOSO MAYO-OCT.	MAYO- OCTUBRE
001	Abasolo	71.0	38.6
002	Acámbaro	86.1	46.7
003	Adjuntas	66.9	36.3
005	Agua Tibia	70.5	38.4
006	Aldama	46.8	25.4
008	Apaseo	49.3	26.8
010	Begoña, La	61.9	33.6
011	Calderones	53.7	29.2
013	Celaya	56.1	30.5
014	Comonfort	26.0	14.1
019	Guanajuato	63.0	34.2
021	Iramuco	79.0	42.9
022	Irapuato	64.0	34.8
023	Jaral del Progreso	31.3	17.0
024	Jerécuaro	68.3	37.1
025	Juventino Rosas	56.1	30.5
031	Manuel Doblado	64.0	34.8
033	Moroleón	55.5	30.1

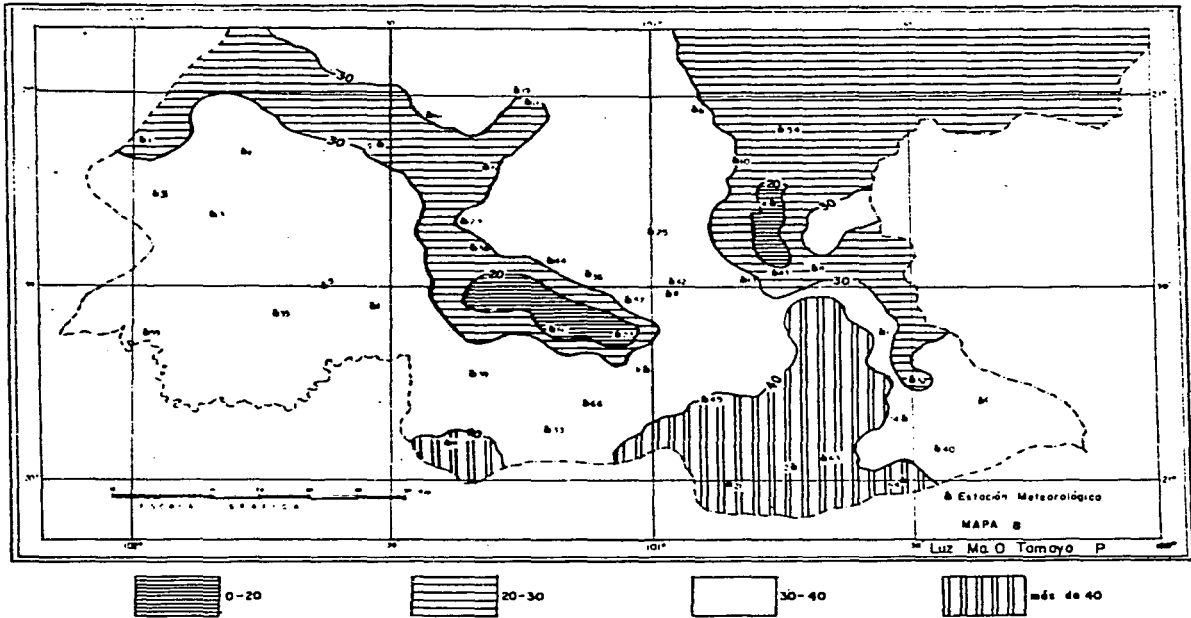
CONT. CUADRO No. 13

ESTACION		NUMERO DE DIAS CON LLUVIA	% DE PROBABILIDAD
Número	Nombre	APRECIABLE EN EL PERIODO LLUVIOSO MAYO-OCT.	Mayo - Octubre
035	Pénjamo	50.6	27.5
036	Pericos	62.6	34.0
039	Puerta del Monte	64.1	34.8
040	Puroagua	67.7	36.7
042	Ramon Millán	57.4	31.2
043	Río Laja	43.6	23.7
044	Salamanca	68.9	37.4
045	Salvatierra	79.5	43.2
052	San Lucas Hacienda	51.7	28.1
054	San Miguel Allende	44.3	24.1
056	San Roque, Hacienda	52.2	28.4
057	Santa Julia	74.6	40.5
059	Santa Martha	73.5	39.9
060	Santiago, Valle de	51.6	20.0
061	Silao	56.8	30.9
063	Solís, Presa	83.5	45.3
064	Tarandacua	74.5	40.4
066	Yuriria	64.7	35.1

CONT. CUADRO No. 13

ESTACION		NUMERO DE DIAS CON LLUVIA	% DE PROBABILIDAD
Número	Nombre	APRECIABLE EN EL PERIODO LLUVIOSO MAYO- OCT.	MAYO - OCTUBRE
a	Cerano	75.1	40.8
b	Cinco Señores	59.1	32.1
c	Coroneo	69.5	37.8
d	Cortazar	64.1	34.8
e	Huizache, El	66.2	36.0
f	Jalpa	54.1	29.4
g	Romita	51.3	27.9
h	Sabino, El	69.8	37.9
i	Terrero, El	58.0	31.5

PORCENTAJE DE PROBABILIDAD DE TENER DIAS CON LLUVIA APRECIABLE DE MAYO A OCTUBRE



Porcentaje de probabilidad de tener lluvia apreciable de mayo a octubre. Se nota una probabilidad mayor en este periodo; se puede ver que en la mayoría de la zona la probabilidad se encuentra entre el 30 y 40 %, disminuyendo en donde la sierra sirve de pantalla e impide la precipitación en esos lugares. Y

se nota un aumento en el sur y sureste del estado.

5. Otras formas de precipitación. Como ya se dijo anteriormente, el vapor de agua en la atmósfera es el que va a producir las diferentes formas de precipitación. Ya se ha visto la primera que es la lluvia, pero aunque ésta en nuestro país es la más importante no es la única; así tenemos que el vapor de agua al condensarse durante la noche debido al descenso de la temperatura va a originar otra forma de precipitación: el rocío, que se deposita en las hojas de las plantas y en los objetos cercanos a la superficie terrestre.

La disminución de temperatura cesa al producirse la condensación debido al calor que se libera en el proceso. Dicho calor se disipa sobre los objetos, al pasar del estado gaseoso al líquido y solo una fracción es añadida a la atmósfera, el resto se pierde por radiación y por conducción hacia el suelo.

" Cuando la temperatura del aire desciende por debajo del punto de saturación se produce la condensación. Si este punto es una temperatura mayor de 0°C, la condensación se efectúa en forma líquida, como el rocío, la niebla y algunas nubes bajas. Pero cuando el punto de saturación es una temperatura de 0°C o menor, la condensación es en forma sólida (helada blanca, nieve, granizo, etc.).

Que el vapor de agua se sature por debajo o por arriba de los 0°C, depende de la humedad relativa. Así que cuando la humedad es alta, se requiere solamente una pequeña disminución de la temperatura para lograr la saturación y posteriormente

te la condensación del vapor de agua.

El enfriamiento del aire trae como consecuencia la condensación en sus diferentes formas y puede producirse por varias causas:

a) Por radiación y conducción del calor de la atmósfera a la tierra, ésta por ser un sólido se enfría (en las noches y en invierno) más rápidamente que el aire que descansa sobre ella.

b) Por la mezcla de dos masas de aire cuya humedad relativa y temperaturas sean diferentes.

c) Por expansión adiabática del aire debido a corrientes ascendentes que originan lo que se llama enfriamiento adiabático del aire.

Las formas de condensación que resultan del enfriamiento producido por las dos primeras causas (no adiabáticas), se originan únicamente en las capas bajas del aire, puede decirse que es una condensación a pequeña escala como son la niebla, el rocío y la helada.

En cambio el enfriamiento adiabático ocasionado por ascenso del aire, sí produce precipitación en forma de lluvia.

Entonces el rocío y las heladas se producen bajo cielos despejados de nubes, poco o nada de viento, atmósfera relativamente seca y noches largas.

La energía calorífica terrestre sale rápidamente al

espacio libre enfriándose la parte sólida de la tierra más que el aire cercano a ella.

El aire próximo a la superficie de la tierra se enfría, entonces: a) por conducción de su calor hacia la superficie de la tierra y b) por radiación hacia el espacio exterior. Si la temperatura de una faja delgada próxima al suelo se reduce bajo el punto de saturación, se efectúa la condensación que puede ser en forma de rocío o helada.

Niebla. Son nubes bajas que tienen su base en el suelo y por lo tanto impiden la visibilidad en la superficie terrestre. Su formación se debe a su enfriamiento bajo el punto de saturación del aire húmedo que se encuentra próximo al terreno o al aumento del vapor de agua en la atmósfera, hasta que la humedad relativa alcanza el 100 %. El enfriamiento del aire superficial no es, en general por ascenso sino por radiación, conducción y mezcla de aire caliente con aire frío.

Para que la niebla se produzca se requiere que:

- a) El aire más frío esté en las capas más cercanas al suelo.
- b) Que la humedad relativa de la tarde anterior sea alta y así se alcance el punto de rocío durante la noche.
- c) Que el aire no esté en reposo, sino animado de un movimiento leve.
- d) Que el cielo esté despejado de nubes bajas.
- e) Que en el terreno se pueda acumular aire frío en oquedades y lugares bajos " (1).

(1) García " Apuntes de Climatología ".

La niebla por conducción desaparece fácilmente por caldeoamiento de los rayos solares durante el día, que logran atravesar la capa de niebla.

La niebla por advección suele formarse por el transporte de aire de una superficie a otra de menor temperatura.

La niebla por movimientos cuesta arriba se forma cuando el aire es forzado a ascender a lo largo de una pendiente suave, el enfriamiento debido a la expansión puede producir niebla en el declive de las montañas.

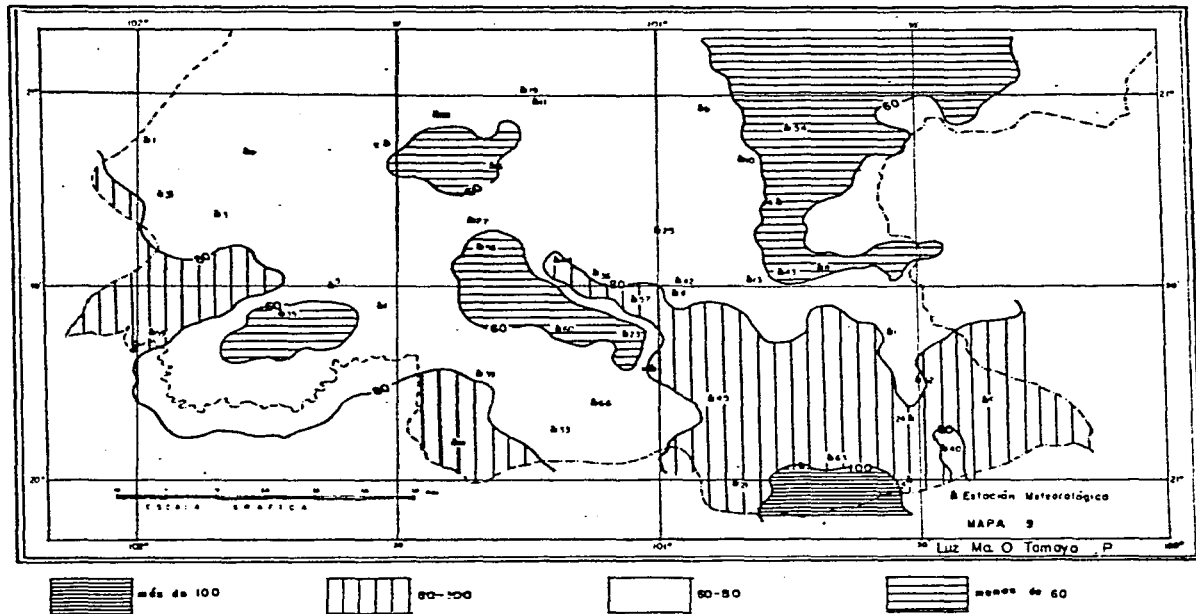
La niebla frontal se forma cerca de la superficie de separación de dos masas de aire de desigual temperatura. Su formación se debe al enfriamiento por ascenso debido a la convergencia del movimiento horizontal de aire o bien al hecho de que la capa de aire que queda abajo de la superficie frontal se satura por la lluvia originada dentro de la capa de aire cálido que queda arriba.

Otra forma de precipitación es el granizo, que aunque es la unidad más grande, densa y pesada de todas las formas de precipitación en forma sólida, es característica de la estación cálida del año, como resultado de movimientos convectivos y vigorosos del aire.

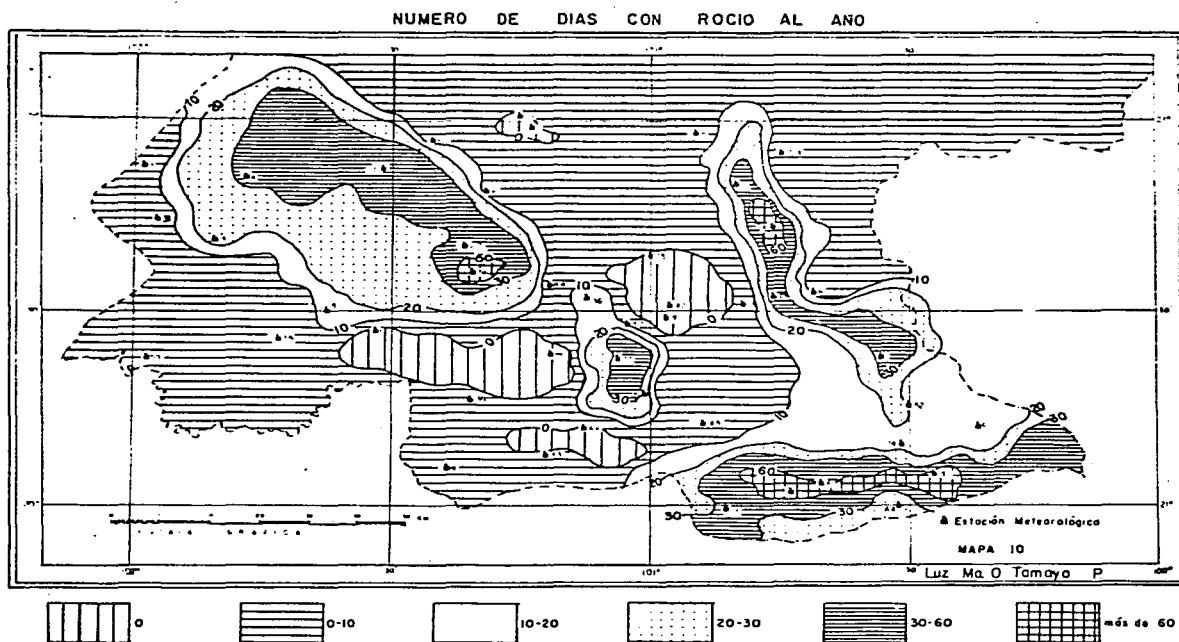
Los granizos están formados por capas concéntricas de hielo transparente que alternan con hielo opaco en parte fundido y recongelado. Esta estructura del granizo la atribuyen algunos autores a los movimientos de ascenso y descenso sucesivos a que ha estado sujeto, por las corrientes tumultuosas que existen dentro de las nubes de tormenta (1).

(1) García Enriqueta " Apuntes de Climatología ".

NÚMERO DE DÍAS CON LLUVIA APRECIABLE AL AÑO

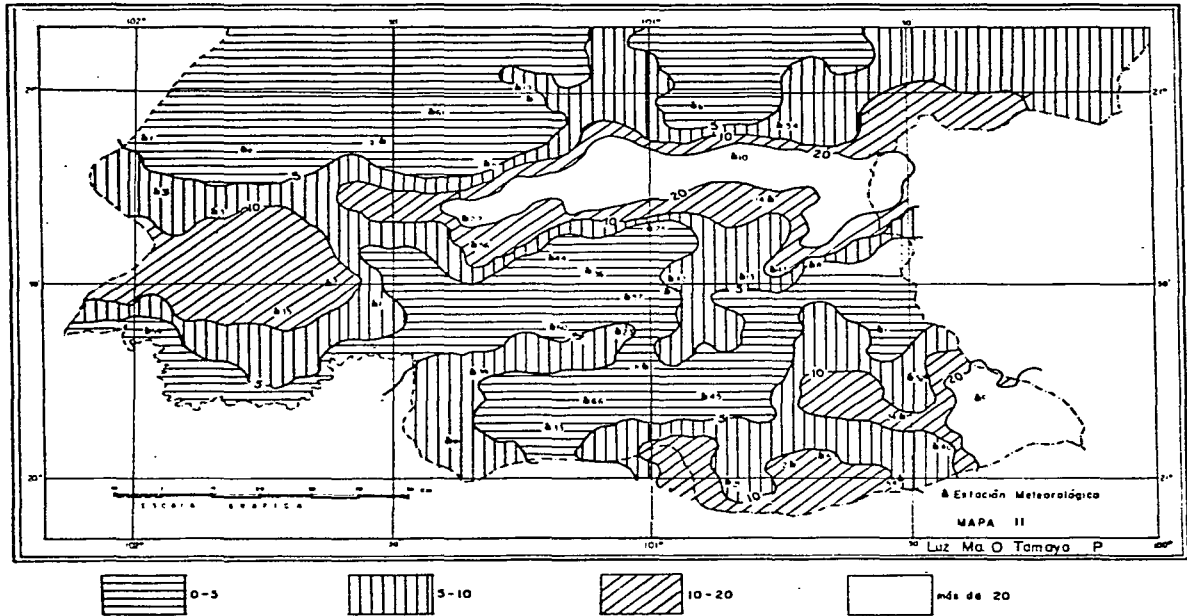


Número de días con lluvia apreciable al año. De este mapa se puede concluir que en la mayoría de la región existen valores entre 60 y 80 días con precipitación apreciable al año. Hay algunas zonas como las sierras este, donde se puede decir que hay menos días con lluvia apreciable en el año porque las sierras de Guanajuato les sirven de pantalla. Otras zonitas aisladas, donde por su posición también hay menor número de días con este fenómeno. El número de días con lluvia apreciable aumenta hacia el sur y suroeste de la región, donde se encuentran valores entre 80 y 100 días.

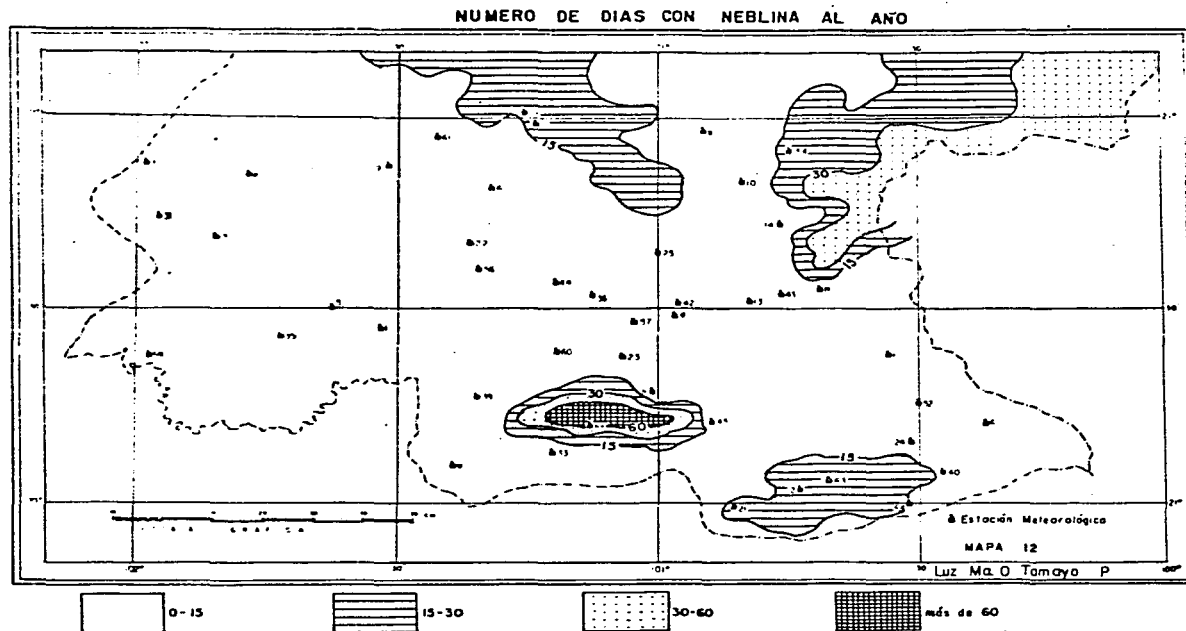


Número de días con rocío al año. En este mapa se nota una gran variación; pues en algunas estaciones no se registran días con rocío, en cambio en otras sumandolas todas se presentan más de 2 meses con rocío. La mayor parte tiene días con rocío entre 0 y 10; y aumentan en las partes bajas donde los ríos o la Presa Solís (en el S.E.) proporcionan la humedad necesaria para producirlos.

NUMERO DE DIAS CON TEMPESTAD AL AÑO

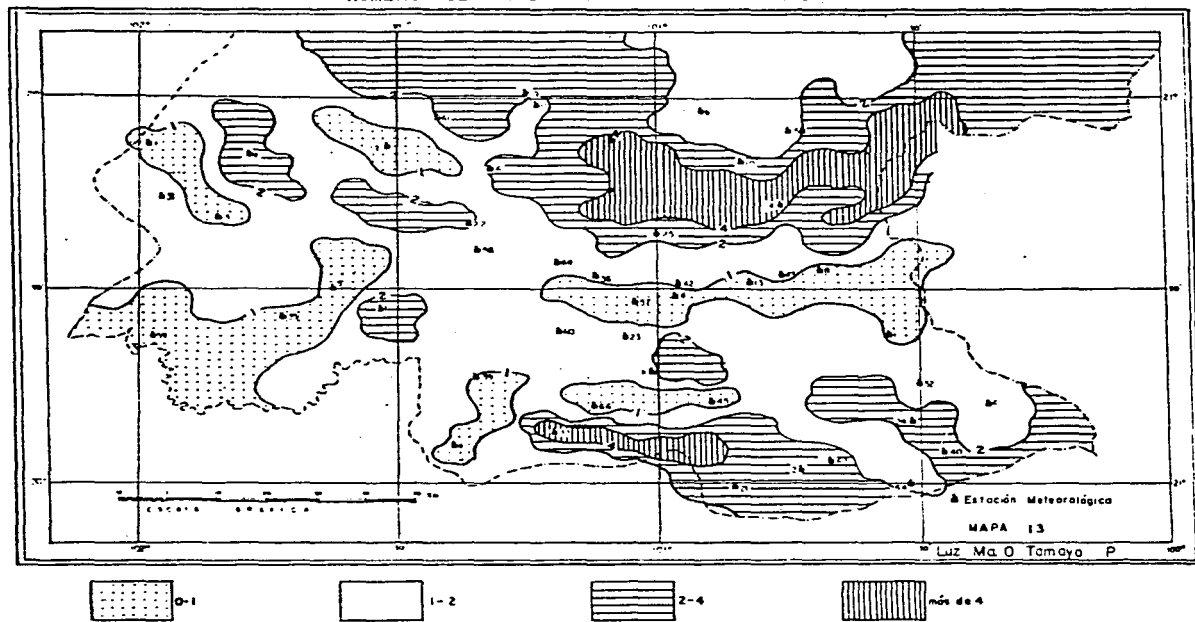


Número de días con tempestad. La mayor parte de la zona presenta días entre 0 y 10., ya que la media zonal es de 7.8 días con tempestad al año y solo en las partes altas de las sierras, donde los vientos golpean fuertemente presentan un mayor número de estos días.



Días con neblina al año. La mayoría presenta pocos días con neblina, entre 0 y 15, se notan principalmente 2 clases de nieblas en la zona: nieblas por movimientos cuesta arriba que se forman cuando el aire se enfría al subir por las laderas de las montañas, éstas se encuentran en las sierras del norte y este de la zona y nieblas por convección, que existen alrededor del lago Yuriria y de la Presa Solís aunque en menor número, estos depósitos por acumular gran cantidad de agua, cumplen los requisitos de proporcionar la suficiente humedad que al enfriarse las capas de aire cercanas al suelo, hace que se produzca la niebla.

NÚMERO DE DÍAS CON GRANIZO AL AÑO



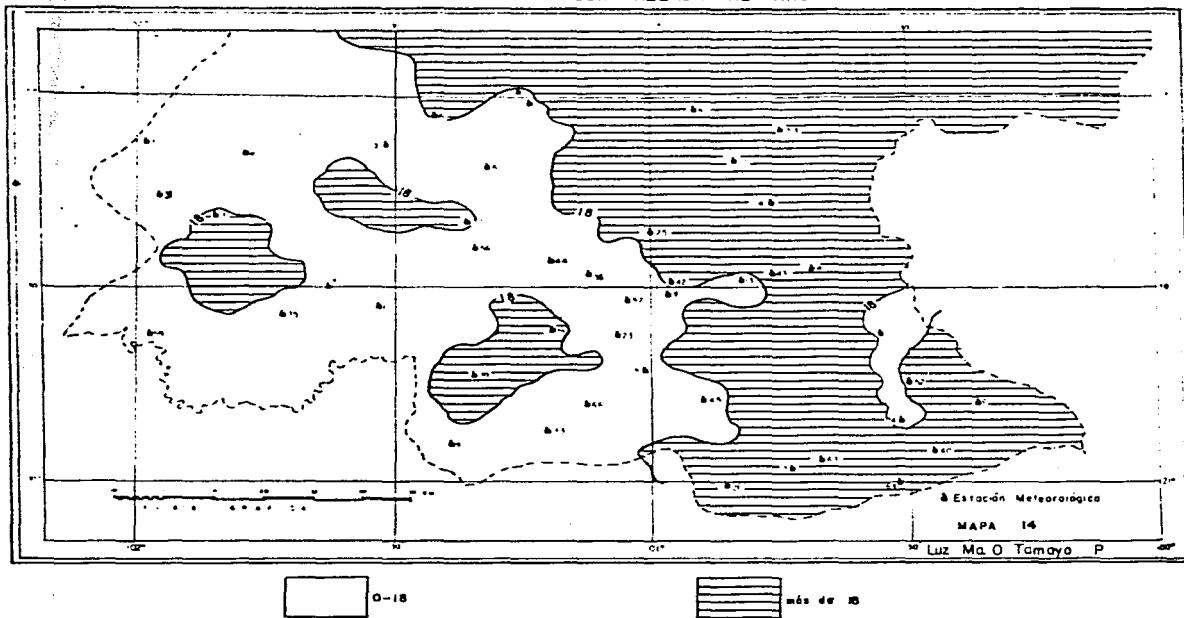
Días con granizo al año. En esta región son muy escasos los días que graniza, se obtuvo la media regional que resultó de 1.6.

Como ya se dijo anteriormente que este fenómeno es debido a fuertes movimientos convectivos del aire, es lógico que este fenómeno lo encontremos en las laderas de las montañas expuestas a los vientos y en pequeñas zonas alrededor de los lagos y presas.

Por lo tanto existe mayor número de días con granizo en las faldas de las sierras del norte de la zona y alrededor del lago Yuriria y de la presa Solís.

Por lo tanto la mayor parte de la zona tendrá entre 0 y 2 días con granizo al año.

NUMERO DE DIAS CON HELADA AL AÑO



Días con helada al año. Hay mayor cantidad de ellos en las partes con cierto relieve; se hizo un promedio de la zona y este fue de 18 días al año; a partir de esto, se trazaron las iso líneas; así que se encontró mayor número de días con helada al año en el norte y este de la zona y en partes aisladas altas como la sierra de Pénjamo, la mesa de San Agustín y menor número de ellos en las regiones bajas.

IV. VIENTOS

1. Definiciones. El movimiento del aire, en general, constituye un factor ecológico de importancia local y regional. Los principales tipos climáticos están determinados por los movimientos de las grandes masas de aire. Tales movimientos son debidos principalmente a desigualdades en la temperatura que ocasionan diferencias en presión atmosférica, este fenómeno está convenientemente evaluado por medio del Barómetro. Una línea dibujada por puntos que tienen la misma presión atmosférica es conocida con el nombre de Isobara.

Las variaciones en presión o peso de la atmósfera son evaluadas por medidas en la presión barométrica. La diferencia en la presión del aire que causa movimientos de aire o vientos están relacionados con el gradiente barométrico. El movimiento del aire puede ser comparado al movimiento del agua que fluye.

En general, la tendencia de los vientos es de ir de las regiones de alta a las de baja presión en dirección de la pendiente barométrica, pero debido a el movimiento de rotación de la tierra, los vientos sufren desviaciones.

Si una partícula de aire se mueve de un paralelo mayor a uno menor (en tamaño) se desvia hacia el este debido a que la velocidad lineal en el paralelo mayor es más alta que en el menor, por lo que se adelanta, es decir, se desplaza en el sentido en que gira la tierra que es del oeste hacia el este.

Por otra parte si el viento va de un paralelo menor a

uno mayor, debido a la velocidad lineal más baja en el paralelo menor, queda retardado con respecto a la velocidad del paralelo mayor, así que quedará desviado en sentido contrario al que la tierra gira, es decir, desviado hacia el oeste.

La velocidad del viento depende del gradiente barométrico reinante en una región dada; cuanto más grande sea, mayor será la velocidad.

Esto se traduce gráficamente en la regla siguiente: en igualdad de circunstancias cuando las isobaras están muy juntas, el viento es fuerte, cuando están separadas es débil.

a. Circulación general del viento. El viento superficial sopla de las zonas de alta presión subtropical hacia la zona de baja presión ecuatorial formando los vientos alisios, que por ir de paralelos menores a mayores se desvian hacia el oeste, en sitios cercanos al Ecuador forman con los alisios del Hemisferio Sur la zona intertropical de convergencia. En el Hemisferio Norte los vientos alisios tienen una dirección general del NE al SW y en el hemisferio sur del SE al NW. El contenido de humedad de los vientos alisios depende de la superficial por la cual atraviesan; de el mar recogen humedad y se convierten en vientos húmedos. En cambio si cruzan un continente son vientos secos. Análogamente si se ven obligados a subir una montaña, se enfrían y condensan su vapor de agua produciendo lluvias; si descenden por la ladera de sotavento de una barrera montañosa se calientan por compresión y se oponen a la precipitación.

Así que en el hemisferio norte la circulación del aire alrededor de los centros de baja presión se efectúa en senti-

do contrario al movimiento de las manecillas del reloj. Cuando los centros de baja se alargan en el sentido latitudinal se les denomina vaguadas.

En los centros de alta presión la circulación del aire en el Hemisferio Norte es en sentido de las manecillas del reloj (del centro de alta hacia la periferia), a los centros de alta se les llama también anticiclones.

Obviamente los movimientos generales del aire, así como su composición vista especialmente en cuanto a su contenido de humedad y temperatura es de gran importancia geográfica.

La elección de cultivos y su producción en algunas áreas puede ser grandemente influenciada por las condiciones del viento que prevalecen.

La velocidad del viento especialmente en períodos críticos puede tener influencia en la pérdida de humedad de las plantas o del suelo y esto es de gran importancia práctica.

Ciertos tipos especiales de vientos tales como Chinook, monzón y vientos calientes como el sirocco tienen decididos efectos en la producción local. Sumados a estos existen movimientos catastróficos del aire tales como tornados y huracanes que son de gran significación en la producción de cultivos de algunas áreas.

La erosión del viento es ocasionada por el carácter del suelo, por el tipo de cubierta y por la velocidad del viento, las posibilidades y los efectos devastadores actuales de la

erosión del viento tienen una muy directa relación con la utilización de las áreas.

La elección del uso de la tierra en la agricultura, ya sea destinada para pastos o cultivos, así como los métodos seguidos para ello, están directamente influenciados por el peligro de la erosión del viento.

b. Efectos del viento en la distribución de las plantas. El viento ejerce una influencia sobre la configuración y distribución de las plantas. Cuando la velocidad y fuerza del viento aumentan su altura y ésta se eleva por encima del nivel del terreno, las plantas en crecimiento y especialmente los árboles están expuestos a sus efectos que son: el directo o mecánico y el indirecto o de consecuencias fisiológicas; que repercuten en una área, de tal manera que el crecimiento de las plantas es bajo.

En casos severos la exposición al viento puede constituir uno de los factores más importantes. En cuanto a la determinación de la altura de las plantas y la distribución de la vegetación.

La ausencia de árboles en muchas localidades es debida a los efectos del viento. De aquí que los movimientos de aire contribuyan a aumentar la proporción de agua perdida por las plantas; aún de plantas en estado latente. El viento durante los meses de invierno cuando el suelo es helado es especialmente responsable de la delineación de los límites del arbolado en las altas latitudes y en algunos casos limita el crecimiento de árboles distribuidos sobre las montañas.

Midderdorff fué el primer investigador que reconoció la importancia del viento al fijar los límites de los bosques.

Schimper, también se dió cuenta de la importancia del viento y especialmente el viento durante los meses de invierno al establecer los límites del crecimiento de los árboles.

Que los movimientos del aire jueguen una parte importante en la sequía, es evidente. En áreas mínimas la protección contra el viento ya sea por métodos naturales como la presencia de algunos rasgos topográficos del terreno o culturales como algunos procedimientos de conservación de las plantas, tales como: el uso de cortinas rompevientos formadas con árboles de grandes tallos y aun con restos de las mismas plantas como se hace con el llamado rastrojo, son de gran importancia para el crecimiento y supervivencia de los cultivos.

Tal protección puede servir para reducir la velocidad del viento que es uno de los riesgos combatidos en la producción de grano en tales áreas.

La acción del viento no necesariamente es siempre destructiva, el viento es benéfico para la distribución de semillas y del polen, y su influencia es la razón de la invasión de nuevos cultivos introducidos.

El viento también constituye un factor en la distribución de las enfermedades que afectan a los organismos, al acarrear a través de grandes distancias las esporas que causan estas enfermedades, como por ejemplo, las que ocasionan el moho en los tallos de los cereales.

Cuando en regiones distantes unas de otras y especialmente cuando están interrumpidas por barreras naturales como son: algunas regiones con plantas altas u otro tipo de interferencias, los vientos constituyen un eficiente vehículo en el transporte de esporas productoras de enfermedades como el moho oscuro (virus) de las ramas de trigo.

En estaciones favorables al desarrollo de epidemias de moho, la enfermedad es crítica y se extiende a grandes áreas, en una proporción que más o menos corresponde con el desarrollo progresivo de las plantas que lo hospedan.

c. Efectos fisiológicos del viento. En cuanto a los cultivos el efecto mecánico interviene en el total o parcial cubrimiento de las plantas por las partículas de suelo. También ocasiona algunas veces la ruptura de las plantas o de porciones de ellas tales como: el desprendimiento de las cabezas completas en los cereales maduros, pedazos de semillas de la cabeza ya madurada de los cereales, laceración de las hojas de las plantas, daño a la planta semillero o en los retoños, esto se debe al choque de las partículas de suelo acarreadas por el viento con porciones tiernas de las plantas y en circunstancias críticas provoca la separación completa de las plantas jóvenes del suelo.

En cambio el efecto fisiológico del viento con mayores consecuencias es su correlación con la intensificación de las funciones vitales de las plantas, especialmente de transpiración y pérdida de agua en general.

Finnell presenta datos acerca del daño que pueden hacer los vientos altos sobre las plantas en crecimiento, estos

vientos altos provocan el incremento en la transpiración.

En consideración a los efectos fisiológicos del viento sobre el crecimiento de las plantas es también necesario considerar la pérdida de agua directamente del suelo.

La humedad del suelo se pierde cuando hay ausencia de cubierta vegetal y aumenta la velocidad del viento.

d. Erosión del viento. Si el viento es seco, desflora parcialmente el suelo desprovisto de vegetación cuando éste está expuesto a fuertes o aún a vientos moderadamente fuertes. Las partículas de suelo son transportadas en pocos años. El problema del suelo expuesto al viento que ha sido acarreado es notorio en pocos años, especialmente en el área de las plantas altas. El problema es sin embargo menos significativo en las regiones húmedas y aún las áreas húmedas de suelos de arenas han sido vistos como actuales o potenciales suelos de acarreo. La cubierta vegetal ofrece la eficiente y permanente protección contra los suelos de acarreo. Si el suelo es usado para la producción y cultivo de granos, es esencial que su contenido de materia orgánica sea regenerado, así los suelos serán fecundos y difíciles de destruir rápidamente en partículas.

Los métodos culturales hacen al suelo duro y al dejar restos de cultivos en la superficie, la auxilian manteniendo las partículas en su lugar.

La textura de los suelos severamente erosionados por el viento, pueden cambiar a un punto en que se perjudique su utilización para propósitos agrícolas.

Daniel en su trabajo sobre cambios físicos en los suelos, reporta que nueve de diez diferentes suelos que han sido acreados, por lo menos cuatro veces contienen 73.0 % menos aluvi6n y arcilla y 31.28 % m6s arena que su respectiva superficie virgen.

Si se piensa en cultivar gramíneas, se deben tomar medidas precautorias contra la erosión del viento, estas previsiones son ya conocidas y son en general la utilizaci6n, permanente de cubierta de pastos así como la rotaci6n y uso intercalado de cultivos.

Unido al importante y urgente problema de la erosión del viento está el uso inapropiado de la tierra en el pasado, esto continúa en el presente también como un problema que se evitaría verificando cambios en el uso del suelo en algunos casos y en otro tomando medidas precautorias, de esta manera se podrían prevenir los efectos destructivos del viento.

En otros casos si grandes áreas son condenadas totalmente a una desproporcionada producci6n de gramíneas la erosión del viento hace que estas áreas se conviertan en un problema periódico, que puede disminuir si se utilizan métodos apropiados.

Ciertas áreas en los Estados Unidos, como en otros países del mundo, han sido imprudentemente usados para prop6sitos de producci6n de granos y así han quedado desprovistas de su cubierta protectora natural.

Así Call hablando de las condiciones prevalecientes en los Estados de las grandes planicies dice que: " No hay raz6n para esperar que la erosión del viento no sea controlada en esta

región a menos que las condiciones climáticas ocurran, que es mucho menos favorable para la vegetación que viene prevaleciendo durante los pasados 50 años ".

La información más útil puede conducir a la conclusión de que los periodos de seria erosión del viento ocurrirán en el futuro durante las épocas de sequía, tales periodos no conducirán a la destrucción del suelo pero si se convertirán en el factor principal que impedirá la utilización de estas áreas para cultivos sucesivos.

2. Utilización de los datos de viento. Los datos de viento se han obtenido de los archivos de el Servicio Meteorológico Nacional y de la Secretaría de Recursos Hidráulicos, como éste es un dato más difícil de conseguir, el número de estaciones se ha reducido.

Al hacer los cálculos se encuentran ciertos problemas por ejemplo: En las tarjetas de datos los registros dan sólo una velocidad apreciada, lo mismo que la dirección, utilizándose sólo: los símbolos siguientes: N, S, E, W, NE, NW, SE, SW y para la velocidad se dan los siguientes: 1, 2, 3, 4, 5, 6.

El significado de ellos es:

N = viento del norte
S = viento del sur
E = viento del este
W = viento del oeste
NE = viento del noreste
NW = viento del noroeste
SE = viento del sureste
SW = viento del suroeste

En cuanto a la velocidad:

	0 = calma	0 -0.4	0 km/h	el humo se eleva verticalmente, hojas inmóviles.
Debil =	1 = 0.6	- 5.2	2 a 14.5	sensible a manos y cara, agita hojas ligeras
Moderado	2 = 5.3	- 7.4	15 - 25	hace flotar banderas, agita hojas y pequeñas ramas
Algo fuerte	3 = 7.5	-12.4	25.2 - 39.4	Agita ramas gruesas de árboles
Fuerte	4 = 12.5	-15.2	40 - 61.2	Dobla ramas gruesas de árboles
Violento	5 = 15.3	-29.0	61.7 -100.8	Sacude violentamente árboles
Huracán	6 = más de 29.0	más de 100.8		Tira chimeneas, levanta techos, casas, quiebra y arranca árboles.

3. Cálculo de la velocidad promedio. Como es muy difícil trabajar los datos así, se hicieron los promedios y se tomaron solo éstos para hacer los cálculos, de tal manera que quedo como sigue:

- 1 = 2.9 metros por segundo
- 2 = 6.3 metros por segundo
- 3 = 9.9 metros por segundo
- 4 = 13.8 metros por segundo
- 5 = 22.1 metros por segundo
- 6 = más de 29.0 metros por segundo

El siguiente paso fue escoger de todos los datos para una misma estación, aquellos que tuvieran idéntica dirección y sumarlos, (ya multiplicados por su velocidad) y esa serfa la fuerza del viento en esa dirección) ejemplo:

En la estación Acámbaro, para la dirección SW se tienen los siguientes datos:

La velocidad 1 o sea de 2.9 m/seg. tiene una frecuencia de 20.
La velocidad 2 o sea de 6.3 m/seg. tiene una frecuencia de 15.
La velocidad 3 o sea de 9.9 m/seg. tiene una frecuencia de 31.
La velocidad 4 o sea de 13.8 m/seg. tiene una frecuencia de 15
La velocidad 5 o sea de 22.1 m/seg. tiene una frecuencia de 1.
La velocidad 6 o sea de más de 29.0 m/seg. tiene una frecuencia de 0.

De tal manera que las operaciones que tenemos que hacer son:

$$\begin{array}{rcl} 2.9 \times 20 & = & 58.0 \\ 6.3 \times 15 & = & 94.5 \\ 9.9 \times 31 & = & 306.9 \\ 13.8 \times 15 & = & 207.0 \\ 22.1 \times 1 & = & \underline{22.1} \\ \text{Total} & = & 688.5 \end{array}$$

Este valor debe convertirse a km. y para esto se multiplica por la constante 3.6 (1).

4. Calculo de las componentes del norte y oeste. Del mismo modo se sacó la velocidad de cada dirección y ya obtenidos se calcularon las componentes, la del norte y del oeste que dará el ángulo de la resultante por medio de la tangente como se verá más adelante para de esta manera obtener el verdadero azimut de la resultante o sea la dirección con que más frecuentemente y con mayor velocidad

(1) Conrad y Pollak " Methods in Climatology" pág. 179.

sopla el viento en esa estación.

Las fórmulas para obtener las componentes son:

Componente del norte:

$$CN = N - S + (NW + NE - SW - SE) \cos 45^\circ$$

Componente del oeste:

$$CW = W - E + (NW + SW - NE - SE) \cos 45^\circ$$

Ejemplo: para la estación de Tarandacuao se tienen las siguientes velocidades:

N.	155.88
S.	122.04
E.	780.12
W.	184.68
NE.	907.56
NW.	190.08
SE.	357.12
SW	<u>58.32</u>
	2755.80 --- R

La obra *Methods in climatology* (1) da la forma de obtener la velocidad promedio (esto es muy subjetivo debido a que los datos originales no son muy exactos, pues en muchas estaciones se carece de equipo adecuado y los datos pueden no ser muy confiables, sin embargo se intentó hacerlo porque algún resultado se puede obtener, si se cuenta con un buen número de estaciones).

La velocidad se calculó sumando todas las velocidades

(1) Methods in Climatology. pág. 179.

en una misma dirección y dividiendo entre la frecuencia del viento de esa dirección. Ejemplo: para la estación de Tarandacuaó, la suma de las velocidades del norte es 43.3 y la frecuencia del viento del norte es 9 así que:

$43.3 / 9 = 4.81$ que será la velocidad promedio del viento del norte.

Según Conrad y Pollak (1) ya obtenida la velocidad promedio debe multiplicarse por el número de horas en que sopló el viento en esa dirección y así obtener el empuje del viento, desgraciadamente para este trabajo no se cuenta con esa información, pues los datos son mensuales, de tal manera que se volvió a multiplicar la velocidad promedio por el número de meses en que sopló el viento de esa dirección para así obtener algo parecido al llamado empuje del viento, este valor se multiplicó por 3.6 para tener el dato en km/h.

Como las estaciones de que se disponía no registraban el mismo número de años ni el mismo periodo y para tener un dato que se pudiera comparar se tuvo que hacer un arreglo; al resultado de este empuje del viento ya dado en km. se le dividió entre el número de años y el resultado se multiplicó por 10, de esta manera se obtuvo un promedio de 10 años para tratar de uniformar los resultados.

Después de este paso se calcularon las componentes del viento con la ayuda de las fórmulas de Lambert que son: (2 pág. 180).

$$CN = N-S + (NW + NE - SW - SE) \cos 45^\circ$$

$$CW = W-E + (NW + SW - NE - SE) \cos 45^\circ$$

(1) (2) "Methods in Climatology"

Estas fórmulas se usan cuando se tienen 8 direcciones del viento, también se pueden obtener gráficamente, si se llega a contar con 16 direcciones registradas del viento se pueden seguir dos pasos o reducirlas a 8 o aplicar las siguientes fórmulas:

$$CN = N-S + (NNE+NNW-SSE-SSW) \cos 22^{\circ}30' + (NE+NW-SE-SW) \cos 45^{\circ} \\ + (ENE+WNW-ESE-WSW) \cos 67^{\circ}30'$$

$$CW = W-E + (WNW+WSW -ENE-ESE) \cos 22^{\circ}30' + (NW+SW-NE-SE) \cos 45^{\circ} \\ + (NNW+SSW -NNE-SSE) \cos 67^{\circ}30'.$$

CN y CW son el empuje total del viento desde el norte hasta el sur y desde el W al E respectivamente. En muchos casos por ejem. en latitudes templadas de el hemisferio norte, es aconsejable dar signo positivo a los vientos del norte y del oeste" (1).

Ejemplo: en la estación Tarandacuao tenemos el siguiente cuadro. Los promedios corresponden a 13 años de datos.

Dirección del viento	Suma de velocidad por frecuencia en Km	Dividido entre No.	Multiplicado por 10
N	155.88	11.99	119.9
S	122.04	9.39	93.9
E	780.12	60.00	600.0
W	184.68	14.20	142.0
NE	907.56	69.81	698.1
NW	190.08	14.62	146.2
SE	357.12	27.47	274.7
SW	58.32	4.49	44.9

(1) Conrad y Pollak " Methods in Climatology" pág. 180.

Aplicando la fórmula para obtener las componentes:

$$CN = 199.9 - 93.9 + (698.1 + 146.2 - 274.7 - 44.9) \cdot 0.707$$

$$= 397.0$$

$$CW = 142.0 - 600.0 + (146.2 + 44.9 - 698.1 - 274.7) \cdot 0.707$$

$$= 1010.7$$

5. Angulo y azimut verdadero de la resultante. Para obtener el ángulo de la resultante o sea el ángulo entre las dos componentes se aplica la ecuación

$$\tan \alpha = CN/CW.$$

En este caso será

$$\tan \alpha = 397.0 / -1010.7$$

$$= .392797$$

$$\alpha = 21^\circ 27'$$

El azimut de la resultante del viento es usualmente calculado en el sentido de las manecillas del reloj (del norte al este), así que según los signos con que resultan las componentes, sabemos que el verdadero azimut será:

$$Az. = 68^\circ 33'$$

El siguiente cuadro está tomado íntegramente de Methods in Climatology (1) y es para entender la forma de sacar el verdadero azimut de la resultante.

(1) Conrad y Pollak " Methods in Climatology " pág. 181.

CN	CW	AZIMUT
+	-	90- α
-	-	90+ α
-	+	270- α
+	+	270+ α

6. Magnitud de la Resultante. Ya calculado el azimut de la resultante del viento se pudo obtener su magnitud. Se puede decir que ésta es la hipotenusa de el triángulo rectángulo que se forma con las dos componentes, así que se puede calcular mediante el teorema de Pitágoras:

$$MR = \sqrt{CN^2 + CW^2}$$

En este caso será:

$$MR = \sqrt{(397)^2 + (-1010.7)^2}$$
$$MR = 1086.0$$

Finalmente se obtendrá el promedio de la velocidad de la resultante del empuje del viento, $\bar{v} =$, que es la relación entre la magnitud de la resultante del empuje del viento para un periodo dado y el número de horas para ese mismo periodo, como en este caso no se saben las horas y lo que se tomó fué el número de meses en que soplaron los vientos al tener un periodo uniforme de 10 años con 12 meses el divisor será 120.

$$\bar{v} = \frac{1086.0}{120} = 9.05 \text{ Km/h} = 2.5 \text{ m/seg.}$$

7. Persistencia o constancia de la dirección del viento.

Otro dato interesante es el de la persistencia o constancia de la dirección del viento, entendiéndose por persistencia el que éste sople en una misma dirección y no precisamente que exista calma, de tal forma que la persistencia de la dirección es la relación de la magnitud de la resultante del empuje del viento "MR" y la suma de los valores del empuje de las direcciones en Km., multiplicado por 100 para dar el resultado en porcentaje.

La fórmula es:

$$S = 100 \frac{MR}{R}$$

En este caso será:

$$S = 100 \frac{1086.0}{2119.7}$$

$$S = 51.2 \%$$

Si durante cierto periodo considerado, el viento siempre sopla en una misma dirección, entonces:

$$MR = R$$

Esto da una persistencia máxima de 100 %, como resultó en Cortazar, donde el viento es generalmente del E. En cambio si no hay dirección dominante del viento y éste cambia continuamente a diferentes y opuestas direcciones, entonces la suma de sus velocidades será cero pues se anulan unas a otras de tal manera que $MR = 0$, teniendo R un cierto valor porque la calma perpetua es imposible, así que el límite inferior será: $S \text{ mínima} = 0$. De tal forma que la persistencia de la dirección del viento varía de 0 a 100 %.

El siguiente cuadro da para todas las estaciones el azimut de la dirección de la resultante del viento, su magnitud, su

velocidad promedio y la persistencia del aire en ese lugar, (son datos anuales, sería interesante obtenerlos por meses o periodos).

CUADRO No. 14

V I E N T O

ESTACION		AZIMUT	MAGNITUD DE LA RESULTANTE	VELOCIDAD	ESTABILIDAD DEL AIRE
No.	Nombre				
02	Acámbaro	225.1	2373.9	5.5	74.2 %
03	Adjuntas	48.0	336.7	0.7	13.9 %
06	Aldama	89.2	569.9	1.3	45.5 %
10	Begoña	64.2	382.6	0.9	17.8 %
11	Calderones	331.0	328.9	0.8	14.4 %
13	Celaya	39.2	2120.9	1.7	48.9 %
14	Comonfort	11.3	676.6	2.6	40.7 %
19	Guanajuato	53.3	763.9	1.8	54.7 %
21	Iramuco	177.2	1573.5	3.6	64.4 %
22	Irapuato	140.0	762.8	1.8	58.7 %
23	Jaral del Progreso	114.4	314.9	0.7	23.8 %
24	Jerécuaro	35.2	1308.3	3.0	56.3 %
25	Juventino Rosas	333.5	1028.9	2.4	41.8 %
35	Pénjamo	49.0	2011.1	4.6	69.5 %
36	Pericos	31.5	844.7	1.9	35.3 %

velocidad promedio y la persistencia del aire en ese lugar, (son datos anuales, sería interesante obtenerlos por meses o períodos).

CONT. CUADRO No. 14

V I E N T O

ESTACION		AZIMUT	MAGNITUD DE LA RESULTANTE	VELOCIDAD	ESTABILIDAD DEL AIRE
No.	Nombre				
40	Puroagua	176.2	369.1	0.8	13.0 %
44	Salamanca	84.5	1944.0	4.5	80.2 %
45	Salvatierra	105.6	187.8	0.4	7.9 %
54	San Miguel Allende	10.0	2106.2	4.9	78.7 %
57	Santa Julia	20.1	766.8	1.7	39.7 %
61	Silao	77.0	974.4	2.2	44.7 %
63	Solís, Presa	268.5	457.8	1.1	16.9 %
64	Tarandacuao	68.3	1086.0	2.5	51.2 %
66	Yuriria	38.2	705.7	1.6	41.5 %
b	Cinco Señores	29.1	625.5	1.4	28.6 %
d	Cortazar	90.0	2730.6	6.3	100.0 %
e	Huizache	109.4	931.2	2.1	75.6 %
f	Jalpa	270.4	1367.7	3.2	91.8 %

8. Algunas consideraciones.

Puede concluirse que en la región del sur de Guajuato los vientos del este son cálidos y más frecuentes que los del oeste y que, éstos son fríos, aunque quizá cuando los hay tienen mayor velocidad.

Los vientos del este traen consigo mayor estabilidad (vientos en una misma dirección) y mayor porcentaje de días cálidos y por supuesto menos días con heladas, así como un mayor número de días con lluvia.

En cambio los vientos del oeste son menos frecuentes, más fríos y secos, y por lo tanto producen más heladas y menos número de días con temperaturas altas; estos vientos provocan poca estabilidad del aire.

Por otra parte en algunos lugares altos, donde sopla más frecuentemente el viento del oeste (aunque es de poca magnitud) son extremosos, con poca estabilidad del aire y pocos días con lluvia.

En cambio cuando los vientos son marcadamente del este, son de gran magnitud y estabilidad, pero quizá si se presentan en zonas altas, no producen muchos días con altas temperaturas, debido tal vez a la constancia del viento que es generalmente en una misma dirección y constante, y traen también días con lluvia.

Así que por una parte cuando los vientos son del este y se presentan en zonas llanas y bajas, sea caliente y húmeda, provocan más días con altas temperaturas, estabilidad del

aire y mayor cantidad de días con lluvia.

Cuando se presentan a una altura mayor, estos vientos del este se vuelven más fríos, aunque conservan su carácter de vientos húmedos, producen estabilidad del aire y viento constante.

En cambio los vientos del oeste, cuando se presentan en zonas llanas, son vientos fríos, poco húmedos, tienen poca magnitud y producen inestabilidad del aire.

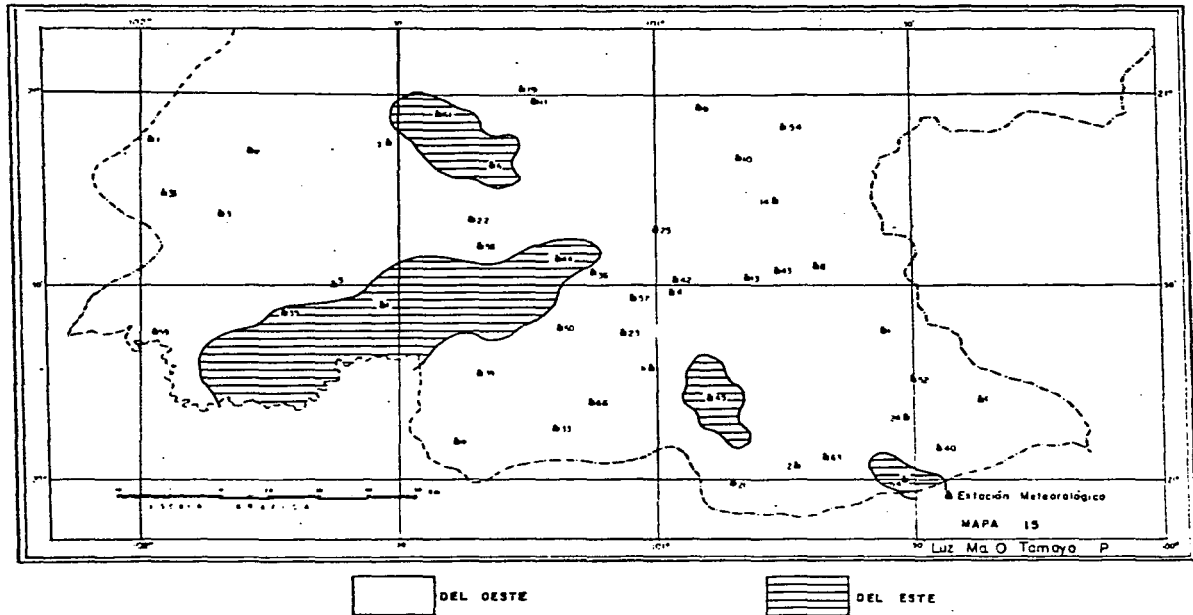
Cuando se presentan en zonas con cierta altura, como son vientos poco constantes, producen más días cálidos, más días con lluvia e inestabilidad.

De tal manera que parece que asociados a los vientos del este están los días cálidos y la lluvia, y a los vientos del oeste tiempo extremo, seco e inestabilidad.

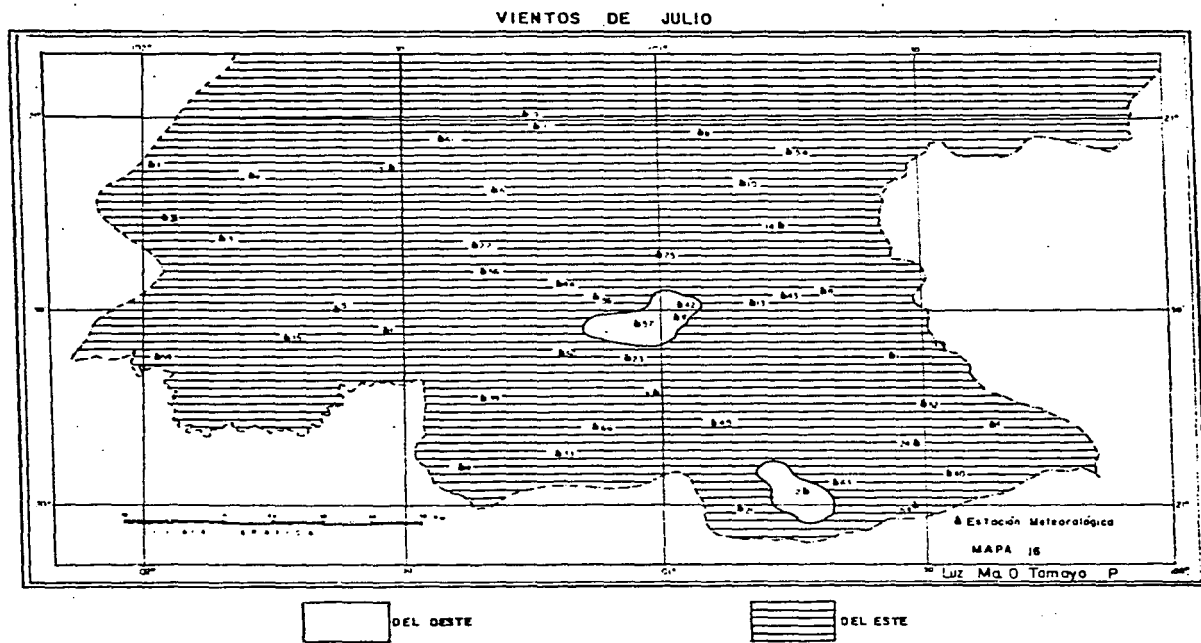
La altitud influye notablemente en el número de días nublados, así que a mayor altura, mayor número de días nublados y a menor altura menor número de días nublados.

Por otra parte, la poca altitud en algunas zonas de protegidas, con inestabilidad del aire, hace que se produzcan más días con helada que en otros lugares más altos.

VIENTOS DE ENERO



Vientos de enero. Se nota en este mes, predominancia de los vientos del oeste.



Vientos de julio. Contrariamente al anterior, aquí hay mayoría de vientos procedentes del este.

V. CONCLUSIONES

El análisis que a continuación se presenta es un ANALISIS DE COMPONENTES PRINCIPALES, y se utilizó con el fin de dar las conclusiones del presente estudio. Para ello se tomaron la mayor parte de los resultados que se han obtenido a lo largo de este trabajo por lo que se tienen las variables siguientes:

1. Altura en metros sobre el nivel del mar
2. Número de días con precipitación apreciable al año
3. Número de días con precipitación inapreciable.
4. Intensidad de la lluvia
5. Probabilidad de que llueva en forma apreciable
6. Número de días nublados al año
7. Número de días con helada al año
8. Número de días con granizo al año
9. Número de días con tempestad al año
10. Número de días con neblina al año
11. Promedio de la cantidad de lluvia anual
12. Número de días con rocío al año
13. Número de días despejados al año
14. Estabilidad del aire en por ciento
15. Por ciento anual de días tropicales
16. Por ciento anual de días veraniegos
17. Valor de la constante del oeste
18. Oscilación anual de la temperatura
19. Porcentaje anual de días con temperatura agradable (mayor de 18.3°C)
20. Promedio anual de temperatura máxima en °C
21. Promedio anual de temperatura mínima en °C

22. Promedio anual de temperatura media en °C
23. Magnitud de la resultante del viento
24. Número total de días con lluvia al año

MATRIZ DE STANDARIZACION. Es el primer paso para el análisis: su objetivo es simplemente y como su nombre lo indica estandarizar los datos con el fin de que las diferencias sean menos grandes; la fórmula utilizada para este fin es la siguiente:

$$Z = X_i - \bar{X} / S$$

en donde:

X_i = es el valor de cada variable

\bar{X} = es el valor de la media

S = desviación estandar

MATRIZ DE INDICES DE CORRELACION. Este es uno de los pasos básicos del análisis, incluye índices de correlación de todos los pares posibles de variables. Mediante este proceso es posible deducir si hay relación entre las variables y si ésta es positiva o negativa (ver cuadro No.16).

	V	A	R	I	A	B	L	E	S		
	1	2	3	4	5	6	7	8			
Acámbaro	1846.0000	100.0000	15.0000	7.5000	27.4000	133.8000	29.0000	2.80			
Adjuntas	1500.0000	76.5000	22.0000	9.4000	20.9000	24.3000	36.5000	0.90			
Aldama	1775.0000	56.0000	13.4000	12.1000	15.3000	102.0000	6.8000	2.10			
Begoña	1850.0000	72.9000	49.1000	8.4000	20.2000	64.4000	39.9000	3.70			
Calderones	2250.0000	63.9000	1.9000	9.0000	17.5000	107.7000	8.7000	0.00			
Celaya	1754.0000	67.0000	21.6000	8.9000	18.3000	72.6000	6.6000	0.60			
Comanfort	1794.0000	35.5000	31.0000	19.6000	9.7000	81.2000	19.5000	7.00			
Suanajuato	2037.0000	78.0000	41.0000	8.6000	21.4000	112.0000	2.1000	3.00			
Camuco	2000.0000	88.1000	18.0000	8.3000	24.1000	71.2000	18.4000	2.00			
Capuato	1724.0000	72.6000	28.6000	9.8000	19.9000	93.7000	18.6000	2.80			
Caral del Progreso	1723.0000	44.7000	20.3000	15.9000	12.2000	63.1000	14.5000	1.30			
Cerécuaro	1787.0000	81.2000	21.0000	10.0000	22.1000	82.0000	16.1000	3.00			
Leventino Rosas	1697.0000	66.3000	36.1000	10.8000	18.1000	110.9000	37.8000	2.90			
Chénjamo	1760.0000	54.3000	8.8000	13.1000	14.9000	41.2000	1.6000	0.40			
Chericos	1722.0000	73.5000	25.6000	9.1000	20.1000	78.2000	16.1000	1.50			
Churoagua	1950.0000	77.8000	6.1000	10.0000	21.3000	9.5000	30.5000	2.30			
Chalamanca	1722.0000	80.3000	23.6000	9.1000	22.0000	94.3000	14.5000	1.70			
Chalvatierra	1782.0000	92.2000	29.9000	8.0000	25.2000	69.0000	12.7000	0.90			
San Miguel Chende	1852.0000	52.1000	18.0000	9.9000	14.3000	48.8000	24.8000	1.60			
Chanta Julia	1730.0000	90.8000	9.4000	7.3000	24.8000	15.6000	16.1000	0.40			
Chilao	1777.0000	65.4000	18.0000	10.1000	17.9000	35.3000	19.1000	4.10			
Chilís	1900.0000	95.9000	21.1000	7.9000	26.2000	102.2000	40.2000	2.70			
Chirandacuao	1930.0000	85.2000	17.8000	9.0000	23.3000	192.4000	29.0000	1.30			
Chiriría	1755.0000	75.3000	17.0000	9.1000	20.6000	54.8000	4.0000	0.40			
Chinco Señores	1850.0000	72.6000	24.2000	9.1000	19.9000	69.0000	22.8000	0.60			
Chortazar	1750.0000	78.6000	22.7000	8.3000	21.5000	23.9000	1.8000	0.00			
Chizache	1880.0000	79.1000	3.2000	10.6000	21.7000	80.4000	2.0000	2.50			
Chilpa	1840.0000	64.0000	3.6000	10.7000	17.5000	59.6000	9.3000	0.00			

CUADRO 15. DATOS INICIALES DEL ANALISIS DE COMPONENTES PRINCIPALES

L E S

5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
27.4000	133.8000	29.0000	2.8000	12.4000	19.3000	754.1000	75.1000	129.9000	74.2000
20.9000	24.3000	36.5000	0.9000	9.0000	1.5000	717.9000	22.4000	121.0000	13.9000
15.3000	102.0000	6.8000	2.1000	3.8000	1.1000	678.7000	0.3000	35.4000	45.5000
20.2000	64.4000	39.9000	3.7000	31.7000	13.7000	612.4000	30.7000	112.5000	17.8000
17.5000	107.7000	8.7000	0.0000	3.1000	22.5000	578.5000	0.0000	120.2000	14.4000
18.3000	72.6000	6.6000	0.6000	6.5000	8.8000	597.4000	0.9000	212.5000	48.9000
9.7000	81.2000	19.5000	7.0000	17.1000	7.5000	694.5000	60.0000	127.1000	40.7000
21.4000	112.0000	2.1000	3.0000	14.2000	9.3000	674.6000	94.0000	125.0000	54.7000
24.1000	71.2000	18.4000	2.0000	7.2000	21.2000	733.1000	63.1000	206.8000	64.4000
19.9000	93.7000	18.6000	2.8000	21.9000	5.7000	714.8000	30.1000	155.5000	58.7000
12.2000	63.1000	14.5000	1.3000	5.7000	4.6000	712.0000	47.1000	142.5000	23.8000
22.1000	82.0000	16.1000	3.0000	10.5000	5.9000	809.3000	4.2000	234.1000	56.3000
18.1000	110.9000	37.8000	2.9000	4.5000	0.7000	716.5000	0.0000	171.3000	41.8000
14.9000	41.2000	1.6000	0.4000	10.5000	0.5000	711.1000	3.2000	251.0000	69.5000
20.1000	78.2000	16.1000	1.5000	3.7000	13.4000	666.7000	11.2000	101.9000	35.3000
21.3000	9.5000	30.5000	2.3000	8.6000	2.3000	777.2000	119.2000	21.0000	13.0000
22.0000	94.3000	14.5000	1.7000	4.2000	8.2000	729.6000	2.7000	123.3000	80.2000
25.2000	69.0000	12.7000	0.9000	1.7000	0.7000	736.0000	2.5000	181.7000	7.9000
14.3000	48.8000	24.8000	1.6000	6.1000	26.1000	516.3000	7.9000	105.0000	78.7000
24.8000	15.6000	16.1000	0.4000	2.0000	2.0000	663.3000	1.1000	134.6000	39.7000
17.9000	35.3000	19.1000	4.1000	7.7000	1.1000	661.3000	6.4000	147.9000	44.7000
26.2000	102.2000	40.2000	2.7000	14.9000	16.0000	758.4000	54.7000	126.3000	16.9000
23.3000	192.4000	29.0000	1.3000	8.8000	2.3000	768.7000	24.7000	52.4000	51.2000
20.6000	54.8000	4.0000	0.4000	0.4000	64.4000	684.2000	0.0000	230.5000	41.5000
19.9000	69.0000	22.8000	0.6000	1.2000	3.3000	660.5000	10.4000	208.0000	28.6000
21.5000	23.9000	1.8000	0.0000	0.7000	0.6000	651.0000	0.0000	153.0000	100.0000
21.7000	80.4000	2.0000	2.5000	1.7000	0.2000	842.8000	34.5000	190.0000	75.6000
17.5000	59.6000	9.3000	0.0000	0.6000	0.0000	686.6000	0.0000	77.9000	91.8000

COMPONENTES PRINCIPALES

	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21
000	75.1000	129.9000	74.2000	0.0000	75.0000	-168.1000	16.6000	53.4000	26.2000	9.8000
000	22.4000	121.0000	13.9000	4.9000	55.1000	25.4000	16.4000	42.7000	25.8000	8.8000
000	0.3000	35.4000	45.5000	35.6000	100.0000	-57.0000	17.5000	74.2000	29.9000	11.0000
000	30.7000	112.5000	17.8000	13.4000	71.8000	-34.8000	17.7000	51.8000	26.7000	8.8000
000	0.0000	120.2000	14.4000	27.4000	100.0000	15.9000	19.8000	91.5000	29.0000	10.3000
000	0.9000	212.5000	48.9000	29.9000	79.4000	-48.1000	16.6000	67.7000	28.3000	11.7000
000	60.0000	127.1000	40.7000	19.4000	79.4000	-22.4000	16.7000	62.7000	-27.7000	11.0000
000	94.0000	125.0000	54.7000	0.0000	38.6000	-61.3000	12.9000	49.5000	24.2000	11.7000
000	63.1000	206.8000	64.4000	11.2000	79.4000	-7.1000	14.6000	60.8000	26.3000	11.7000
000	30.1000	155.5000	58.7000	16.7000	91.5000	-49.9000	15.3000	63.8000	27.5000	12.2000
000	47.1000	142.5000	23.8000	11.5000	65.7000	-28.6000	15.3000	57.5000	26.4000	11.1000
000	4.2000	234.1000	56.3000	0.0000	34.2000	75.1000	15.6000	28.4000	25.1000	10.1000
000	0.0000	171.3000	41.8000	21.1000	83.6000	45.3000	18.5000	58.1000	27.8000	9.2000
000	3.2000	251.0000	69.5000	46.0000	100.0000	-151.9000	19.8000	74.5000	30.2000	10.4000
000	11.2000	101.9000	35.3000	13.1000	70.1000	-44.6000	18.0000	50.9000	26.6000	8.6000
000	119.2000	21.0000	13.0000	0.0000	31.5000	-2.3000	15.7000	20.8000	24.5000	8.6000
000	2.7000	123.3000	80.2000	24.6000	99.7000	-194.4000	17.6000	66.5000	28.5000	10.8000
000	2.5000	181.7000	7.9000	5.7000	78.6000	-18.0000	15.9000	64.1000	27.1000	11.2000
000	7.9000	105.0000	78.7000	21.1000	91.8000	-92.3000	15.5000	77.8000	28.3000	12.8000
000	1.1000	134.6000	39.7000	21.3000	82.7000	-26.4000	18.1000	57.8000	27.6000	10.0000
000	6.4000	147.9000	44.7000	30.4000	88.8000	-94.9000	18.3000	68.5000	28.7000	10.4000
000	54.7000	126.3000	16.9000	7.3000	85.4000	45.8000	16.8000	55.6000	26.6000	9.8000
000	24.7000	52.4000	51.2000	15.9000	79.7000	-101.1000	17.3000	62.4000	27.2000	10.1000
000	0.0000	230.5000	41.5000	2.2000	66.8000	-43.7000	14.9000	52.8000	26.2000	10.2000
000	10.4000	208.0000	28.6000	15.6000	83.5000	30.4000	19.0000	52.3000	27.0000	9.1000
000	0.0000	153.0000	100.0000	21.1000	84.9000	-273.0000	15.8000	61.9000	27.5000	11.3000
000	34.5000	190.0000	75.6000	20.8000	79.4000	-87.7000	15.8000	58.6000	27.0000	11.2000
000	0.0000	77.9000	91.8000	21.4000	77.0000	136.7000	18.0000	61.4000	27.5000	9.5000

15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
0.0000	75.0000	-168.1000	16.6000	53.4000	26.2000	9.8000	18.0000	2373.9000	115.0000
4.9000	55.1000	25.4000	16.4000	42.7000	25.8000	8.8000	17.1000	336.7000	98.5000
35.6000	100.0000	-57.0000	17.5000	74.2000	29.9000	11.0000	20.7000	569.9000	69.4000
13.4000	71.8000	-34.8000	17.7000	51.8000	26.7000	8.8000	17.9000	382.6000	122.0000
27.4000	100.0000	15.9000	19.8000	91.5000	29.0000	10.3000	20.2000	328.9000	65.8000
29.9000	79.4000	-48.1000	16.6000	67.7000	28.3000	11.7000	19.8000	2120.9000	88.6000
19.4000	79.4000	-22.4000	16.7000	62.7000	27.7000	11.0000	19.3000	676.6000	66.5000
0.0000	38.6000	-61.3000	12.9000	49.5000	24.2000	11.7000	17.6000	763.9000	119.0000
11.2000	79.4000	-7.1000	14.6000	60.8000	26.3000	11.7000	18.8000	1573.5000	106.1000
16.7000	91.5000	-49.9000	15.3000	63.8000	27.5000	12.2000	19.7000	762.8000	101.2000
11.5000	65.7000	-28.6000	15.3000	57.5000	26.4000	11.1000	18.5000	314.9000	65.0000
0.0000	34.2000	75.1000	15.6000	28.4000	25.1000	10.1000	17.4000	1308.3000	102.2000
21.1000	83.6000	45.3000	18.5000	58.1000	27.8000	9.2000	18.5000	1028.9000	102.4000
46.0000	100.0000	-151.9000	19.8000	74.5000	30.2000	10.4000	20.6000	2011.1000	63.1000
13.1000	70.1000	-44.6000	18.0000	50.9000	26.6000	8.6000	17.5000	844.7000	99.1000
0.0000	31.5000	-2.3000	15.7000	20.8000	24.5000	8.6000	16.4000	369.1000	83.9000
24.6000	99.7000	-194.4000	17.6000	66.5000	28.5000	10.8000	19.4000	1944.0000	103.9000
5.7000	78.6000	-18.0000	15.9000	64.1000	27.1000	11.2000	19.0000	187.8000	122.1000
21.1000	91.8000	-92.3000	15.5000	77.8000	28.3000	12.8000	20.4000	2106.2000	70.1000
21.3000	82.7000	-26.4000	18.1000	57.8000	27.6000	10.0000	18.8000	766.8000	100.2000
30.4000	88.8000	-94.9000	18.3000	68.5000	28.7000	10.4000	19.6000	974.4000	83.4000
7.3000	85.4000	45.8000	16.8000	55.6000	26.6000	9.8000	18.1000	457.8000	117.0000
15.9000	79.7000	-101.1000	17.3000	62.4000	27.2000	10.1000	18.5000	1086.0000	103.0000
2.2000	66.8000	-43.7000	14.9000	52.8000	26.2000	10.2000	18.0000	705.7000	92.3000
15.6000	83.5000	30.4000	19.0000	52.3000	27.0000	9.1000	18.2000	625.5000	96.8000
21.1000	84.9000	-273.0000	15.8000	61.9000	27.5000	11.3000	19.2000	2730.6000	101.3000
20.8000	79.4000	-87.7000	15.8000	58.6000	27.0000	11.2000	19.0000	931.2000	82.3000
21.4000	77.0000	136.7000	18.0000	61.4000	27.5000	9.5000	18.6000	1367.7000	67.6000

De la matriz de correlaciones se puede concluir lo siguiente:

A mayor altitud, mayor número de días nublados; la lluvia influye en la temperatura disminuyéndola.

La lluvia inapreciable parece estar ligada a las estaciones que tienen mayor número de días con tempestad y con granizo.

La intensidad de la lluvia está fuertemente ligada a los días con granizo.

El número de días con helada están relacionados con los días con tempestad; positivamente y negativamente con la estabilidad del aire y con la constancia de los vientos del este. Así que donde los vientos son predominantemente del este, hay más estabilidad del aire en este sentido, el número de días con helada se reducen. En otro sentido, en los lugares donde hay inestabilidad del aire, se pueden presentar mayor número de días con helada y tempestad.

Los días con granizo están asociados a los días con tempestad y con rocío.

La cantidad de lluvia está relacionada también con la disminución de temperatura; generalmente en los lugares donde llueve en mayor cantidad, las temperaturas altas disminuyen.

Parece también que el número de días con rocío está correlacionado negativamente con las altas temperaturas, o sea que en los lugares donde hay mayor porcentaje de días con altas

temperaturas, generalmente no se producen días con rocío.

Los vientos del oeste producen inestabilidad del aire y contrariamente los del este son vientos estables y a veces más prolongados.

GRUPOS DE VARIABLES O DE COMPONENTES PRINCIPALES.
Para este estudio se utilizaron los 6 primeros componentes entre los 24 posibles (ver Cuadro No.), pues la mayor parte de la variación de la matriz inicial de datos se explica con estos componentes que se encuentran desglosados en el Cuadro No.

Verbalmente se pueden interpretar los 6 componentes de la manera siguiente:

COMPONENTE 1. Se le puede llamar componente de temperaturas altas o sea que indica los lugares más cálidos (con signo negativo) que el promedio y los más fríos (signo positivo), como se puede ver en el cuadro , la estación más caliente de todas es Pénjamo y la más fría es Puroagua.

COMPONENTE 2. Este se refiere a la intensidad de la lluvia, relacionada también con los vientos, de tal forma que los lugares donde la lluvia es más intensa (con más fuerza), la magnitud de los vientos del este, los días con lluvia apreciable y la probabilidad de que llueva son menores, o sea que una mayor cantidad de lluvia cae en pocos días; en cambio en donde la magnitud del viento del este, el número de días con lluvia apreciable y la probabilidad de que llueva son mayores, la cantidad de agua precipitada, se encuentra más distribuida

en un mayor número de días, y por lo tanto, la intensidad es menor, como ejemplo de esto se observa que en el cuadro , en Comonfort, es donde se presentan las lluvias más intensas; en cambio en Cortazar las lluvias son menos intensas.

COMPONENTE 3. Indica los lugares extremosos, donde la oscilación de la temperatura es mayor y hay poca estabilidad del aire, si se recuerda el análisis de componentes principales anterior, en la página de él resultó que los lugares en donde la constante del oeste resultaba con signo positivo tenían poca estabilidad del aire, en cambio donde los vientos del este predominaban, la estabilidad del aire en ese lugar era mayor, relacionando lo anterior es posible decir que los lugares extremosos y con poca estabilidad del aire presentan poca influencia de los vientos del este. En cambio en donde el viento del este domina hay más estabilidad del aire y son menos extremosos. De aquí se parte para decir que Solís es el mejor ejemplo de lugar extremoso, en cambio Guanajuato es el menos extremoso y el más estable.

COMPONENTE 4. Está integrado por variables que indican humedad latente, que no llega a manifestarse en forma apreciable, aunque a veces se precipita intensamente en forma de tempestades, pero la mayor parte de las veces no es así; se deduce que hay humedad latente por la presencia de nublados y de un notable número de días con lluvia inapreciable principalmente; ejemplo: Begoña tiene gran número de días con tempestad, con granizo, rocío y lluvia inapreciable, en cambio en Jalpa (aunque no se puede considerar muy característico, pues su índice no es muy importante) se tienen pocos días con lluvia inapreciable, pocos

con tempestad, etcétera.

COMPONENTE 5. Simplemente indica que en algunos lugares los nublados están íntimamente ligados a la altura y así se le localiza como un lugar alto y nublado a Calderones que por su localización (parte oeste de la Sierra de Guanajuato), recibe vientos húmedos que vienen del Pacífico.

COMPONENTE 6. Aunque no muy decididamente este componente indica lugares lluviosos donde la cantidad de lluvia está manifestada; Huizache es la estación donde es mayor la cantidad de lluvia; en cambio en Yuriria, aunque no tiene el número más bajo en cuanto a la cantidad de lluvia, es muy notable el número de días con neblina, así el número de días con lluvia inapreciable y despejados, lo que se puede explicar muy particularmente en este caso si se recuerda que esta estación está muy cerca de la laguna del mismo nombre y que es tal vez la acumulación de agua en la laguna la que provoca las llamadas nieblas por radiación o conducción, pues se sabe que estas nieblas se forman al tenerse aire más frío en las capas cercanas a la superficie que en las más altas (esto se puede localizar en el agua que se enfría en las noches y durante el día tarda más en calentarse que la capa de tierra que la rodea), este desigual calentamiento de la superficie y la humedad relativa debida a la presencia de la laguna, son dos de las condiciones importantes para la formación de estas nieblas " (1).

(1) García, E. " Apuntes de Climatología ", pág. 59.

V A R I A B L E S

	1	2	3	4	5	6	7	8
1	1.0000	0.1097	-0.2278	-0.1751	0.1133	0.3517	-0.1255	0.0089
2	0.1097	1.0000	-0.0070	-0.8311	0.9999	0.1733	0.2197	-0.2113
3	-0.2278	-0.0070	1.0000	-0.0021	-0.0019	0.1746	0.3382	0.4513
4	-0.1751	-0.8311	-0.0021	1.0000	-0.8335	-0.0477	-0.1340	0.4575
5	0.1133	0.9999	-0.0019	-0.8335	1.0000	0.1734	0.2220	-0.2089
6	0.3517	0.1733	0.1746	-0.0477	0.1734	1.0000	0.1331	0.2005
7	-0.1255	0.2197	0.3382	-0.1340	0.2220	0.1331	1.0000	0.3492
S 8	0.0089	-0.2113	0.4513	0.4575	-0.2089	0.2005	0.3492	1.0000
E 9	0.0479	-0.0321	0.5696	0.1081	-0.0239	0.1770	0.4699	0.6232
L 10	0.2112	0.0731	-0.0095	-0.1865	0.0750	0.0497	-0.0592	-0.0965
B 11	-0.1102	0.4259	-0.1610	0.0592	0.4217	0.2246	0.0919	0.2136
A 12	0.3557	0.1680	0.1012	0.1014	0.1710	0.0862	0.2794	0.4589
I 13	-0.1704	0.0602	0.0899	-0.0272	0.0583	-0.1622	-0.3256	-0.1257
R 14	-0.0547	-0.0207	-0.2167	-0.0193	-0.0205	0.0633	-0.4381	-0.0992
A 15	-0.0648	-0.5131	-0.2802	0.2834	-0.5123	-0.0779	-0.3579	-0.1566
I 16	-0.0029	-0.2091	-0.1792	0.0518	-0.2073	0.1598	-0.1441	-0.1654
R 17	0.1059	-0.0670	-0.0246	0.0835	-0.0712	-0.0240	0.3045	0.0448
A 18	-0.0217	-0.1932	-0.2527	0.0555	-0.1983	0.0153	0.1325	-0.1903
I 19	0.2157	-0.3616	-0.1816	0.1162	-0.3601	0.2135	-0.3471	-0.1981
V 20	-0.0912	-0.4403	-0.2623	0.2298	-0.4401	0.0237	-0.2668	-0.1632
21	0.1351	-0.2134	0.0092	0.1425	-0.2144	0.0917	-0.5012	0.0483
22	0.0710	-0.4491	-0.2275	0.2414	-0.4489	0.0703	-0.4412	-0.1048
23	-0.0973	0.0674	-0.1434	-0.1556	0.0671	0.0051	-0.2634	-0.1840
24	-0.0466	0.8045	0.5883	-0.6734	0.8075	0.2438	0.3785	0.0971

CUADRO 16. MATRIZ DE COEFICIENTES DE CORRELACION " r "

5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
0.1133	0.3517	-0.1255	0.0089	0.0479	0.2112	-0.1102	0.3557	-0.1704	-0.0547
0.9999	0.1733	-0.2197	-0.2113	-0.0321	0.0731	0.4259	0.1680	0.0602	-0.0207
-0.0019	0.1746	0.3382	0.4513	0.5696	-0.0095	-0.1610	0.1012	0.0899	-0.2167
-0.8335	-0.0477	-0.1340	0.4575	0.1081	-0.1865	0.0592	0.1014	-0.0272	-0.0193
1.0000	0.1734	0.2220	-0.2089	-0.0239	0.0750	0.4217	0.1710	0.0583	-0.0205
0.1734	1.0000	0.1331	0.2005	0.1770	0.0497	0.2246	0.0862	-0.1622	0.0633
0.2220	0.1331	1.0000	0.3492	0.4699	-0.0592	0.0919	0.2794	-0.3256	-0.4381
-0.2089	0.2005	0.3492	1.0000	0.6232	-0.0965	0.2136	0.4589	-0.1257	-0.0992
-0.0239	0.1770	0.4699	0.6232	1.0000	-0.0200	0.0022	0.4257	-0.1073	-0.1943
0.0750	0.0497	-0.0592	-0.0965	-0.0200	1.0000	-0.2694	-0.0006	0.2170	-0.0426
0.4217	0.2246	0.0919	0.2136	0.0022	-0.2694	1.0000	0.3566	0.0897	0.0184
0.1710	0.0862	0.2794	0.4589	0.4257	-0.0006	0.3566	1.0000	-0.3134	-0.1735
0.0583	-0.1622	-0.3256	-0.1257	-0.1073	0.2170	0.0897	-0.3134	1.0000	0.1351
-0.0205	0.0633	-0.4381	-0.0992	-0.1943	-0.0426	0.0184	-0.1735	0.1351	1.0000
-0.5123	-0.0779	-0.3579	-0.1566	-0.1779	-0.3011	-0.3706	-0.5573	0.0648	0.2975
-0.2073	0.1598	-0.1441	-0.1654	-0.1603	-0.0212	-0.3542	-0.5493	0.0636	0.2538
-0.0712	-0.0240	0.3045	0.0448	0.0170	-0.0103	0.0815	0.0262	-0.0278	-0.4869
-0.1983	0.0153	0.1325	-0.1903	-0.1408	-0.2610	-0.2231	-0.5152	-0.0479	-0.1315
-0.3601	0.2135	-0.3471	-0.1981	-0.1805	0.0720	-0.5350	-0.4996	0.0477	0.2294
-0.4401	0.0237	-0.2668	-0.1632	-0.1948	-0.1502	-0.4003	-0.6478	0.0526	0.2306
-0.2144	0.0917	-0.5012	0.0483	-0.0359	0.0940	-0.2132	-0.0477	0.2268	0.4421
-0.4489	0.0703	-0.4412	-0.1048	-0.1484	-0.0634	-0.4298	-0.5086	0.1375	0.3514
0.0671	0.0051	-0.2634	-0.1840	-0.1585	0.0222	-0.1405	-0.1838	0.2442	0.8342
0.8075	0.2438	0.3785	0.0971	0.3123	0.0535	0.2487	0.1960	0.1021	-0.1454

COEFICIENTES DE CORRELACION " r "

11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
-0.1102	0.3557	-0.1704	-0.0547	-0.0648	-0.0029	0.1059	-0.0217	0.2157	-0.0912
0.4259	0.1680	0.0602	-0.0207	-0.5131	-0.2091	-0.0670	-0.1932	-0.3616	-0.4403
-0.1610	0.1012	0.0899	-0.2167	-0.2802	-0.1792	-0.0246	-0.2527	-0.1816	-0.2623
0.0592	0.1014	-0.0272	-0.0193	0.2834	0.0518	0.0835	0.0555	0.1162	0.2298
0.4217	0.1710	0.0583	-0.0205	-0.5123	-0.2073	-0.0712	-0.1923	-0.3601	-0.4401
-0.2246	0.0862	-0.1622	0.0633	-0.0779	0.1598	-0.0240	0.0153	0.2135	0.0237
0.0919	0.2794	-0.3256	-0.4381	-0.3579	-0.1441	0.3045	0.1325	-0.3471	-0.2668
0.2136	0.4589	-0.1257	-0.0992	-0.1566	-0.1654	0.0448	-0.1903	-0.1981	-0.1632
0.0022	0.4257	-0.1073	-0.1943	-0.1779	-0.1603	0.0170	-0.1408	-0.1805	-0.1948
-0.2694	-0.0006	0.2170	-0.0426	-0.3011	-0.0212	-0.0103	-0.2610	0.0720	-0.1502
1.0000	0.3566	0.0897	0.0184	-0.3706	-0.3542	0.0815	-0.2231	-0.5350	-0.4003
0.3566	1.0000	-0.3134	-0.1735	-0.5573	-0.5493	0.0262	-0.5152	-0.4996	-0.6478
0.0897	-0.3134	1.0000	0.1351	0.0648	0.0636	-0.0278	-0.0479	0.0477	0.0526
0.0184	-0.1735	0.1351	1.0000	0.2975	0.2538	-0.4869	-0.1315	0.2294	0.2306
-0.3706	-0.5573	0.0648	0.2975	1.0000	0.7704	-0.2765	0.6347	0.7394	0.9335
-0.3542	-0.5493	0.0636	0.2538	0.7704	1.0000	-0.3327	0.5610	0.8755	0.8971
0.0815	0.0262	-0.0278	-0.4869	-0.2765	-0.3327	1.0000	0.0744	-0.2875	-0.2843
-0.2231	-0.5152	-0.0479	-0.1315	0.6347	0.5610	0.0744	1.0000	0.3939	0.6606
-0.5350	-0.4996	0.0477	0.2294	0.7394	0.8755	-0.2875	0.3939	1.0000	0.8407
-0.4003	-0.6478	0.0526	0.2306	0.9335	0.8971	-0.2843	0.6606	0.8407	1.0000
-0.2132	-0.0477	0.2268	0.4421	0.2366	0.3074	-0.3679	-0.4869	0.5111	0.2593
-0.4298	-0.5086	0.1375	0.3514	0.8376	0.8408	-0.3502	0.3258	0.9061	0.9009
-0.1405	-0.1838	0.2442	0.8342	0.2919	0.2592	-0.6013	-0.0169	0.2220	0.2651
0.2487	0.1960	0.1021	-0.1454	-0.5813	-0.2756	-0.0688	-0.3063	-0.4003	-0.5118

	17	18	19	20	21	22	23	24
29	0.1059	-0.0217	0.2157	-0.0912	0.1351	0.0710	-0.0973	-0.0466
91	-0.0670	-0.1932	-0.3616	-0.4403	-0.2134	-0.4491	0.0674	0.8045
92	-0.0246	-0.2527	-0.1816	-0.2623	0.0092	-0.2275	-0.1434	0.5883
18	0.0835	0.0555	0.1162	0.2298	0.1425	0.2414	-0.1556	-0.6734
73	-0.0712	-0.1923	-0.3601	-0.4401	-0.2144	-0.4489	0.0671	0.8075
98	-0.0240	0.0153	0.2135	0.0237	0.0917	0.0703	0.0051	0.2438
41	0.3045	0.1325	-0.3471	-0.2668	-0.5012	-0.4417	-0.2634	0.3785
54	0.0448	-0.1903	-0.1981	-0.1632	0.0483	-0.1048	-0.1840	0.0971
63	0.0170	-0.1408	-0.1805	-0.1948	-0.0359	-0.1484	-0.1585	0.3123
212	-0.0103	-0.2610	0.0720	-0.1502	0.0940	-0.0634	0.0222	0.0535
542	0.0815	-0.2231	-0.5350	-0.4003	-0.2132	-0.4298	-0.1405	0.2487
493	0.0262	-0.5152	-0.4996	-0.6478	-0.0477	-0.5086	-0.1838	0.1960
636	-0.0278	-0.0479	0.0477	0.0526	0.2268	0.1375	0.2442	0.1021
538	-0.4869	-0.1315	0.2294	0.2306	0.4421	0.3514	0.8342	-0.1454
704	-0.2765	0.6347	0.7394	0.9335	0.2366	0.8376	0.2919	-0.5813
000	-0.3327	0.5610	0.8755	0.8971	0.3074	0.8408	0.2592	-0.2756
327	1.0000	0.0744	-0.2875	-0.2843	-0.3679	-0.3502	-0.6013	-0.0688
610	0.0744	1.0000	0.3939	0.6606	-0.4869	0.3258	-0.0169	-0.3063
755	-0.2875	0.3939	1.0000	0.8407	0.5111	0.9061	0.2220	-0.4003
971	-0.2843	0.6606	0.8407	1.0000	0.2593	0.9009	0.2651	-0.5118
074	-0.3679	-0.4869	0.5111	0.2593	1.0000	0.6372	0.3531	-0.1671
408	-0.3502	0.3258	0.9061	0.9009	0.6372	1.0000	0.3299	-0.4983
592	-0.6013	-0.0169	0.2220	0.2651	0.3531	0.3299	1.0000	-0.0307
756	-0.0688	-0.3063	-0.4003	-0.5118	-0.1671	-0.4983	-0.0307	1.0000

CUADRO 17. PORCENTAJES DE LOS COMPONENTES

	1	2	3
1	7.1939	29.9746	29.9746
2	3.4811	14.5047	44.4793
3	2.6023	10.8429	55.3222
4	2.3012	9.5885	64.9107
5	1.7964	7.4851	72.3959
6	1.6428	6.8450	79.2409
7	1.1438	4.7660	84.0069
8	0.8505	3.5438	87.5506
9	0.7195	2.9979	90.5485
10	0.6422	2.6757	93.2242
11	0.5344	2.2268	95.4510
12	0.3084	1.2851	96.7361
13	0.2960	1.2335	97.9696
14	0.1629	0.6786	98.6481
15	0.1042	0.4343	99.0825
16	0.0880	0.3668	99.4493
17	0.0599	0.2496	99.6989
18	0.0343	0.1429	99.8418
19	0.0196	0.0819	99.9236
20	0.0111	0.0463	99.9700
21	0.0069	0.0289	99.9989
22	0.0002	0.0010	99.9999
23	0.0000	0.0001	100.0000
24	-0.0000	-0.0000	100.0000

COLUMN 1=EIGENVALUFS. COLUMN 2= PERCFNT OF TRACE
COLUMN 3 = CUMULATIVE PERCENT OF TRACE

CUADRO 18. MATRIZ DE ESTRUCTURA DE LOS COMPONENTES

	1	2	3	4	5	6
1	0.0123	-0.0441	-0.0564	0.0755	0.6431	0.1067
2	0.2246	-0.3847	0.1115	0.1198	0.0193	0.1006
3	0.1256	0.1111	-0.2062	0.3528	-0.2591	-0.3328
4	-0.1296	0.4147	-0.1799	-0.1471	-0.0837	0.1280
5	0.2248	-0.3844	0.1100	0.1242	0.0201	0.0991
6	0.0248	-0.0561	-0.1108	0.3479	0.2677	0.2443
7	0.1857	0.1550	0.1619	0.3458	-0.0984	0.0418
8	0.0884	0.2956	-0.3037	0.2349	-0.0833	0.1416
9	0.1197	0.2020	-0.2279	0.3801	-0.0724	-0.0341
10	0.0300	-0.1045	-0.0889	-0.0417	0.3073	-0.4595
11	0.1816	-0.0402	-0.0237	-0.1263	-0.1276	0.4701
12	0.2291	0.1335	-0.2577	-0.0281	0.2195	0.2449
13	-0.0449	-0.1576	-0.0816	-0.1222	-0.2297	-0.3252
14	-0.1446	-0.2558	-0.2908	-0.1187	-0.1534	0.2367
15	-0.3399	0.0283	0.0831	0.0915	-0.0979	0.1222
16	-0.2979	-0.1004	0.0787	0.2882	0.0180	0.0358
17	0.1169	0.2352	0.2732	-0.0910	0.1705	-0.1324
18	-0.1801	0.0642	0.4323	0.2001	-0.0831	0.1450
19	-0.3188	-0.0665	-0.0191	0.2147	0.2111	-0.0721
20	-0.3445	-0.0049	0.1102	0.1775	-0.0557	0.0572
21	-0.1635	-0.1149	-0.4419	-0.0289	0.1319	-0.1093
22	-0.3442	-0.0442	-0.0999	0.1313	0.0685	-0.0045
23	-0.1350	-0.3033	-0.2352	-0.0362	-0.2195	0.1275
24	0.2562	-0.2452	-0.0323	0.3064	-0.1383	-0.1163

CUADRO 19. INFLUENCIA DE LOS COMPONENTES EN CADA ESTACION

	1	2	3	4	5	6
ACAMBARO	2.7012	-2.7303	-1.2692	1.3419	0.1397	1.7876
ADJUNTAS	3.0776	1.2611	2.1024	-0.8560	-2.0046	-0.7056
ALDAMA	-4.0366	1.3868	-0.4110	0.4750	0.6988	1.1416
BEGONA	2.6702	1.9680	0.2041	3.7328	-0.8164	-1.7325
CALDERONES	-3.7723	0.2168	2.4397	0.7181	0.4049	-0.5953
CELAYA	-2.5641	-1.1195	-0.5726	-0.2179	-0.5379	-1.3754
COMONFORT	-1.5675	5.5436	-2.8644	0.3856	-0.3340	0.4835
GUANAJUATO	-3.8731	-0.2181	-3.5888	-0.1284	-1.6228	-0.6309
IRAMUCO	1.2272	-1.9538	-1.6269	-0.2462	1.2834	-0.2168
IRAPUATO	-0.2751	0.1613	-1.9868	1.5784	-0.4705	-0.2619
JARAL DEL PROGRESO	-0.4854	3.2461	-0.9340	-2.1741	0.0843	-0.3488
JERECUARO	3.5761	-0.1082	-0.5163	-1.7743	-1.2681	0.0383
JUVENTINO ROSAS	0.0672	1.2231	1.3011	1.6162	-1.6112	-0.0177
PENJAMO	-5.5053	0.0234	0.2121	-0.6480	-1.5866	0.8190
PERICOS	1.1078	0.2217	1.5995	-0.0993	-0.5755	-0.4195
PUROAGUA	5.2778	2.1703	0.9144	-2.5050	1.0791	1.9139
SALAMANCA	-1.7522	-2.1637	-0.5157	1.0995	-1.2372	1.0043
SALVATIERRA	1.3428	-1.4870	0.8859	0.5184	-0.0752	-1.1412
SAN MIGUEL ALLENDE	-5.6945	-0.0871	-1.9497	-0.0233	0.9382	-1.6947
SANTA JULIA	-0.1799	-1.5686	2.4069	-0.4555	-0.5918	-0.1864
SILAO	-2.1926	0.8730	0.3491	0.7256	-0.8777	0.1941
SOLIS	3.1094	-0.2981	1.0224	2.1710	1.0088	0.3324
TARANDACUAD	0.8469	-1.0066	0.3347	1.9998	1.2101	2.3626
YURIRIA	1.0100	-1.4370	-0.0840	-2.3375	0.9555	-3.3546
CINCO SEÑORES	0.2815	0.1409	2.3672	-0.0021	-0.3048	-0.7892
CORTAZAR	-1.9584	-3.4295	-1.5042	-1.0386	-1.8631	0.0815
HUIZACHE	-0.4967	-1.1239	-0.9148	-1.7459	0.2660	2.1126
JALPA	-1.6883	0.2950	1.7767	-2.1102	0.4629	1.1990

1. ASOCIACIONES PRINCIPALES DE LOS COMPONENTES.

COMPONENTE 1

20. Promedio anual de la temperatura máxima en $^{\circ}\text{C}$	-0. 4345
22. Promedio anual de la temperatura media en $^{\circ}\text{C}$.	-0. 3442
15. Porcentaje anual de dias tropicales	-0. 3399
19. Porcentaje anual de dias con temperatura agradable	-0. 3188

COMPONENTE 2.

4. Intensidad anual de la lluvia.	0. 4147
12. Número de días con precipitación apreciable al año.	-0. 3847
5. Probabilidad de que llueva en forma apreciable al año.	-0. 3844
23. Magnitud anual de la resultante del viento.	-0. 3033
8. Número de días con granizo al año.	0. 2956

COMPONENTE 3.

21. Promedio anual de la temperatura mínima.	-0. 4419
18. Oscilación anual de la temperatura.	-0. 4323
8. Número de días con granizo al año.	-0. 3037
14. Estabilidad del aire en porcentaje, al año.	-0. 2908

COMPONENTE 4.

9. Número de días con tempestad al año.	0. 3801
3. Número de dias con precipitación inapreciable al año.	0. 3528
6. Número de dias nublados al año.	0. 3479
7. Número de dias con helada al año.	0. 3458
24. Número total de dias con lluvia al año.	0. 3064

COMPONENTE 5.

1. Altitud en metros sobre el nivel del mar.	0. 6431
10. Número de días con neblina al año.	0. 3073

COMPONENTE 6.

11. Promedio de la cantidad de lluvia anual	0. 4701
10. Número de días con neblina al año.	-0. 4595
3. Número anual de días con precipitación inapreciable	-0. 3328
13. Número anual de días despejados	0. 3552

2. POSICION DE LAS ESTACIONES EN LAS COMPONENTES

COMPONENTE 1.

Pénjamo	-5.5053
Aldama	-4.0366
Calderones	-3.7723
San Miguel Allende	-3.6945
Celaya	-2.5641
Silao	-2.1926
Cortazar	-1.9584
Salamanca	-1.7522
Jalpa	-1.6883
Comonfort	-1.5675
Huizache	-0.4967
Jaral del Progreso	-0.4854
Irapuato	-0.2751
Santa Julia	-0.1799
Juventino Rosas	0.0672
Cinco Señores	0.2815
Tarandacuao	0.8469
Yuriria	1.0100
Pericos	1.1078
Iramuco	1.2272
Salvatierra	1.3428
Begoña	2.6702
Acámbaro	2.7012
Adjuntas	3.0776
Solfs	3.1094

COMPONENTE 2.

Comonfort	5.5436
Jaral del Progreso	3.2461
Puroagua	2.1703
Begoña	1.9680
Aldama	1.3868
Adjuntas	1.2611
Juventino Rosas	1.2231
Silao	0.8730
Jalpa	0.2950
Pericos	0.2217
Calderones	0.2168
Irapuato	0.1613
Cinco Señores	0.1409
Pénjamo	0.0234
San Miguel Allende	-0.0871
Jerécuaro	-0.1082
Guanajuato	-0.2181
Solfs	-0.2981
Tarandacuao	-1.0066
Celaya	-1.1195
Huizache	-1.1236
Yuriria	-1.4370
Salvatierra	-1.4870
Santa Julia	-1.5686
Iramuco	-1.9538

POSICION DE LAS ESTACIONES EN LOS COMPONENTES

COMPONENTE 1

Jerécuaro	3.5761
Guanajuato	3.8731
Puroagua	5.2778

COMPONENTE 2

Salamanca	-2.1637
Acámbaro	-2.7303
Cortazar	-3.4295

COMPONENTE 3

Calderones	2.4397
Santa Julia	2.4069
Cinco Señores	2.3672
Adjuntas	2.1024
Jalpa	1.7767
Pericos	1.5995
Juventino Rosas	1.3011
Solís	1.0224
Puroagua	0.9144
Salvatierra	0.8859
Aldama	0.4110
Silao	0.3491
Tarandacuao	0.3347
Pénjamo	0.2121
Begoña	0.2041
Yuriria	-0.0840
Salamanca	-0.5157
Jerécuaro	-0.5163
Celaya	-0.5726
Huizache	-0.9148
Jaral del Progreso	-0.9340
Acámbaro	-1.2692

COMPONENTE 4

Begoña	3.7328
Solís	2.1710
Tarandacuao	1.9998
Juventino Rosas	1.6162
Irapuato	1.5784
Acámbaro	1.3419
Salamanca	1.0995
Silao	0.7256
Calderones	0.7181
Salvatierra	0.5184
Aldama	0.4750
Comonfort	0.3856
Cinco Señores	-0.0021
San Miguel Allende	-0.0233
Pericos	-0.0993
Guanajuato	-0.1284
Celaya	-0.2179
Iramuco	-0.2462
Santa Julia	-0.4555
Pénjamo	-0.6480
Adjuntas	-0.8560
Cortazar	-1.0386

POSICION DE LAS ESTACIONES EN LOS COMPONENTES

COMPONENTE 3

Cortazar	-1.5042
Iramuco	-1.6269
San Miguel Allende	-1.9497
Irapuato	-1.9868
Comonfort	-2.8644
Guanajuato	-3.5888

COMPONENTE 4

Huizache	-1.7459
Jefecuaro	-1.7743
Jalpa	-2.1102
Jaral del Progreso	-2.1741
Yuriria	-2.3375
Puroagua	-2.5050

COMPONENTE 5

Calderones	4.4049
Guanajuato	1.6228
Iramuco	1.2834
Tarandacuao	0.9555
Puroagua	0.9382
Solfs	1.2101
Yuriria	1.0791
San Miguel de Allende	1.0088
Aldama	0.6988
Jalpa	0.4629
Huizache	0.0843
Acámbaro	0.2660
Jaral del Progreso	-0.0752
Salvatierra	0.1397
Cinco Señores	0.3048
Comonfort	-0.3340
Irapuato	-0.5379
Celaya	-0.4705

COMPONENTE 6

Tarandacuao	2.3626
Huizache	2.1126
Puroagua	1.9139
Acámbaro	1.7876
Jalpa	1.1990
Aldama	1.1416
Salamanca	1.0043
Pénjamo	0.8190
Comonfort	0.4835
Solfs	0.3324
Silao	0.1941
Cortazar	0.0815
Jerécuaro	0.0383
Juventino Rosas	-0.0177
Santa Julia	-0.1864
Iramuco	-0.2168
Irapuato	-0.2619
Jaral del Progreso	-0.3488

POSICION DE LAS ESTACIONES EN LOS COMPONENTES

COMPONENTE 5

COMPONENTE 6

Pericos	-0.5755	Pericos	-0.4195
Santa Julia	-0.5918	Calderones	-0.5953
Begoña	-0.8164	Guanajuato	-0.6309
Silao	-0.8777	Adjuntas	-0.7056
Salamanca	-1.2372	Cinco Señores	-0.7892
Jerécuaro	-1.2681	Salvatierra	-1.1412
Pénjamo	-1.6112	Celaya	-1.3754
Juventino Rosas	-1.8631	San Miguel Allende	-1.6947
Cortazar	-2.0046	Begoña	-1.7325
Adjuntas	-1.5866	Yuriria	-3.3546

3. CARACTERISTICAS PRINCIPALES DE CADA ESTACION SEGUN EL ANALISIS DE COMPONENTES PRINCIPALES.

ACAMBARO	Templado (ligeramente frfo) con lluvia abundante aunque no intensa, viento predominante del este.
ADJUNTAS	Más frfo que el anterior, con poca altura sobre el nivel del mar y pocos nublados
ALDAMA	Templado, caliente.
BEGOÑA	Ligeramente seco y templado (frfo)
CALDERONES	Cálido, alto, extremoso.
CELAYA	Lluvia moderada, templado (cálido)
COMONFORT	Lluvia intensa, no muy extremoso
GUANAJUATO	Templado frfo, es el menos extremoso de la región
IRAMUCO	Lluvia no intensa, no es extremoso
IRAPUATO	No es extremoso
JARAL DEL PROGRESO	Lluvia intensa, no extremoso
JERECUARO	Templado frfo, no extremoso, lluvia abundante.
JUVENTINO ROSAS	Lluvia ligeramente intensa, levemente extremoso.
PENJAMO	Muy caliente
PERICOS	Templado frfo, extremoso
PUROAGUA	Es el más frfo, lluvia intensa, lluvioso.
SALAMANCA	Lluvias poco intensas, templado cálido, vientos del este.
SALVATIERRA	Templado frfo, lluvioso
SAN MIGUEL DE ALLENDE	Cálido, poca cantidad de lluvia
SANTA JULIA	Ligeramente extremoso
SILAO	Templado cálido
SOLIS	Templado frfo, con tempestad y neblina
TARANDACUAO	Con humedad latente demostrada como en Solís por la cantidad de días con tempestad, neblina y nu-

blados, vientos predominantes del este.

YURIRIA La lluvia no es muy abundante, con neblina que puede deberse a la presencia del lago.

CINCO SEÑORES Ligeramente extremoso

CORTAZAR La lluvia es poco intensa, vientos predominantes del este.

HUIZACHE Lluvioso.

JALPA Ligeramente seco, vientos predominantes y notables del oeste.

Se trato de agrupar las estaciones tomando en cuenta sus valores con que resultaban dentro de cada familia.

Para esto se vaciaron los datos en tres sistemas de ejes de coordenadas; en el primer caso se tomaron los dos primeros componentes, dandole al eje las características de temperatura, y haciendo en sentido positivo los lugares fríos, en cambio en sentido negativo estarán los lugares calientes. Al eje Y, se le dieron los valores de la segunda componente y así quedaron en sentido positivo los lugares con lluvia intensa y pocos días con lluvia apreciable, y en sentido negativo los lugares con lluvia poco intensa, pero con muchos días con lluvia apreciable.

De acuerdo al análisis de componentes principales el primer componente explica el 30 % de los resultados y esta primera familia hace que se formen dos grandes grupos: los templados fríos y calientes; cada uno de estos grandes grupos se puede dividir en otros cuatro subgrupos que involucran los dos componentes siguientes de tal forma que quedan:

Con lluvia muy intensa pero pocos días con lluvia, y extremosos.

Con lluvia muy intensa, y pocos días con lluvia y no extremosos.

Con lluvia poco intensa, muchos días con lluvia y extremosos.

Con lluvia poco intensa, muchos días con lluvia y no extremosos.

Ya agrupadas estas tres familias se cuenta con más

del 55 % de la explicación.

Es interesante ver que el grupo de los templados fríos no tuvo ninguna estación que tuviera lluvias intensas y no fuera extremosa.

Es también notorio que los dos primeros subgrupos de los cálidos que coinciden en que no son extremosos, coinciden también en que todas sus estaciones presentan predominancia de los vientos del este.

El porcentaje restante para completar el 80 % de la explicación se agrupa en las tres restantes familias que se combinan y forman otros seis pequeños grupos, estas familias son:

4a. días con: lluvia inapreciable, con tempestad helada y neblina.

5a. Altitud y nublados.

6a. Cantidad de lluvia anual.

De aquí resulta el siguiente cuadro que combina los grupos con las estaciones.

CUADRO No. 20

Asociaciones principales de las estaciones según las características con las que resultaron al aplicar el Análisis de Componentes principales.

<p>TEMPLADOS</p> <p>FRIOS</p>	<p>Poca intensidad de la lluvia, muchos días con lluvia ligeramente extremoso</p>	<p>Muchos días con lluvia inapreciable Lluvia anual mayor de 700 mm.</p>	<p>SALVATIERRA</p>
		<p>Muchos días nublados, con tempestad, con neblina y con helada, lluvia anual mayor de 700 mm</p>	<p>SOLIS</p> <p>TARANDACUAO</p>
		<p>Muchos días con lluvia inapreciable, con tempestad, neblina, helada, nublados, mucha lluvia arriba de 700 mm</p>	<p>ACAMBARO</p>
	<p>Poca intensidad de la lluvia, muchos días con lluvia, no son extremosos</p>	<p>Pocos días con lluvia inapreciable, con tempestad, con helada, neblina y nublados, lluvia alrededor de 700 mm.</p>	<p>GUANAJUATO</p> <p>IRAMUCO</p> <p>YURIRIA</p>
		<p>Pocos inapreciables, con tempestad, neblina helada, bajo, pocos nublados, lluvia arriba de 700mm.</p>	<p>JERECUARIO</p>
		<p>Muchos días con lluvia inapreciable, con helada, poco nublados, lluvia abajo de 700 mm.</p>	<p>BEGOÑA</p> <p>JUVENTINO ROSAS</p> <p>CINCO SEÑORES</p>
	<p>Mucha intensidad de la lluvia, pocos días con lluvia, extremosos.</p>	<p>Pocos días con lluvia inapreciable, con tempestad, con helada, bajos, poco nublados, poca lluvia, alrededor de 700 mm.</p>	<p>PERICOS</p> <p>ADJUNTAS</p>
		<p>Pocos con lluvia inapreciable, con tempestad, neblina, muchos días con helada, poco nublados, mucha lluvia, altitud, arriba de 700mm.</p>	<p>PUROAGUA</p>

TEMPLADOS
CALIDOS

POCA INTENSIDAD DE LA LLUVIA
Muchos días con lluvia, no son extremosos, vientos predominantes del este.

Pocos días con lluvia inapreciable, con neblina, tempestad, helada, bajos, poco nublados, mucha lluvia, más de 700 mm.

SALAMANCA

Pocos días con lluvia inapreciable, con neblina, tempestad, helada, pocos nublados, poca cantidad de lluvia alrededor de 600 mm.

CELAYA
CORTAZAR

Pocos días con lluvia inapreciable, neblina, tempestad, alto y nublado, mucha lluvia arriba de 800 mm.

HUIZACHE

Muchos inapreciables, neblina, tempestad, con helada, nublados, poca lluvia alrededor de 500 mm.

SAN MIGUEL ALLENDE

Mucha intensidad, de la lluvia, pocos días con lluvia, no extremosos.
VIENTO DOMINANTE del este.

Muchos días con lluvia inapreciable, con neblina, algunas heladas, tempestad, algunos nublados, lluvia abajo de 700 mm.

COMONFORT

Muchos días con lluvia inapreciable, algunas heladas, nublados, poca lluvia alrededor de 700mm.

IRAPUATO

Algunos días con lluvia inapreciable, algunas heladas, pocos días con neblina, algunos nublados, lluvia alrededor de 700 mm.

JARAL DEL PROGRESO

Poca intensidad de la lluvia, muchos días con lluvia, extremo

Pocos días con lluvia inapreciable, pocos días con tempestad, neblina, pocos nublados, pocas heladas, lluvia menor de 700mm.

SANTA JULIA

Pocos días con lluvia inapreciable, pocos días con tempestad, neblina, heladas, nublados, lluvia abajo de 700 mm.

ALDAMA

Pocos días con lluvia inapreciable, poca tempestad, algunas heladas, muchos nublados, poca lluvia, abajo de 600 mm.

CALDERONES

Mucha intensidad de la lluvia, pocos días con lluvia, extremosos.

Algunos días con lluvia inapreciable, pocos días con tempestad, pocos nublados, algunas heladas, lluvia abajo de 700mm.

SILAO

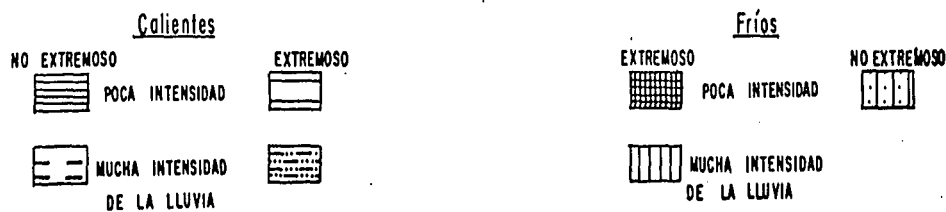
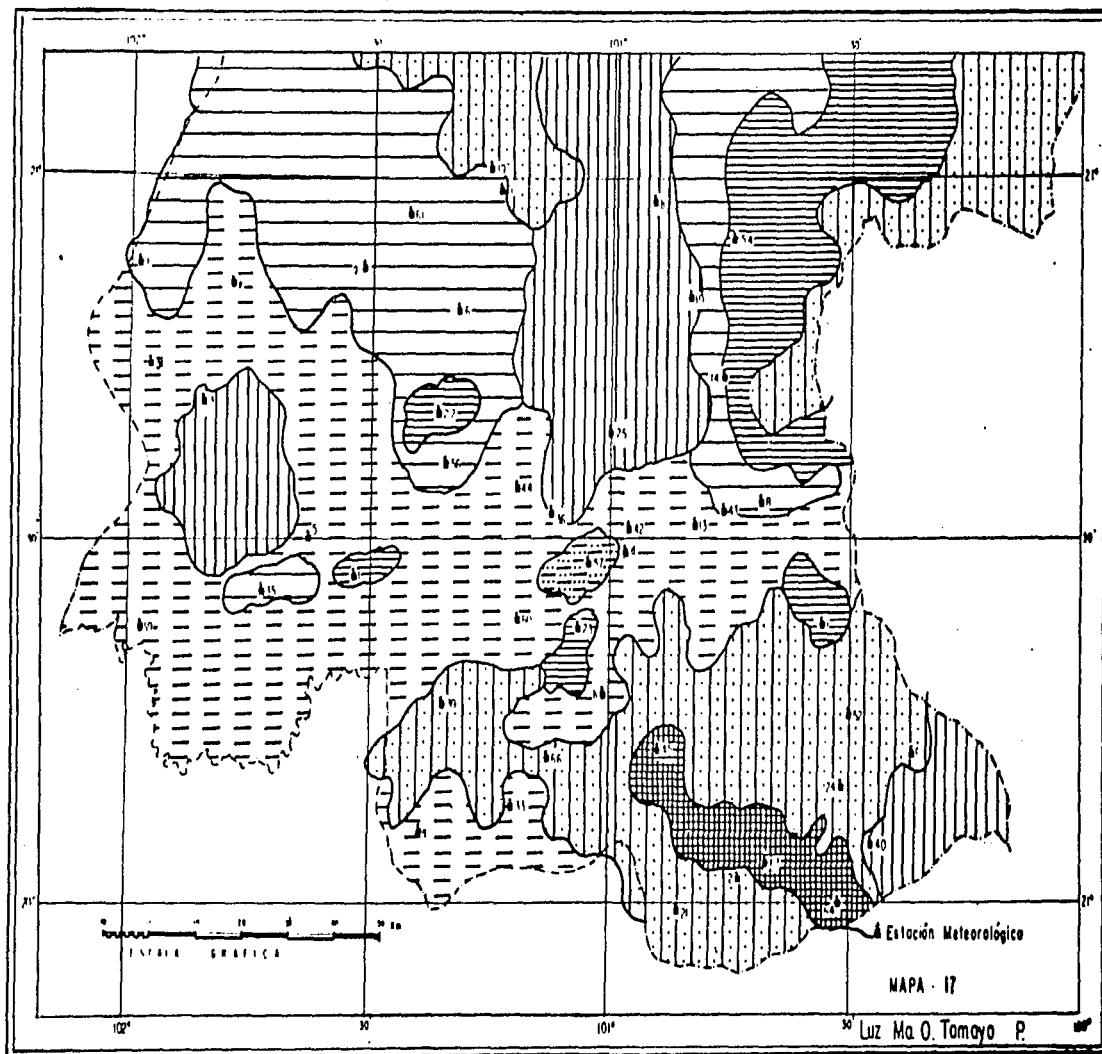
Pocos días con lluvia inapreciable, pocos días con helada, poca neblina, tempestad, pocos nublados, lluvia alrededor de 700 mm.

PENJAMO

Pocos días con lluvia inapreciable, no hay días con neblina, pocas heladas, poca tempestad, pocos nublados, lluvia abajo de 700 mm.

JALPA

ASOCIACIONES PRINCIPALES DE LAS ESTACIONES SEGUN EL ANALISIS DE COMPONENTES PRINCIPALES



4. Deducciones finales

A partir del mapa resultante del análisis de componentes principales se puede deducir que:

Las zonas con temperaturas más frías se encuentran en el sureste y en el norte, en las sierras, y en la parte alta de la Sierra de Pénjamo.

Estas zonas frías se pueden dividir en tres grupos que son:

- F1. extremoso, poca intensidad de la lluvia.
- F2. no extremoso y con poca intensidad de la lluvia
- F3. extremoso y con mucha intensidad de la lluvia

Es conveniente aclarar que en general se trata de climas con temperaturas extremas como se puede ver en el mapa de climas, y si en el análisis resultaron algunas estaciones extremas y otras no, no es que sea un error sino que como el programa hace una comparación entre las estaciones a partir de una media, los valores más bajos o sea los que están arriba de esa media serán los no extremos; en cambio los más altos que se encuentran abajo de esa media serán los extremos; por lo tanto este término, como todos los demás, serán puramente regionales puesto que no se están dando datos más que de las estaciones de la región.

Hecha esta aclaración se puede decir que de acuerdo al mapa las regiones con temperaturas extremas se presentan en las partes altas y en la depresión por donde corre el río Lerma un poco antes de llegar a la presa Solís en el sureste del Estado.

Los no extremos se presentan en la zona más o menos llana y en la estación Guanajuato, debido a que propiamente la

ciudad por encontrarse encajonada, está protegida de los fenómenos meteorológicos.

En cuanto a la intensidad de la lluvia, la diferencia está en que la gran intensidad de la lluvia se presenta en las partes altas de las sierras y la poca intensidad en las zonas llanas.

Con referencia a los lugares cálidos se pueden dividir en:

- C1. No extremoso, poca intensidad de la lluvia
- C2. No extremoso, mucha intensidad de la lluvia
- C3. Extremoso, poca intensidad de la lluvia
- C4. Extremosos, mucha intensidad de la lluvia

Los no extremosos, se encuentran en las zonas donde predominan los vientos del este y donde por traer esta humedad, llueve más, coinciden más o menos con los climas húmedos; en cuanto a intensidad es poca en las zonas llanas y mucha en las zonas altas.

Los extremosos se encuentran coincidiendo relativamente con los climas secos y en una zona alrededor de Pénjamo; refiriéndose a la intensidad, es poca con excepción de Santa Julia, donde es mayor.

BIBLIOGRAFIA

1. Bassols Batalla Angel, "Comunicaciones y transportes", Gufa de la excursión al centro de México, Conferencia Regional Latinoamericana de la U.I.G., México 1966, pág. 99-101.
2. Conrad V y Pollak, L.W., "Methods in Climatology", Harvard University, Press, Massachusetts, E.U., 1962.
3. Diccionario Porrúa, de Historia, Geografía y Biografía de la República Mexicana", Editorial Porrúa, México, 1975
4. García E. "Modificaciones al sistema de clasificación climática de Köppen para la República Mexicana", UNAM. México, 1974.
5. García E. "Apuntes de Climatología", México, 1973.
6. García, E., Falcón Z., "Nuevo Atlas Porrúa de la República Mexicana", Editorial Porrúa, México, 1973.
7. Gufa de información turística del departamento de turismo del Estado de Guanajuato, Guanajuato, México, 1969.
8. Gutiérrez de MacGregor, Ma. Teresa, "Demografía " Gufa de la excursión al centro de México, Conferencia Regional Latinoamericana de la U.I.G. México, 1966, pág. 103-105.
9. Gutiérrez de MacGregor, María Teresa, "Distribución de la población urbana según cuencas hidrográficas en México" Conferencia Regional Latinoamericana de la U.G.I., México 1966, tomo 1, pág. 638-655.
10. Guzmán Villanueva Raquel, "Agricultura y Ganadería " Gufa de la excursión al centro de México, Conferencia Regional Latinoamericana de la U.G.I., México, 1966, pág. 41-60.
11. Jáuregui, Ernesto, "Estudio climático de la cuenca del Lerma-Santiago", Conferencia Regional Latinoamericana de la U.G.I., México, 1966, Tomo II, pág. 479-484.
12. Klages K.H.W., "Ecological Crop Geography ", The MacMillan Company, New York, E.U., 1961.

13. Levi de López Silvana, "Minería", Gufa de la Excursión al centro de México, Conferencia Regional Latinoamericana de la U.G.I., México, 1966, pág. 63-65
14. Martínez Luna Victor, "Vegetación y Suelos", Gufa de la excursión al centro de México, Conferencia Regional Latinoamericana de la U.G.I., México, 1966, pág. 30-31.
15. Plan Lerma, Asistencia técnica, "Meteorología", Estudio climático de la cuenca Lerma-Santiago, Boletines 1,2,3,4, Guadalajara, México.
16. Suárez Sarabia Irene Alicia, "Industrias ", Gufa de la excursión al centro de México, Conferencia Regional Latinoamericana de la U.G.I., México, 1966, pág. 76-82.
17. Vivó E. Jorge, "Geografía Física" Editorial Herrero, México 1975.
18. Vivó E. Jorge, "Fisiografía", Gufa de la excursión al centro de México, Conferencia Regional Latinoamericana de la U.G.I., México, 1966, pág. 10-11.

C A R T A S .

Secretaría de la Defensa Nacional, escala 1: 100 000, México, 1949-1952.

Apaseo el Alto, Celaya, Irapuato, Pénjamo, Querétaro, Salvatierra.

CETENAL, Carta de Climas, sistema modificado por E. García, --- UNAM, México, 1970, escala: 1: 500 000 .

Guadalajara, México, Querétaro.