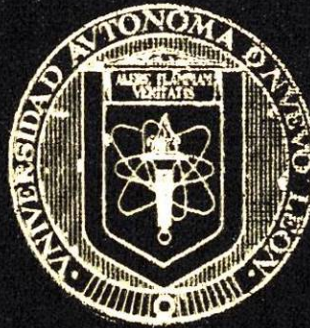


UNIVERSIDAD AUTONOMA DE NUEVO LEON  
FACULTAD DE AGRONOMIA



MESOCлимAS DEL SUR DEL  
ESTADO DE NUEVO LEON

TESIS

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE  
INGENIERO AGRONOMO FITOTECNISTA  
PRESENTA

GUILLERMO HERNANDEZ DAVILA

MARIN, N. L.

SEPTIEMBRE DE 1987.

T

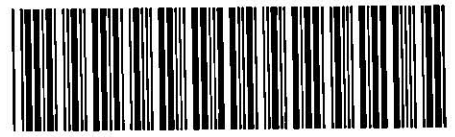
QC981

.7

.M4

H4

C.1



1080061484

T  
QC 981  
.7  
.M4  
H4

551

Biblioteca Central  
Magna Solidaridad

F-THESIS



UNIVERSIDAD AUTONOMA DE NUEVO LEON  
FACULTAD DE AGRONOMIA



MESOCLIMAS DEL SUR DEL  
ESTADO DE NUEVO LEON

TESIS

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE  
INGENIERO AGRONOMO FITOTECNISTA

PRESENTA

GUILLERMO HERNANDEZ DAVILA

MARIN, N. L.

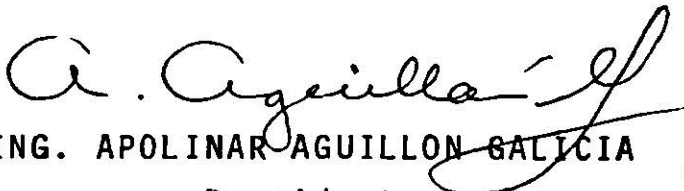
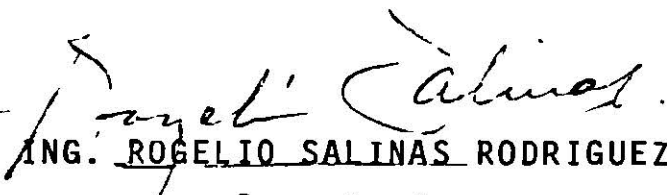
SEPTIEMBRE DE 1987


UNIVERSIDAD AUTONOMA DE NUEVO LEON  
FACULTAD DE AGRONOMIA  
DEPARTAMENTO DE FITOTECNIA

MESOCLIMAS DEL SUR DEL  
ESTADO DE NUEVO LEON

Tesis que como requisito parcial para optar por el título de  
INGENIERO AGRONOMO FITOTECNISTA presenta GUILLERMO HERNANDEZ  
DAVILA.

COMISION REVISORA

  
ING. APOLINAR AGUILLON GALICIA        
Presidente      Secretario

  
ING. MAURO RODRIGUEZ CABRERA  
Vocal

## DEDICATORIA

A MIS PADRES:

Sr. Guillermo Hernández Dávila  
Sra. Esthela Dávila García

Por haberme dado la oportunidad de estar y ser  
alguien en esta vida.

Dios los bendiga

A MIS HERMANOS:

Armando y Esthela

A Lucy

Principal estímulo y motivador  
para la realización de este  
trabajo.

Con todo mi amor



## AGRADECIMIENTOS

Mi más sincero agradecimiento a todas las personas que de alguna manera intervinieron para la elaboración de este trabajo, muy en especial al Ing. Apolinar Aguillón Galicia, Asesor principal de esta tesis. A la Srita. Yolanda Díaz Torres y al Sr. Rubén Campos Cabrera, mecanografa y dibujante respectivamente.

# I N D I C E

	Página
INDICE DE CUADROS. . . . .	viii
INDICE DE FIGURAS. . . . .	ix
I. INTRODUCCION. . . . .	1
II. REVISION DE LITERATURA. . . . .	4
2.1. Antecedentes Históricos. . . . .	4
2.2. Sistemas de Clasificación Climática. . . . .	9
2.2.1. Sistemas de Thornthwaite. . . . .	9
2.2.2. Sistema de Koppen. . . . .	15
2.2.3. Sistema de Koppen modificada por E. García. . . . .	27
2.3. El Concepto de Unidades Calor. . . . .	35
III. MATERIALES Y METODOS. . . . .	40
3.1. Características de la Zona Bajo Estudio en General. . . . .	40
3.1.1. Actividades Primarias y Población. . . . .	42
3.1.2. Tenencia de la Tierra. . . . .	45
3.1.3. Uso Actual del Suelo. . . . .	46
3.2. Principales Características Municipales de la Zona Bajo Estudio. . . . .	49
3.2.1. Municipio de Galeana. . . . .	49
3.2.2. Municipio de Dr. Arroyo. . . . .	50
3.2.3. Municipio de Aramberrí. . . . .	51
3.2.4. Municipio de Mier y Noriega. . . . .	52

	Página
3.2.5. Municipio de Gral. Zaragoza. . . . .	53
3.2.6. Municipio de Rayones. . . . .	54
3.2.7. Municipio de Iturbide. . . . .	55
3.3. Descripción y Características del Método. . . . .	56
3.4. Factores Agroclimáticos. . . . .	59
3.4.1. Unidades Calor. . . . .	59
3.4.2. Oscilación Térmica. . . . .	60
3.4.3. Ciclo de Crecimiento Teórico. . . . .	60
IV. RESULTADOS Y DISCUSION. . . . .	62
4.1. Pisos Térmicos por Municipio . . . . .	66
4.1.1. Galeana. . . . .	66
4.1.2. Dr. Arroyo. . . . .	66
4.1.3. Aramberri. . . . .	67
4.1.4. Mier y Noriega. . . . .	67
4.1.5. Gral. Zaragoza. . . . .	67
4.1.6. Rayones. . . . .	68
4.1.7. Iturbide. . . . .	68
4.2. Pisos Térmicos de la Zona Bajo Estudio en General. . . . .	68
4.2.1. Subzona Valle de Galeana o Centro. . . . .	69
4.2.2. Subzona Sureste. . . . .	69
4.2.3. Subzona Este . . . . .	70
4.2.4. Subzona Noreste o Rayones. . . . .	70
4.2.5. Subzona Noroeste. . . . .	70
V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES. . . . .	71
VI. APENDICE I (Tabulaciones). . . . .	76

## INDICE DE CUADROS Y TABLAS

<u>Cuadros del Texto</u>	<u>Página</u>
1 Tenencia de la Tierra. . . . .	45
2 Uso Actual del Suelo . . . . .	46
3 Recomendaciones para el Distrito II de tempo ral y 704.0 de riego. . . . .	47

### Tablas del Apéndice

1 Promedios de temperaturas. . . . .	77
2 Ciclo de crecimiento térmico. . . . .	83
3 Estimaciones de Unidades Calor. . . . .	84



## INDICE DE FIGURAS

Figura		Página
1	Distribución de los Regimenes Térmicos de Thornthwaite. . . . .	14
2	Climas, por el Sistema de Köppen. . . . .	25
3	Climas, por el Sistema de Köppen, modificado por Enriqueta García. . . . .	32
4	Ubicación de la Zona Bajo Estudio y División Política. . . . .	41
5	Regiones Fisiográficas. . . . .	43
6	Ubicación de las Estaciones Termopluciométricas..	58
7	Mapa de Unidades Calor Base 5°C. . . . .	63
8	Mapa de Unidades Calor Base 10°C. . . . .	64
9	Mapa de Unidades Calor Base 15°C. . . . .	65

## I. INTRODUCCION

A partir de la Revolución Industrial, el hombre inició una carrera acelerada en el desarrollo científico y tecnológico, modificando indiscriminadamente y sin previsión alguna todo ecosistema existente. El hombre como el resto de los animales y plantas que habitan el planeta, dependen básicamente del equilibrio de los ecosistemas para su supervivencia, por lo que al perturbarse en forma arbitraria y desordenada, genera serios problemas, tales como: contaminación ambiental, erosión de los suelos, desertificación y otros, los cuales reducen la producción y productividad de los mismos. Por esta razón, además de las altas tasas de crecimiento de su población, el hombre se ve forzado a la búsqueda apremiante de nuevas formas o sistemas para el abasto de los alimentos necesarios.

Adaptarse es más fácil y más seguro que tratar de modificar el medio ambiente, aumentando la producción sin deterioro de dicho medio, regla natural comprobada ya científicamente.

El medio ambiente está constituido por diversos medios: físico, social económico y político. El conocimiento de la interacción de todos permite el desarrollo de una demotecnología; sobre todo en países subdesarrollados donde la planificación es de carácter fundamental.

El medio físico para las plantas comprende en sí lo que se conoce como factores climáticos (temperatura, humedad, luz, viento y suelo); bajo esta óptica, los lugares se han clasificado como: fríos o calientes, secos o húmedos, sombrados o soleados, ventosos o en calma, de suelo arcilloso o arenoso; los cuales dependen de su localización geográfica, además de su altitud sobre el nivel del mar y del relieve topográfico.

Es importante entender que los factores climáticos no son un elemento constante o permanente en una localidad, sino que comprende un complejo dinámico y armónico de condiciones meteorológicas, las cuales se encuentran en evolución constante. Los sistemas tradicionalistas de clasificación climática no asumen esta consideración y encuadran grandes superficies terrestres dentro de una categoría determinada, al considerar demasiadas generalidades, a la vez que despreciando las peculiaridades que intervienen en la creación del clima de cada sitio particular, pudiendo decir que son de poca utilidad.

Los estudios climáticos debido a su profundidad y precisión de trabajo, pueden ser: Macroclimáticos, Mesoclimáticos y Microclimáticos.

El primero estima su perspectiva desde los 3,000 metros de altitud sobre el área de trabajo, situación que determina un panorama bastante generalizado con pérdida de precisión, producto esta de la interpolación de información dentro de la misma. Entre este tipo de estudios encontramos a los sistemas de clasificación climática tradicionalistas como el de Koppen, Koppen modificado por Enriqueta García, Índices de Thornthwaite y otros. Utilizados para la realización de los Atlas Climáticos del Mundo y las Cartas Climáticas Nacionales SPP-DEGETENAL.

Los Mesoclimáticos tienen mayor precisión, ya que se determinan desde 1,500 metros de altitud; lo anterior permite distinguir con más claridad y detalla los perfiles topográficos existentes en la misma. El aumento de la precisión es consecuencia de la eliminación de la interpolación de datos y un mejor manejo de las peculiaridades microclimáticas causadas por accidentes topográficos o asentamientos humanos. Son los estudios de mayor utilidad directa.

Los microclimáticos son los estudios de alta precisión y profundidad, por lo tanto la opción ideal para conocer perfectamente las condiciones climáticas existentes en un sitio particular de interés. Su alcance (superficie) está delimitado desde 500 metros de altitud sobre la superficie, razón por la cual requiere de una basta y compleja red de estaciones termopluiométricas, lo cual eleva grandemente los costos de operación e implementación.

Por no contar con una correcta zonificación del Sur del Estado de Nuevo León, se planteó el presente trabajo, el cual aplica el método de Unidades u Horas Calor a la información de los últimos 20 años en la red de estaciones termopluiométricas localizadas en esa región, con miras a la elaboración de mapas que permitan la planeación de siembras de diversos cultivos.

Este escrito está formado por la revisión de los diversos métodos de clasificación climática tradicionales, la descripción de los materiales y el método usado, los resultados obtenidos de la aplicación de dicho método, las conclusiones y recomendaciones derivadas de éstos.



## II. REVISION DE LITERATURA

### 2.1: Antecedentes Históricos

Desde sus primeras etapas de desarrollo, el hombre primitivo recolector y cazador empezó a relacionar los períodos migratorios de los animales y las temporadas de abundancia de los vegetales con que se alimentaba, a los cambios ambientales a los que precedían.

Con la aparición de la agricultura y el cambio de hábito errante a sedentario, los conocimientos "climáticos rudimentarios", se fueron incrementando y transmitiendo de generación en generación de manera informal; no siendo hasta el siglo XVIII cuando el Barón Alexander Von Humboldt, naturalista y geógrafo alemán dió a la climatología el título de ciencia, siendo el primero en usar el concepto de Clima, definiéndolo como las condiciones promedio del comportamiento atmosférico en una zona determinada.

En el proceso de ascenso de la humanidad, el conocimiento del clima ha sido un elemento ineludible asociado a la misma, pudiéndose observar como históricamente ha sido considerado: Lamarck en 1809 emitió una de las prime4ras teorías evolutivas, definiendo la acción del medio ambiente sobre los organismos como la propiedad esencial de éstos a resolver nuevas situaciones, considerándose como el principio promotor del progreso evolutivo de las especies; Geoffroy Saint-Hilaire en 1828, continuó la tendencia al decir que son las condiciones de vida (el "monde ambiant") las causantes del cambio en los organismos, pero niega la tendencia interna de los organismos a perfeccionarse. Saint-Hilaire establece que los organismos pueden sufrir cambios útiles como perjudiciales, y que solamente los que presentan los primeros sobrevivirán. Con estos conceptos parecen adelantarse a Darwin que

en 1859 con la teoría de la Selección Natural, termina de clarificar el proceso evolutivo. Darwin nos dice que son los pequeños cambios en los organismos debidos a la interacción entre genotipo y su medio ambiente, los principales responsables de la evolución; ya que son los individuos más aptos a las condiciones externas lo que tienen mayor probabilidad de sobrevivir y de reproducirse.

La acción del clima parece a primera vista, por completo independiente de la lucha por la existencia; pero en cuanto el clima obra principalmente reduciendo la cantidad de alimentos o las condiciones apropiadas de desarrollo, lleva a la más severa lucha entre los individuos (de la misma especie o de otra distinta) por su sobrevivencia. Mendel en 1865 reconoció que las plantas en la naturaleza estaban sujetas a las mismas leyes de evolución y genéticas que operaban en sus cultivos de jardín; y mediante la selección natural, se producían cambios en el tipo si se hallaba cambiado el medio ambiente. La escuela rusa coincide con lo anterior, de ahí que para el trabajo de introducción de plantas a la URSS bajo la dirección de Nikolai Vavilov se realizara una serie muy extensa y variada de colecciones de plantas cultivadas de varias partes del mundo. Vavilov en 1951 estableció el principio de que en los tiempos modernos "la distribución de especies vegetales en la tierra no es uniforme", además caracterizó a la especie como "un sistema heterogéneo definido, morfológica y fisiológicamente variable, cuyo origen está asociado a un medio y área particular". En base a los conceptos anteriores, así como a lo amplio y minucioso de sus colecciones, Vavilov pudo determinar los principales centros geográficos y de origen de las plantas cultivadas.

En la actualidad, mucho se ha tratado al respecto de como el clima afecta

ta la conducta del hombre y el desarrollo de sus sociedades, pero a pesar de todo ello, es relativamente poco lo que se ha demostrado. Por otra parte, de lo que sí podemos estar seguros es de cómo el hombre ha afectado al clima. Un ejemplo es la contaminación del aire por polvos y gases resíduos tóxicos de los motores de los automoviles que han formado las llamadas "cúpulas térmicas" sobre las grandes ciudades; lo que impide el paso de la luz solar y el flujo normal del aire dentro de la misma (efecto de invernadero). La consecuencia, son envenenamientos en plantas y animales, enfermedades en el sistema respiratorio del hombre que en casos extremos, producen la muerte. Caso específico de lo anterior podría ser intoxicaciones con monóxido de carbono, el cual tiene una gran afinidad por la hemoglobina de la sangre, a la que quita el oxígeno y que a niveles elevados, producen malestar, náuseas, mareos, contracción de las coronarias e incluso la muerte. Otro caso son los movimientos atmosféricos naturales que arrastran con los vientos substancias tóxicas como los óxidos de azufre y nitrógeno que al combinarse con la humedad de las nubes, provocan las denominadas "lluvias ácidas" en lugares apartados (contaminación a distancia), causantes de severos daños a la ecología por la acidificación de las aguas, de lagos y ríos y pérdidas en la agricultura por fitotoxicidad.

En respuesta a lo anterior, tanto flora como fauna han respondido a este nuevo proceso de presión selectiva, ejemplo de ello es el cambio de pigmentación de algunos insectos a tonalidades oscuras en donde el humo de la combustión de las industrias y otros contaminantes han dado al habitat coloraciones grisáceas o negras como el hollín, el cual les brinda una mayor oportunidad de eludir a sus predadores. En el agro a cada día se incrementa la resistencia de plagas, enfermedades y malezas a los agroquímicos mostrando un muy acelerado proceso de selección y adaptación de los mismos.

La evolución orgánica ha sido determinada en gran medida por los cambios ambientales que han sucedido, al ser la selección natural un proceso principalmente ecogenético, resulta de mucha importancia la comprensión de los fenómenos ambientales que intervienen directa o indirectamente en las actividades productivas del hombre como en su ecosistema.

La climatología como ciencia ofrece ser una de las herramientas más idóneas en la búsqueda e implementación de técnicas y alternativas que mejoren la producción y la productividad de las superficies dedicadas a las actividades agropecuarias y silvícolas de cualquier localidad, ya como hemos visto anteriormente, además del hombre es la mayor de las presiones de adaptación en la naturaleza. A los factores climáticos que influyen en la adaptación de las plantas, los podemos jerarquizar por su importancia de la manera siguiente:

- |                |           |
|----------------|-----------|
| 1. Temperatura | 4. Suelo  |
| 2. Humedad     | 5. Viento |
| 3. Luz         |           |

Por todo lo anteriormente mencionado, hoy en día las ciencias relacionadas con la producción de alimentos han puesto especial atención a la interpretación de cómo los fenómenos climáticos afectan a los cultivos. Lysenko, citado por Rojas en 1981 hace notar que para que una planta pueda pasar de una fase de su desarrollo a la siguiente, es necesario un estímulo para que citológicamente exista una diferenciación cualitativa. Este estímulo puede ser luminoso, térmico o hídrico y no depende de que la planta presente un crecimiento para hacerse efectivo. La germinación es un claro ejemplo de lo anterior, ya que la semilla madura no iniciará el proceso germinativo hasta no recibir el estímulo producido por condiciones favorables.



Nield (1984), cita algunas de las temperaturas base para el inicio del crecimiento encontradas en diversas investigaciones; para trigo, 4°C (Kinser, 1941), maíz 13°C (Logan, 1981), y sorgo 18°C (Nield y Richman, 1981). Podemos decir que existen mecanismos genéticos, los cuales actúan como "interrup<sup>to</sup>res" a estímulos térmicos, luminosos y/o hídricos que por su magnitud o intensidad, marcan la secuencia normal en que se suceden las funciones tanto fisiológicas, como reproductivas de todas las plantas. Grime en 1982, denomina a estos factores limitantes del proceso fotosintético como "restricciones" y hace la consideración que junto con el agua y los nutrientes minerales, serán los que establezcan la cantidad de materia viva y muerta presente en un habitat dado.

Existen una serie de efectos indirectos de las condiciones climáticas sobre los cultivos: a) En la producción de la cosecha como: la dinámica de la población de los insectos plaga, la incidencia de enfermedades sobre las plantas y la aparición de las malezas. b) En la comercialización, transporte y almacenaje de productos agrícolas provoca severas pérdidas al acelerar o propiciar el proceso de descomposición y c) En la industrialización por los períodos estacionales en que solo se cuenta con materia prima (cosechas).

El clima sigue ejerciendo una fuerte presión sobre el hombre como ya hemos visto para la obtención de su alimentación; siempre que pretenda iniciar o mejorar un sistema productivo. Una buena manera de lograrlo, es contar con los antecedentes climáticos de una zona o localidad, así como el de hacer un sondeo de las plantas y animales presentes en forma natural los cuales a través de los mecanismos de adaptación, han optimizado el uso de los recursos naturales existentes.

Las malezas resultan ser magnificos indicadores, ya que presentan una

gran habilidad de desarrollo aún en ecosistemas fuertemente disturbados, como son las tierras abiertas a la agricultura o ganadería. La distribución geográfica de éstas se vé fuertemente dominada por el efecto de la temperatura, humedad e insolación, ya que son éstos estímulos los que rigen principalmente su proceso reproductivo, y la duración de su ciclo vegetativo estará en función del intervalo de tiempo con condiciones favorables para su desarrollo. Características estructurales como: altura, consistencia de tallos y hojas, órganos reproductivos y de reserva o algunas otras estructuras de mayor especialización, sirven como referencia confiable y seria al investigador de las características ambientales del lugar donde se trabaja.

## 2.2. Sistemas de Clasificación Climática

### 2.2.1. Sistema de Thornthwaite

En el Instituto Geográfico dependiente de la Dirección de Geografía, Meteorología e Hidrología de la Secretaría de Agricultura y Fomento en el año de 1937, fue usado para la elaboración de los mapas climatológicos publicados en: "Los Mapas de las Provincias Climatológicas de la República Mexicana" de Julio de 1942; utilizando para ello, los cálculos de los "índices" y el trazo de las cartas auxiliares.

Los elementos que considera para la clasificación son:

- a) Categoría en cuanto a humedad
- b) Tipo de distribución pluvial a través del año
- c) Categoría en cuanto a temperatura
- d) Tipo de variación de temperatura a través del año

a) Cálculo del Índice de Precipitación "I"

Se determina por medio de la suma de los valores mensuales de la relación Precipitación/Evaporación (P/E). Dicho valor de la relación (P/E) se calcula cada mes de la siguiente manera:

$$I = \sum_{12} \frac{P}{E} = \sum_{12} 1.64 \left( \frac{P}{t + 12.2} \right)^{10/9}$$

de donde:

P = Precipitación pluvial mensual (mm)

E = Evaporación mensual (mm)

t = Temperatura media mensual (°C)

CATEGORIAS (O JERARQUIAS) DE HUMEDAD

Valor del Índice "I"	Carácter del Clima	Símbolo Climático	Vegetación Característica
128 o mayores	Muy húmedo	A	Selva
64 a 127	Húmedo	B	Bosque
32 a 63	Semi-seco	C	Pastizal
16 a 31	Seco	D	Estepa
Menor de 16	Muy seco	E	Desierto

b) Distribución de la Precipitación

La distribución de la precipitación pluvial, según Thorntwaite ocurre en cuatro formas básicas que son:

Símbolo		Descripción de la distribución pluvial
r	-	Humedad abundante en todas las estaciones
s	-	Humedad deficiente en verano y abundante en <u>in</u> vierno
w	-	Humedad deficiente en invierno y abundante en verano
d	-	Humedad deficiente en todas las estaciones del año.

Sin embargo, debido a las diferencias existentes entre la región en donde se calculó el sistema y las de la República Mexicana, hubo la necesidad de establecer dos tipos adicionales, quedando finalmente esta caracterización de la siguiente manera:

Simbolo		Descripción de la distribución pluvial
r	-	Sin estación seca bien definida
i	-	Con invierno seco
p	-	Con primavera seca
v	-	Con verano seco
o	-	Con otoño seco
d	-	Deficiencia de lluvia en todas las estaciones

### c) Cálculo del Índice de Temperatura "I'"

La categoría en cuanto a temperatura se determina por el valor del índice producto éste de la suma de los valores mensuales  $i'$  calculados de la manera siguiente:

$$I' = i' = \frac{9t}{20}$$

De donde:

$t$  = Temperatura media mensual ( $^{\circ}\text{C}$ )

NOTA: No se admiten para  $i'$  valores negativos, cuando  $i'$  es menor que  $0^{\circ}\text{C}$ , se considera  $i'$  igual a cero.

#### CATEGORIAS (O JERARQUIAS) DE TEMPERATURA

Valor del Índice "I"	Carácter del Clima	Símbolo
128 o mayor	Cálido	A'
101 a 127	Semicálido	B' <sub>1</sub>
80 a 100	Templado	B' <sub>2</sub>
64 a 79	Semifrío	B' <sub>3</sub>
32 a 63	Frío	C'
16 a 31	"De Taiga"	D'
1 a 15	"De Tundra"	E'
0	Polar	F'

#### d) Variación de la Temperatura

Se calcula por la proporción expresada en porcentaje del índice  $I'$  producto de la suma de los valores  $i'$  de tres meses consecutivos de la época más caliente con respecto a la  $I'$  total del año. A continuación mostramos la siguiente escala y su significado:

Símbolo	Concentración de la eficiencia térmica en el trimestre más caliente del año	Carácter
a'	25 - 49%	Sin cambio térmico invernal bien definido
b'	30 - 34%	Con invierno benigno
c'	35 - 49%	Extremoso
d'	50 - 69%	Muy extremoso
e'	70 - 100%	Extremosísimo

Se pueden emplear 1, 2, o más símbolos (r, p, o, d) en la caracterización de un clima, según el número de meses secos. Se considera seco todo mes cuyo resultado del valor P/E es menor que la unidad (1.3) propuesto y para que una estación del año sea clasificada seca, se requiere que por lo menos dos de sus meses sean secos. Del tipo "r" serán todos aquellos climas para los que ninguna estación resulta seca, juzgando con este criterio y cuando el valor del índice anual "I" resulte dentro de la categoría E, el tipo que le corresponderá será "d".

Ejemplos:

Simbolos	Significados
C (i) B' <sub>2</sub> (a')	Semi-seco, con invierno seco; y templado, sin cambio térmico invernal bien definido.
C (oip) B' <sub>1</sub> (a')	Semi-seco, con el otoño, invierno y primavera secos; y semicálido, sin cambio térmico invernal.



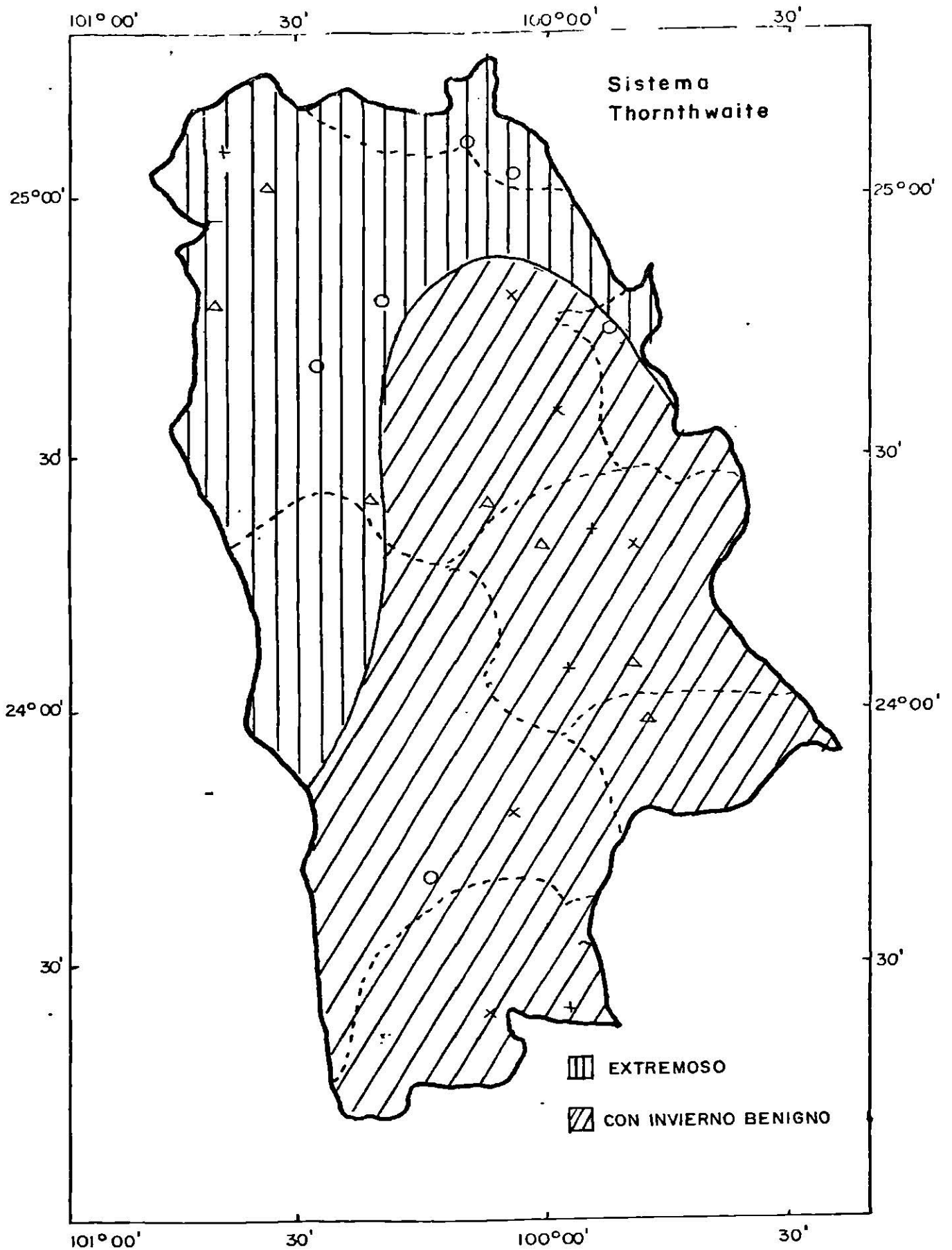


FIGURA 1. Distribución de los Regimenes Térmicos de Thornthwaite.

Resultados del Sistema de su aplicación en la Zona Sur de Nuevo León.

En lo referente a la distribución de los regímenes térmicos, considera a los municipios de Galeana, Rayones y parte de Dr. Arroyo con un invierno benigno y a los municipios de Iturbide, Mier y Noriega, Gral. Zaragoza, Aramberri y Dr. Arroyo como una zona sin cambio térmico invernal bien definido (Figura 1 ).

Por otra parte, en lo referente a los regímenes pluviales, considera a todo el estado de Nuevo León como una provincia sin estación seca bien de finida.

### 2.2.2. Sistema de Köppen

Köppen reconoce cinco grupos principales de climas en el mundo, a los cuales corresponden cinco tipos principales de vegetación. Los cinco grupos de climas son determinados por una característica especial y son los siguientes:

A = Clima tropical lluvioso sin época fría

B = Climas secos

C = Climas lluviosos de latitudes medias con invierno moderado

D = Climas lluviosos de latitudes medias con invierno severo

E = Clima polar sin temporada cálida

cada uno de ellos, se subdivide en tipos de clima, basado esto en la distribución estacional de las lluvias y el grado de sequía o frío. La estacionalidad de la precipitación se presentaría con las siguientes letras minúsculas:

f = Sin época seca

s = Época seca en verano

w = Época seca en invierno

Para designar dos subdivisiones de los climas secos, se usan las siguientes letras mayúsculas después de la del grupo de clima.

S = Semiárido o estepa

W = Árido o de desierto

Al igual que los climas secos, los climas polares tienen dos subdivisiones que son las siguientes:

T = Tundra

F = Hielos perpetuos

Dentro de la siguiente tabla se muestra el esquema de Köppen, donde están sus cinco grupos de climas y los once tipos climáticos principales.

#### GRUPOS Y TIPOS CLIMATICOS DE KOPPEN

Grupos de Clima	Símbolo	Período Seco	Designación para sequía o frío	
Clima tropical lluvioso	A	f, (s), w		
Climas secos	B	- - - - -	S	W
Climas calientes lluviosos	C	f, s, w		
Climas forestales fríos nevados	D	f, (s), w		
Climas polares	E	- - - - -	T	F

NOTA: Los tipos de clima As y Ds rara vez ocurren, por esta razón la letra "s" aparece entre paréntesis.

En base a la anterior tabla, los once tipos climáticos principales son los siguientes:

- Af = Clima tropical húmedo
- Aw = Clima tropical húmedo-seco
- BS = Clima semiárido o de estepa
- BW = Clima árido o de desierto
- Cf = Clima caliente sin temporada seca
- Cw = Clima caliente con invierno seco
- Cs = Clima caliente con verano seco
- Df = Clima frío con invierno húmedo
- Dw = Clima frío con invierno seco
- ET = Clima de Tundra
- EF = Clima de hielos perpetuos

Además de estos tipos climáticos, existen otros más pero con una menor cobertura, los cuales serán mencionados y descritos al hablar de cada grupo de climas por separado.

### Climas A.

A: Clima tropical lluvioso; la temperatura del mes más frío es arriba de los 18°C. Cuando la temperatura mensual desciende estos 18°C, las plantas tropicales ciertamente sensibles no prosperan. Esta es una región en donde distinguimos plantas megatérmicas, las cuales necesitan continuamente altas temperaturas y una relativamente alta precipitación. Dentro del grupo A, reconocemos dos tipos principales de clima, el primero con una adecuada precipitación todo el año, el otro contiene una distintiva época seca, la cual afecta adversamente la vegetación.

Af: Clima tropical húmedo; f: la lluvia en los meses secos, es como mínimo de 60 mm. Dentro de este clima, la variación estacional de temperatura y precipitación es mínima permaneciendo altas todo el año.

Aw: Clima tropical húmedo-seco; w: se distingue una época seca, la cual coincide con el período de menor insolación o invierno. Hay una marcada época de lluvias que caracteriza a los climas Aw, como mínimo un mes la precipitación es menor de 60 mm. La temperatura es similar a los Af.

Otras siglas o letras pequeñas usadas en los climas A son las siguientes:

m; (monsoon): corta temporada seca, pero con precipitación elevada, la cual genera grandes remanentes de humedad del suelo a través de todo el año que soportan vegetación selvática. Am es intermedio entre Af y Aw, se asemeja a Af en la cantidad de precipitación y a Aw en su distribución estacional. En ambos Aw y Af, la lluvia y los meses secos son menores de 60 mm. Ya sea Aw o Am depende totalmente de la cantidad de lluvia y su ocurrencia en los meses secos. Por ejemplo, cuando el total de lluvia anual es de 1,270 mm, la diferencia entre Aw y Am, es de 50 mm en el mes seco; menos si es Aw; más que éste, pero menos de 60 mm es Am. Con 1,524 mm totales anuales, el límite Am/Aw es 40 mm a 1,780 mm, 29,2 a 2,286 mm. El límite entre Am y Aw es expresado por la fórmula  $a = 3.94 - 1.016 r$ , de donde r es la lluvia anual en mm y a la lluvia durante el mes más seco. Si para una lluvia anual dada, el total de la lluvia del mes de sequía es mayor al valor de "a" obtenido por la fórmula, entonces el clima es

Am; si es menor que "a" es Aw.

w: Lluvia máxima en otoño

w": Dos períodos con lluvias máximas separados por dos temporadas secas

s: Época seca durante el período de mayor insolación (raro).

i: El rango de temperatura entre los meses calientes y los fríos es menor de (5°C).

g: Tipo Ganges de marcha anual de temperatura; los meses calientes vienen después del solsticio y la época de lluvias en el verano.

### Climas B

B: Climas secos, en los cuales hay un exceso de evaporación respecto a la precipitación. No sobran remanentes de agua para mantener un nivel constante de humedad en el suelo, por eso las corrientes permanentes no son originales para los climas B. La cantidad de precipitación otoñal no es suficiente para determinar los límites de los climas B; la efectividad de la precipitación que provee la humedad en el suelo para las plantas depende del porcentaje de evaporación, la cual varía directamente con la temperatura. Las lluvias son bajas durante un verano caluroso. Obviamente es más baja la efectividad que con una igual precipitación y un invierno frío. Las fórmulas de Köppen identifican climas áridos y semiáridos por esta razón, no se pueden apoyar únicamente en la temperatura anual y la precipitación anual, se apoyarán además en el período de mayor precipitación anual, se apoyarán además en el período de mayor precipitación. Encontramos dos subdivisiones dentro de los climas B, el clima desértico tiene BW (W de la palabra alemana Wüste, que significa desierto) y el semiárido o de Estepa BS (S de la palabra Steppe, que significa pastizal seco).



BW: Clima árido o de desierto

BS: Clima semiárido o de estepa; para precisar la definición entre los límites entre estepa y desierto, ver las fórmulas en el final de la sección de los climas B.

Otras siglas o letras pequeñas usadas en los climas B, son las siguientes:

h: (heiss): La temperatura media anual es superior a los 18°C BWh y BSh son por lo tanto, para latitudes medias, o tropicales, desiertos y estepas.

k: (Kalt): La temperatura media anual es debajo de los 18°C. BWk y BSk son por lo tanto, para latitudes medias, o frías, desiertos y estepas.

k': Temperatura del mes más caliente bajo los 18°C

s: Verano seco: un mínimo de tres veces más lluvia en el mes más húmedo del invierno que en el mes más seco del verano.

w: Invierno seco: un mínimo de diez veces más lluvia en el mes más húmedo del verano que en el mes más seco del invierno.

n: (Nebet): Frecuente niebla. Los climas BWn y BSn son localizados a lo largo de los litorales paralelos a corrientes oceánicas frías.

Fórmulas para la identificación de los márgenes entre los climas de Estepa (BS) y los de Desierto (BW), en donde  $r$  es la lluvia anual en mm y  $t$  la temperatura media anual en grados centígrados.

Límites entre los  
Climas Bs y los  
climas húmedos

Límites sobre los  
climas BW y Bs

Lluvias uniformemente dis-  
tribuída.

$$r = \frac{0.44 (9/5t + 32) - 8.5}{25.4}$$

$$r = \frac{0.44 (9/5t+32)-8.5}{2(25.4)}$$

Lluvias máximas en verano  
un mínimo de 10 veces más  
lluvia en el mes más húme-  
do del verano que en el  
mes más seco del invierno

$$r = \frac{0.44(9/5t + 32) - 3}{25.4}$$

$$r = \frac{0.44(9/5y+32)-3}{2(25.4)}$$

Lluvia máxima en el invi-  
erno; un mínimo de 3 veces  
más lluvia en el mes más  
húmedo del invierno que en  
el mes más seco del verano

$$r = \frac{0.44(9/5t+32) - 14}{25.4}$$

$$r = \frac{0.44(9/5t+32)-14}{2(25.4)}$$

### Climas C (Mesotermales)

C: Clima lluvioso con altas temperaturas; la temperatura del mes más frío es por debajo de los 18°C, pero por arriba de los -3°C; la temperatura del mes más caliente es sobre los 10°C. La temperatura media es de -3°C en el mes más frío tiende a coincidir con los límites de las zonas ecuatoriales con las zonas frías y cubiertas por nieve por un mes o más. Dentro del grupo climático C, contrastan tres regímenes de lluvia que son reconocidos como los tres principales tipos climáticos, el tipo "f" sin temporada seca; el tipo "w" con invierno seco y el tipo "s" con verano seco.

Cf: No se distingue una temporada seca; la diferencia entre los meses secos y los lluviosos es menor que en los "w" y "s", los meses se-  
cos del verano reciben más de 30 mm de lluvia.

Cw: Invierno seco; un mínimo de 10 veces más lluvia en los meses húme-  
dos del verano que en los meses secos del invierno. Este tipo de

clima presenta dos principales características por su localización:

1) En sitios elevados en las bajas latitudes, donde la altitud reduce la temperatura de los climas Aw en los cuales prevalece en las tierras adyacentes.

2) Templado en latitudes medias, tierras del monson del sureste de Asia, particularmente en el Norte de India y Sureste de China.

Cs: Verano seco; un mínimo de tres veces más lluvia en los meses húmedos del invierno que en los meses secos del verano, el mes más seco del verano recibe menos de 30 mm de lluvia.

Otras pequeñas siglas o letras usadas en los climas C son las siguientes:

a: Verano caliente; con temperatura media del mes más caliente sobre los 22°C.

b: Verano frío, temperatura media del mes más caliente debajo de los 22°C.

c: Verano frío corto, menos de cuatro meses sobre los 10°C

i: El rango de temperatura entre los meses calientes y fríos es menor de 5°C

g: Tipo Ganges de marcha anual de temperatura; los meses calientes vienen después del solsticio y la época de lluvias en el verano.

x: Lluvias máximas al final de la primavera o inicio del verano; seca al final del verano.

n: (Nebet) frecuente niebla, se localiza a lo largo de los litorales paralelos a corrientes oceánicas frías.

### Climas D (Microtermales)

D: Climas Forestales Fríos-Nevados. La temperatura media del mes más frío es menor de  $-3^{\circ}\text{C}$ , la temperatura del mes más caliente es sobre los  $10^{\circ}\text{C}$ . La temperatura media de  $10^{\circ}\text{C}$  de los meses calientes coinciden con los límites polares y los de los bosques. Los climas D son característicos de las tierras frías y los cubiertos por la nieve por muchos meses. Las principales dos subdivisiones del grupo D son: Df, sin temporada seca y Dw con temporada seca en el invierno.

Df: Clima frío con invierno húmedo

Dw: Clima frío con invierno seco; característico del noreste de Asia con invierno anticiclón bien desarrollado

Otras pequeñas letras usadas en los climas D son las siguientes:

d: La temperatura media de los meses fríos son por debajo de los  $-2.4^{\circ}\text{C}$ .

s: Verano Seco. Un mínimo de tres veces más lluvia en los meses húmedos del invierno que en los meses secos del verano, el mes más seco del verano recibe menos de 30 mm de lluvia.

a: Verano caliente. Con temperatura media del mes más caliente sobre los  $22^{\circ}\text{C}$ .

b: Verano frío. Temperatura media del mes más caliente debajo de los  $22^{\circ}\text{C}$ .

c: Verano frío corto. Menos de 4 meses sobre los  $10^{\circ}\text{C}$ .

## Climas E

E: Clima Polar. La temperatura media del mes más caliente son por debajo de los 10°C. En las altas latitudes, en ocasiones las temperaturas son muy bajas o glaciales y en las tierras frías la diferencia para poder lograr la vida de las plantas es muy pequeña. En otras palabras, es la duración y la intensidad de la temporada caliente la más crítica. Por esta razón, el mes caliente isoterma es empleado para marcar los límites entre los climas E. Las dos subdivisiones climáticas son:

- (1). ET, el cual es la estación de crecimiento corta y el suelo es cubierto por una escasa cobertura vegetal.
- (2). EF, el cual se le conoce como hielo perpetuo, donde no existe vegetación.

ET: Clima de Tundra. La temperatura media del mes más caliente es por debajo de los 10°C pero arriba de los 0°C.

EF: Hielos Perpetuos. La temperatura media de todos los meses es por debajo de los 0°C, este tipo de climas solo se localiza en forma permanente en los polos.

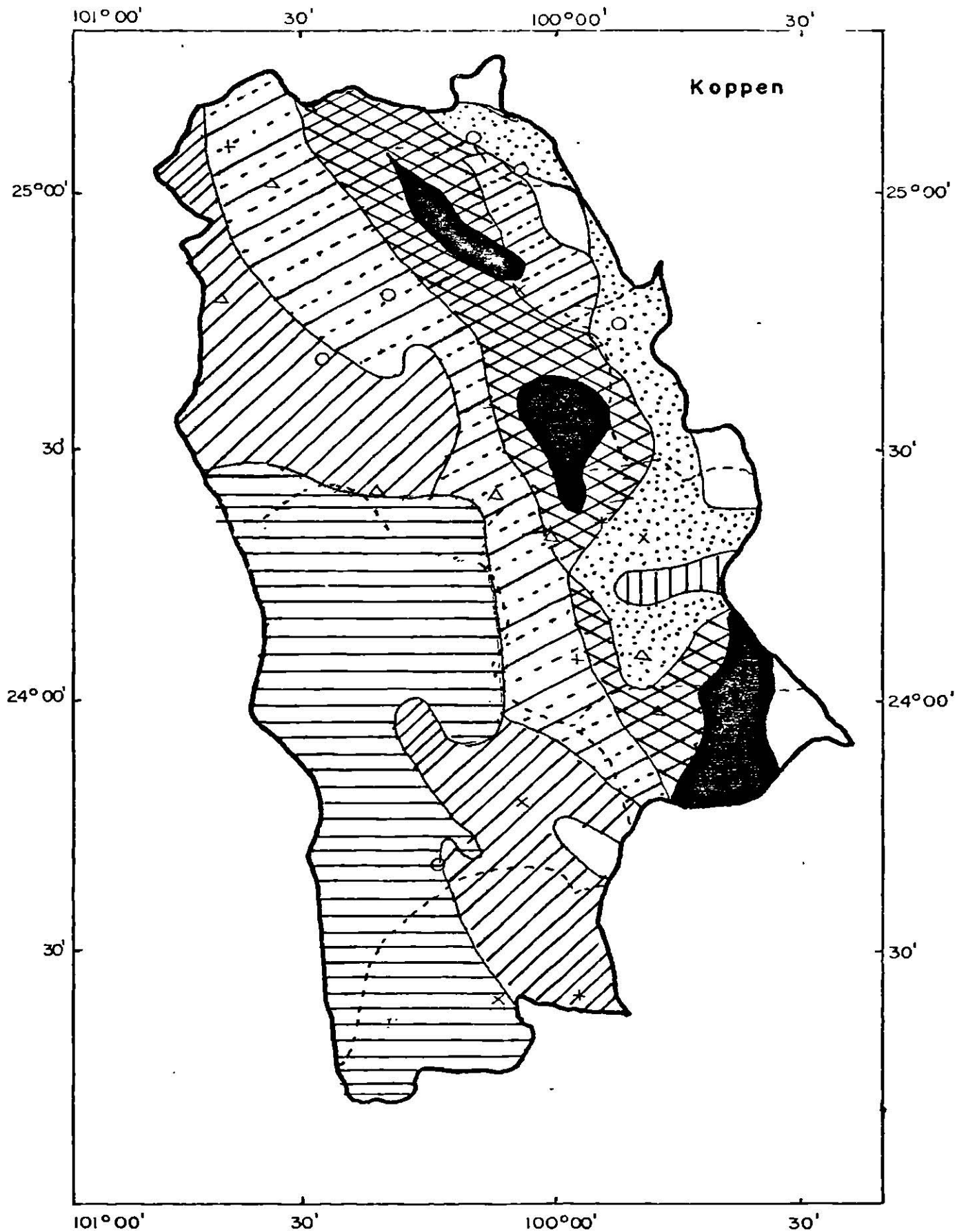


FIGURA 2. Climas, por el Sistema de Koppen.

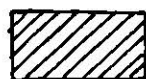


Climas en la Zona Sur del Estado de Nuevo León, según la Clasificación  
Climática de Köppen

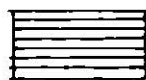
S I M B O L O G I A



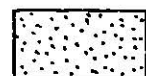
BSh Clima Caliente y Semiárido



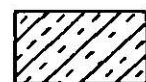
BSk Clima Templado y Semiárido



BWh Clima Caliente y Arido



Cxa Clima Caliente y Semiárido



Cbx Clima Frío y Semiárido



Cwa Clima Templado y Semiárido



Cwb Clima Frío y Semihúmedo



Cfb Clima Frío y Húmedo

FUENTE: SARH, 1972.

### 2.2.3. Sistema de Köppen, modificado por Enriqueta García

Al sistema de Köppen, fue publicado por primera vez en Alemania en el año de 1936 en la obra "Handbuch der klimatologie, Band I, Teil C. (Das geographische System der Klimate), y de una manera especial se ha tomado como el sistema de clasificación oficial o de mayor aceptación en nuestro país como es posible observar en las Cartas y Mapas de la Secretaría de Programación y Presupuesto, Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos, etc. Este sistema requiere para su funcionamiento los elementos de:

A). Temperatura media mensual y anual

B). Precipitación media mensual y anual.

elementos de fácil obtención por las Estaciones Meteorológicas distribuidas en el territorio nacional; sin embargo, para su mejor y más correcta utilización, debió de sufrir algunas modificaciones realizadas por Enriqueta García (1973), ya que el sistema en su concepción original, considera sólo los climas de las llanuras de las latitudes superiores y los de las montañas de las bajas latitudes, pasando por alto muchos factores que interactúan con el clima, como lo es la altitud que en nuestro país es uno de los elementos más fluctuantes y que afectan la tendencia natural del clima por su latitud.

Los grupos climáticos son considerados con su designación original y son los siguientes:

A = Clima tropical lluvioso

B = Clima seco

C = Clima templado lluvioso

D = Clima boreal

E = Clima frío o polar

Los tipos climáticos si sufren modificaciones en algunos casos porque sus designaciones a consideración del autor, no representan de una manera satisfactoria las peculiaridades de cada tipo climático en nuestro país, quedando de la siguiente manera:

Tipo de Clima	Designación
Af	Climas calientes y húmedos con lluvias todo el año
Aw	Climas calientes subhúmedos con lluvias en verano
BS	Climas secos o áridos
BW	Climas muy secos o muy áridos
Cw	Clima templados subhúmedos con lluvias en verano
Cf	Clima templado húmedo con lluvias todo el año
ET	Climas fríos.

Se considera que no existe en nuestro país condiciones climáticas en donde se puede aplicar la clasificación para el grupo D, por lo tanto, permanece como en su concepción original.

Las siglas utilizadas para indicar los períodos secos o lluviosos durante el año también sufren algunas modificaciones, quedando finalmente como se muestra a continuación:

- w = Clima con lluvias en verano
- w<sup>1</sup> = Mes con mayor lluvia desplazado hacia el otoño
- w<sup>11</sup> = Dos estaciones lluviosas separadas por una seca en el verano y una luego en la mitad fría del año (invierno y primavera).
- s = Clima con lluvias en invierno
- s<sup>1</sup> = Mes más lluvioso desplazado hacia la primavera
- s<sup>11</sup> = Dos temporadas lluviosas en la mitad fría del año separadas por

una seca corta en esta estación y una larga en verano.

Con el fin de tener una mayor claridad en la delimitación de los climas con respecto a su temperatura se establece lo siguiente:

Climas Secos	Temperatura media anual	Símbolos
Cálidos	Mayor de 22°C	B(h')
Semi-cálidos	18 - 22°C	Bh'(h); Bh
Templados	12 - 18°C	Bk; Bk'
Semifríos	5 - 12°C	B(k'')
Climas Húmedos	Temperatura media anual	Símbolos
Cálidos	Mayor de 22°C	A
Semicálidos	18 - 22°C	A(C)
	Sobre 18°C	(A)C
Templados	12 - 18°C	Ca; Cb
Semifríos	5 - 12°C	C(b'); Cc
Fríos	-s - 5°C	E(T); E(T)C
Muy fríos	Menores de -2°C	EF

Como podemos observar en la tabla anterior, existen climas en donde además del símbolo del grupo, otra letra mayúscula o símbolo encerrado entre paréntesis, indicando con esto un subgrupo de transición marcando el símbolo entre paréntesis el grupo a que tiende el clima. Esto ocurre principalmente entre los climas cálidos y templados por ejemplo: A(C) nos indicará un clima del grupo A con tendencia al grupo C.

En lo concèrniante a la oscilación térmica, también hubo la necesidad de realizar ajustes incrementando los símbolos y designaciones para poder establecer una representación más adecuada de los climas por su oscilación térmica como a continuación se muestra:

Designación	Símbolo	Oscilación térmica anual de las temperaturas medias mensuales
Isotermal	i	Menor de 5°C
Con poca oscilación	(i')	5 - 7°C
Extremoso	(e)	7 - 14°C
Muy Extremoso	(e')	Mayor de 14°C

En lo referente al régimen de lluvias, sólo se hizo una modificación dividiendo en dos subtipos a los climas con régimen de lluvias en verano "W" que serían los que tienen un alto y un bajo porcentaje de lluvias en invierno. Lo anterior lo podemos observar con mayor claridad junto con el resto de los regímenes sin modificar en la siguiente Tabla.

Régimen de lluvias	Símbolo	Fórmulas para separar BW/BS . . . . . BS/húmedos . . . . .		% lluvia invernal
De verano; por lo menos diez veces mayor cantidad de lluvia en el mes más húmedo de la mitad caliente del año que en el más seco (esto no necesariamente debe cumplirse con los climas m)	w(w); m(w)	r=t+14	r=2t+28	(menor de 5)
	w; m	r=t+14	r=2t+28	(De 5 a 10.2)
	w(x'); m(f)	(r=t+-0.5)	(r=2t+21)	(mayor de 10.2)
Intermedio entre verano e invierno	x'(w); f(m)	r=t+7	r=2t+14	(menor de 10.2)
	x'; f	r=t+7	r=2t+14	(mayor de 18)
	x'(s)	r=t+7	r=2t+14	.
De invierno: por lo menos 3 veces mayor cantidad de lluvia en el mes más húmedo de la mitad fría del año que en el más seco.	s(x')	r = t	r = 2t	(menor de 36)
	s	r = t	r = 2t	(mayor de 36)

NOTA: Solo las fórmulas encerradas entre paréntesis son las modificaciones el resto de las fórmulas permanecen iguales a su concepción original de Köppen.



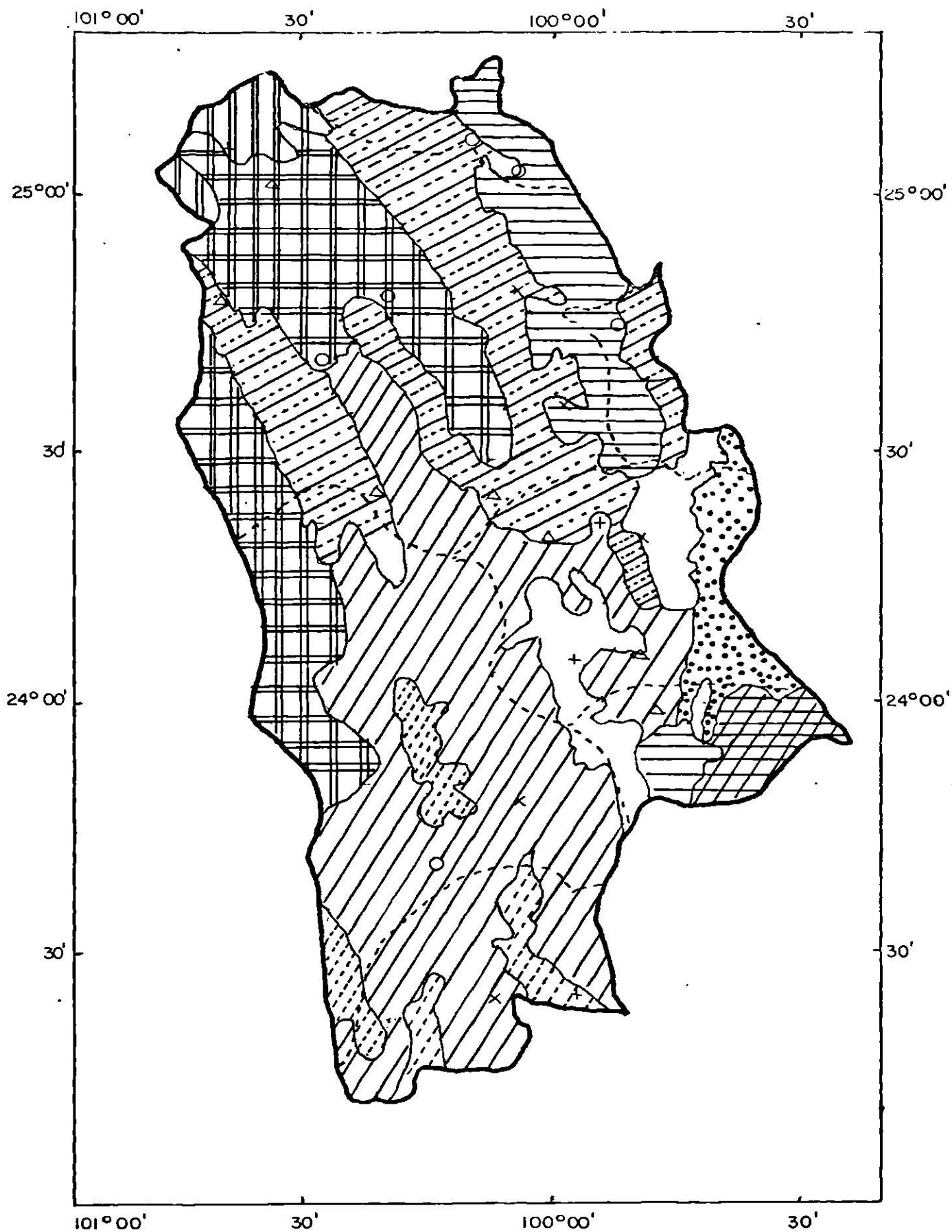





FIGURA 3. Climas, por el sistema de Koppen, modificado por Enriqueta García


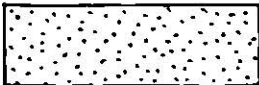
Resultados del Método de Köppen, modificado al aplicarse en la Zona Sur del Estado de Nuevo León.

Apoyandonos en la información brindada por la Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos, quien es la encargada de la recopilación de información y de la realización de los mapas y cartas climáticas del país, y que utiliza el Sistema de Clasificación Climática de Köppen, modificado por E. García, podemos observar los tipos climáticos existentes en la Figura 3 y utilizando para su interpretación la siguiente simbología:

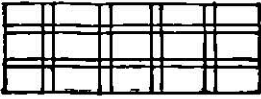
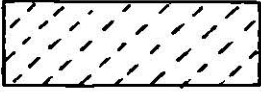
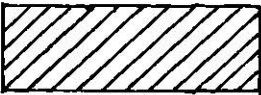
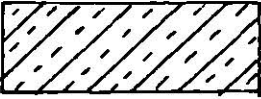
#### Climas Templados - Subhúmedos

Representación	Clasificación	Características
	$C(w_0)(e)$	Templado, P/T 43.2, lluvias en verano. Extremoso
	$C(w_1)a(e)$	Templado, P/T 43.2, lluvias en verano. Extremoso
	$C(w_2)(w)(e)$	Templado, P/T 55.0, lluvias en verano. Extremoso

#### Climas Semicálidos - Subhúmedos

	$(A)c(x')(w_0'')a(e)$	Semicálido, P/T 43.2, TMA 18°C lluvias en verano. Extremoso
	$(A)C(w_0'')(w)a(e)$	Semicálido, P/T 43.2, TMA entre 18 y 22°C, lluvias en verano. Extremoso.

Climas Cálidos - Semiáridos

Representación	Clasificación	Características
	BSohw"(e)	Aridos, P/T 22.9, TMA entre 18 y 22°C. Invierno fresco, lluvias en verano. Extremoso.
	BS <sub>1</sub> kw(e)	Arido, P/T 22.9, invierno fresco, lluvias en verano. Extremoso.
	BS <sub>1</sub> h'(h)w(e)	Arido, P/T 22.9 TMA entre 18 y 22°C, lluvias en verano. Extremoso.
	BS <sub>1</sub> kw"(e)	Arido-Templado, P/T 22.9, TMA entre 12 y 18°C, lluvias en verano. Extremoso.

Hasta ahora hemos visto los tres sistemas de clasificación climática que principalmente han sido utilizados en nuestro país, existen otros más pero su aplicación fue muy restringida y eventual, por esto no fueron considerados.

Podemos observar como en los métodos de Thorntwaite, Köppen y Köpen modificado por E. García, siguiendo el mismo orden muestran un progreso evolutivo buscando clarificar las características predominantes pero adoleciendo de un enfoque práctico en donde elementos cualitativos y cuantitativos aporten una aplicabilidad directa.

A continuación, hablaremos de otro tipo de análisis climático, en donde la información recopilada por las estaciones meteorológicas es manejada

de tal manera que sus resultados proporcionen al investigador parámetros ambientales en los que se pueda apoyar en la interpretación de los fenómenos biológicos y en el planteamiento de alternativas para el mejor aprovechamiento de los recursos naturales y/o introducidos a una zona determinada. El análisis del cual nos referimos, es el de Unidades Calor, de él se tratará en detalle en seguida:

### 2.3. El Concepto de Unidades Calor

En todos los factores físicos que comprende el medio ambiente, es la temperatura al que se le puede catalogar como el de mayor importancia. Esto está dado en base a que cualquier función fisiológica como morfológica de un organismo estará marcadamente influenciada por ella, a lo anterior debemos añadir que todas y cada una de las especies vegetales presentan una serie de requerimientos de temperatura para cada una de las etapas de su desarrollo como para el total de su ciclo vegetativo. En esto mismo, está basado el concepto de "unidades calor". por el cual se busca lograr una estimación precisa de los requerimientos térmicos para cada especie vegetal, y en especial, de las plantas cultivadas a fin de poder realizar una programación lo más exacta posible de las actividades a desempeñar en las plantaciones, tanto de investigación como comerciales.

El cálculo de las unidades calor se puede realizar por diversos métodos de los cuales algunos de ellos hablaremos más adelante, pero en general todos ellos se apoyan en la utilización de la temperatura en la cual se inicia y se pueden desarrollar las actividades fisiológicas de la planta. A este punto se le denomina "Temperatura Base". A partir de esta temperatura base, la cantidad de calor en grados centígrados por encima de ella de la temperatura media, se considera como de calor efectivo, el cual tiene

un efecto acumulativo.

La consistencia de la acumulación de las unidades calor, puede verse afectada por algunos otros factores ambientales, como son: el fotoperíodo, humedad, condiciones del suelo, etc., siendo estos factores de mayor importancia bajo condiciones de aridez, ya que en esta situación, una alta tasa de insolación puede causar efectos muy similares a los de elevadas temperaturas, la deficiencia de humedad en el suelo cuando ocurre en períodos de gran demanda de la planta, causan un incremento en los requerimientos de calor, así tenemos que si un cultivo es sembrado durante la temporada seca y cosechado en una húmeda, tendrá un mayor requerimiento de unidades calor que si se siembra en las temporadas opuestas.

Las altas temperaturas que también caracterizan a las zonas áridas influyen sobre los requerimientos térmicos, ya que temperaturas muy por encima del óptimo del cultivo, retardan su crecimiento y desarrollo.

A continuación se mostrarán brevemente algunos de los métodos utilizados en el cálculo de las unidades calor.

Índice Exponencial. Este índice está basado en el principio de que la tasa de crecimiento de la planta sigue la regla de Van't Hoff y Arrhenius. Este método realiza una acumulación de la eficiencia de la temperatura media diaria utilizando la siguiente fórmula:

$$u = 2 \left( \frac{t-40}{18} \right)$$

de donde:

u = Eficiencia de temperatura media diaria

t = Temperatura media diaria en °F

El punto cero de actividad vital, es tomado a 40°F, por lo tanto, a 40°F (4.4°C), la eficiencia es igual a 1, y a 58°F (14.4°C), el doble.

Indice Fisiológico. Este índice es derivado de la eficiencia de la temperatura y la tasa de crecimiento de la planta. Se determina gráficamente colocando en las ordenadas la elongación de los brotes en forma porcentual por hora y en la abscisa, la temperatura en °C. Con esto, se mide la respuesta por cada grado de temperatura considerado. Este método tiene un muy limitado uso, ya que está basado en pruebas de crecimiento de cultivos específicos, con condiciones ambientales limitadas y derivando tasas de crecimiento de semillero únicamente.

Indice Hidrotérmico. El método considerado que es la precipitación, uno de los factores que influyen directamente con el crecimiento y desarrollo de las plantas, relacionando esto con la temperatura efectiva. Este índice se obtiene utilizando la fórmula siguiente:

$$I_{mt} = I_t \frac{I_p}{I_e}$$

de donde:

$I_{mt}$  = Indice hidrotérmico

$I_t$  = Indice de eficiencia de temperatura evaluado con las bases del Indice fisiológico.

$I_p$  = Intensidad de precipitación

$I_e$  = Evaporación potencial.

Este método tiene como deficiencia primero que depende del Indice fi-

siológico y además, que el crecimiento de la planta no sigue la magnitud de la intensidad de la precipitación y la evaporación potencial.

**Indice Fototérmico.** La fotosensibilidad de las plantas, es un muy importante elemento en su desarrollo, de ahí que los requerimientos de calor de un cultivo pueden variar sensiblemente a diferentes condiciones de foto período. Las unidades fototérmicas se obtienen según Nuttonson (1955) con un múltiplo del porcentaje de la duración del día y la acumulación de los grados-día (Unidades calor), obteniendose unidades menos variables de medi ción para los intervalos fenológicos. Para frijol soya Iwata (8) establece que substituyendo la longitud de la noche por la del día en las unidades fototérmicas, puede ser aplicable en la medición del desarrollo de la plan ta, esto es calculado multiplicando los grados día por la longitud del pe- ríodo de oscuridad.

**Indice Remanente.** El índice remanente es la suma de la temperatura media diaria en la sombra menos una constante para cada especie en particu- lar, esta constante resulta ser su temperatura base. Se estima el desarro- llo de los cultivos por este índice como la acumulación total de grados- día arriba de la temperatura base, los grados-día se obtienen usando la si guiente fórmula:

$$\text{Grados-día} = \frac{\text{Temp. Máx.} + \text{Temp. Min.}}{2} - \text{Temperatura Base}$$

En el presente trabajo se utilizó el criterio de aplicar el último de los métodos, el de Indice Remanente, ya que ofrece una bastante buena refe- rencia en la programación de los cultivos y no requiere de más información que los datos de temperatura que son los únicos que con consistencia se



puede disponer en la zona bajo estudio.

### III. MATERIALES Y METODOS

#### 3.1. Características de la Zona Bajo Estudio en General.

Ocupa una superficie total de 19,001.2 km<sup>2</sup>. distribuidos de la manera siguiente por municipio:

Galeana . . . . .	7,154.6 km <sup>2</sup>
Dr. Arroyo. . . . .	5,106.2
Aramberri . . . . .	2,839.5
Mier y Noriega . . . . .	1,168.0
Gral. Zaragoza . . . . .	1,108.5
Rayones . . . . .	905.2
Iturbide. . . . .	719.2

En este punto existe algo de discusión en la exactitud de los datos, por lo que se tomó el criterio de utilizar los de mayor consistencia en las referencias, siendo los del Plan Municipal de Desarrollo Urbano, los que aportaron la información. Geográficamente la localizamos entre los 99°27' y los 100°50' longitud oeste y entre los 23°09' y los 25°14' latitud norte (Figura 4).

Limita por el norte con el estado de Coahuila, municipios de Santiago, Montemorelos, y parte de Linares; al noreste con el municipio de Linares; al este con el estado de Tamaulipas; al sur y suroeste con el estado de San Luis Potosí; al oeste con los estados de Coahuila, San Luis Potosí y en un punto llamado el Pañuelo municipio de Galeana, con el estado de Zacatecas; y al noroeste con el estado de Coahuila.

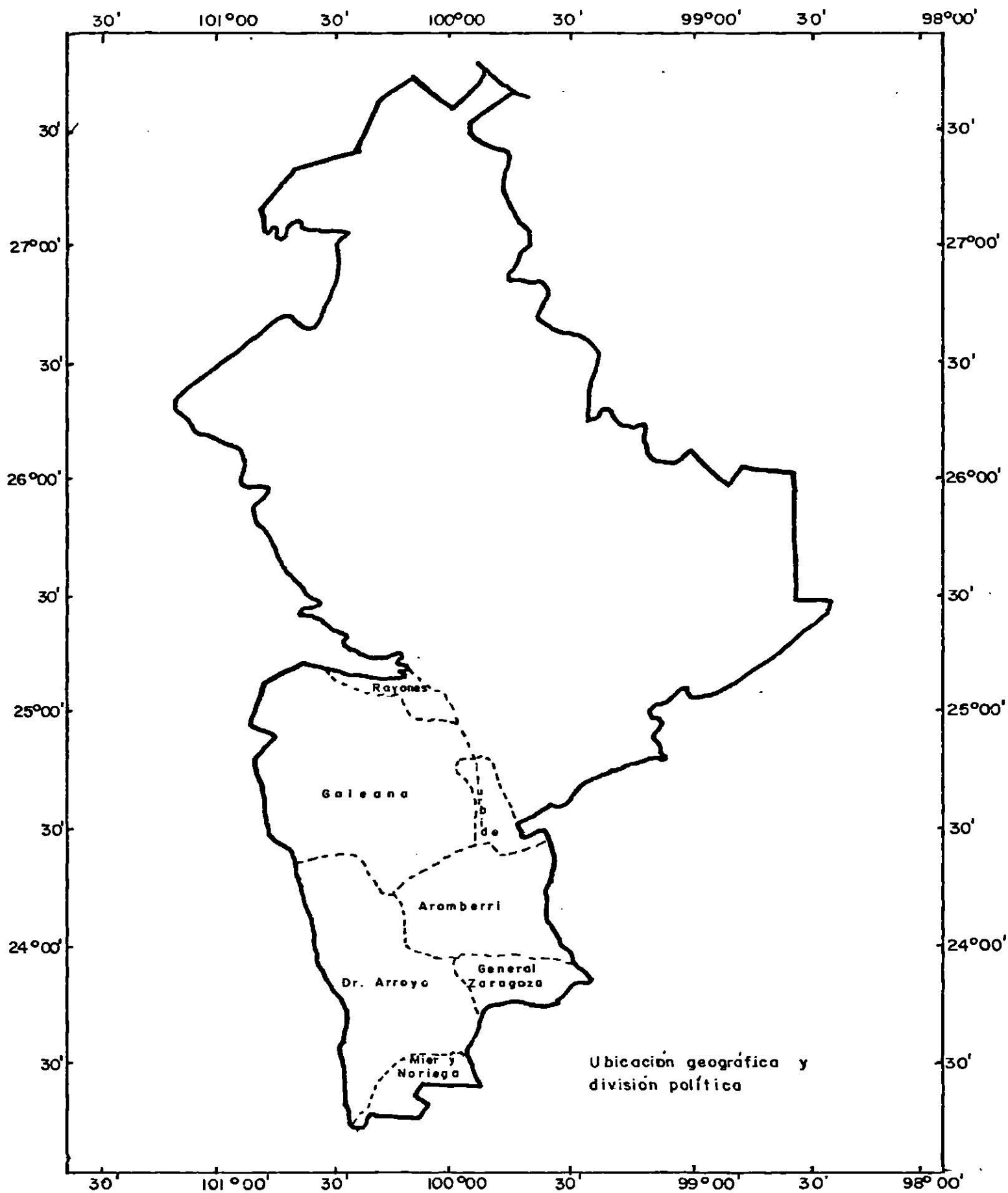


FIGURA 4. Ubicación de la Zona Bajo Estudio y División Política.

Dentro de esta zona podemos identificar claramente dos regiones fisiográficas bien definidas, la primera es la de la Sierra Madre Oriental y la segunda es la del Altiplanicie (Figura 5).

La Sierra Madre Oriental, nace en el centro del estado de Nuevo León y se orienta hacia el sur-sureste, atravesando longitudinalmente la parte sur del Estado, hasta el centro de los estados de Puebla y Veracruz (Rzedowski, 1978). Está formada por una serie de sierras paralelas entre sí con altitudes variables, siendo las más prominentes en el Estado, el Cerro del Potosí con 3,800 msnm, en el municipio de Galeana, La Peña Nevada con 3,664 msnm en el municipio de Dr. Arroyo y el Cerro de la Asunción en el municipio de Aramberri, con 3,100 msnm (Vizcaya, 1953). De una manera general, los cañones y valles que también la forman siguen la misma dirección de la serranía, aunque existen algunos que cortan transversalmente, por lo que es posible penetrar hacia los valles interiores y a la altiplanicie (Vizcaya, 1953). Esta región presenta alrededor de 179 km de largo y un ancho variable, desde unos cuantos hasta 60 km, significando un 30 o 35% de la superficie bajo estudio (Villarreal, 1977).

La región de la Altiplanicie ocupa la quinta parte de la superficie del estado de Nuevo León, se caracteriza por ser una zona semidesértica, con una superficie de suelo casi plano por lo general y con una altitud variable con un promedio sobre el nivel del mar de 1,500 a 2,000 metros.

### 3.1.1. Actividades Primarias y Población

Según los datos proporcionados por el último censo de Población y Vivienda de 1980, esta región alberga a un total de 143,169 habitantes, cifra que resulta ser muy fluctuante debido a los períodos migratorios esta-

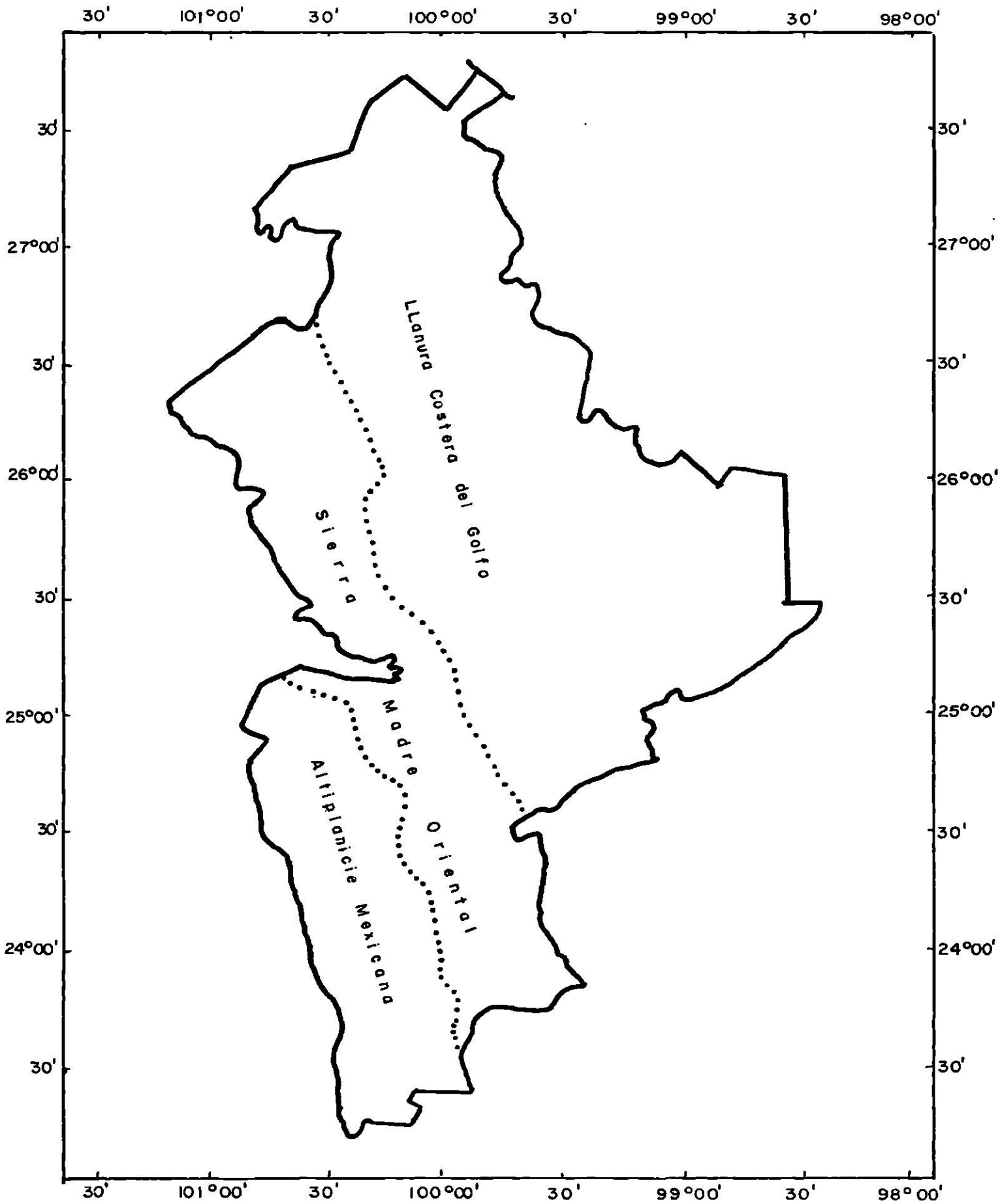


FIGURA 5. Regiones Fisiográficas.

cionales hacia los E.U.A., principalmente. Esta migración hacia el vecino país y a las ciudades industrializadas de Monterrey, Saltillo, Linares y Cd. Victoria, Tamps., se acentúa cada vez más en las nuevas generaciones que lo empiezan a hacer de una manera ya permanente en busca de mejorar su nivel económico y de vida, comenzando primero con la educación y luego con la búsqueda de un empleo mejor remunerado.

La actividad primaria en la región es la agricultura, siendo esta principalmente de subsistencia debido a lo bajo de los rendimientos en forma general y a la dependencia muchas veces estricta del errático temporal. Las familias colaboran con la ayuda económica al formar de una manera artesanal pequeños talleres por así llamarlos en donde tallan la fibra de lechuguilla y de la palma ixtlera que recolectan, de igual forma y dependiendo de la zona lo hacen con la recolección de la candelilla para vender en la ciudad de Saltillo, Coah. su producto semielaborado (cerote) y así obtener un pobre ingreso adicional para satisfacer sus necesidades.

Los municipios de Galeana, Aramberri e Iturbide, explotan en forma ejidal los bosques con que cuentan generando ingresos a la comunidad, aunque falta asesoría para un manejo adecuado a fin de evitar el proceso erosivo que ha empezado a aparecer.

En lo referente a la ganadería, es poco con lo que se cuenta, se manejan principalmente ejemplares criollos en bovinos, caprinos y equinos. Debido a las condiciones semidesérticas prevalecientes, son los caprinos quienes tienen la ventaja para su desarrollo siendo además los de más comercialización.

Las actividades mineras se localizan en los municipios de Galeana y Aramberri, pudiendose mencionar para el primero las minas de San José, donde se explota la fosfita, varita, plomo, zinc y cobre. Para el segundo, la actividad se da en las localidades de Aramberri, Agua Delgada, El Porvenir La Caballada, La Asunción, La Esperanza, La Escondida, San Teodoro, San José, donde se explotan la fosfita, varita y el cobre.

### 3.1.2. Tenencia de la Tierra

La mayor parte de la tierra de la zona sur del estado de Nuevo León, se encuentra en propiedad ejidal, ocupando un 64.05% de la superficie total, le sigue la propiedad privada con un 18.45%, la propiedad federal, estatal y municipal con un 14.12% y la comunal con un 3.38%.

En el Cuadro 1 observamos las cifras proporcionadas por el Gobierno del Estado y la Secretaría de Asentamientos Humanos y Obras Públicas (SAH-OP) en los planes municipales de Desarrollo Urbano referentes a la tenencia de la tierra.

CUADRO 1. Tenencia de la Tierra.

Municipio	Tipo de Propiedad			
	Privada (ha)	Fed. Est. y Munic. (ha)	Comunal (ha)	Ejidal (ha)
Galeana	183,100.0	74,000.0	786.0	576,900.0
Dr. Arroyo	47,354.8	80,099.8	47,491.2	335,674.2
Aramberri	58,749.0	23,735.0	0.0	201,466.0
Mier y Noriega	700.0	37,800.0	19,990.0	58,610.0
Gral. Zaragoza	49,087.2	6,772.0	0.0	54,990.0
Rayones	7,263.4	41,434.2	14.0	41,808.4
Iturbide	26,313.1	21,334.9	25.0	24,247.0



### 3.1.3. Uso actual del Suelo

A pesar de la gran superficie que ocupa la zona, es relativamente poca la que se aprovecha y muchas de las veces se subemplea. En el Cuadro 2 se enumeran las actividades en que se emplee el suelo, con datos obtenidos de los pasados Censos Agrícolas y Ganaderos, así como del Plan Municipal de Desarrollo Urbano de la Entidad.

CUADRO 2. Uso Actual del Suelo

Municipio	Agrícola		Pecuario		Forestal Forestal (ha)
	Riego	Temporal (ha)	Extensivo	Intensivo (ha)	
Galeana	8,144.0	43,986.0	162,174.0	54,059.0	18,783.0
Dr. Arroyo	1,473.0	35,518.0	195,000.0	0.0	199,000.0
Aramberri	2,079.6	8,324.0	88,711.0	0.0	54,594.0
Mier y Noriega	1.3	7,133.9	4,085.0	0.0	0.0
Gral. Zarago za	512.3	2,239.0	40,940.0	0.0	25,601.0
Rayones	1,606.9	1,272.4	22,636.1	0.0	1,799.0
Iturbide	31.0	1,254.7	11,276.0	5.5	28,101.4

En la superficie agrícola se cultiva principalmente, maíz, frijol, trigo, cebada, papa, chile verde, girasol y algunas otras hortalizas a nivel de huerto familiar solamente. Los cultivos recomendados, variedades así como las fechas de siembra y duración de los ciclos vegetativos, son mostrados en el Cuadro 33, con datos proporcionados por la SARH y el BANRURAL. En los municipios con condiciones templadas se explotan los frutales como el durazno, manzano y nogal, esto ocurre en los municipios de Galeana, Rayones, Iturbide y Gral. Zaragoza.

CUADRO 3. RECOMENDACIONES PARA EL DISTRITO II DE TEMPORAL Y 704 DE RIEGO

CULTIVO	FECHAS DE SIEMBRA			VARIETADES (S. A. R. H.)	DIAS A LA MADUREZ	
	S. A. R. H. GENERAL	B A N R U R A L			FISIOLOGICA	COSECHA
		NORMAL	OPTIMA			
Mafz (Riego)	Mar 20-Abr 30	Mar 21-Abr 30	Abr 1-Abr 20	(Grano H-125) H-220	140 - 160 130 - 150	210 220
				Criollos Regionales	130 - 160	210
				(Forraje) BS-1 H-366	150 - 170 150 - 170	230 230
(Temporal)	Mar 1-May 31	Mar 1-May 31	Mar 1-May 31		110 - 130	150
				V.S. - 201	110 - 130	150
				H-230	100 - 120	140
				Criollos Regionales	100 - 120	150
Frijol (Riego)	May 1-Jun 15	May 1-Jun 15	May 1-Jun 1	Delicias 71	100	130
				Flor de Mayo	100	130
				Negro Jamapa	95	120
				Pinto Americano	85	110
				Criollos Regionales	90	115
(Temporal)	May 1-Jun 15	May 1-Jun 15	May 1-Jun 15	Pinto Americano	100	125
				Negro Jamapa	95	120
				Flor de Mayo	90	115
				Delicias 71	85	110
				Criollos Regionales	100	125
Trigo (Riego)	Dic 15-Feb 15	Dic 15-Feb 15	Ene 1-Ene 30	Nadadores	120	140
				Anáhuac F-75	110	130
				Jahuara H-77	115	130
	Dic 15- Feb 15	Dic 15-Feb 15	Ene 1- Ene 30	Pavon F-76	115	130
				Ciano F-79	110	125
				Imuris F-70	105	125

CUADRO 3. RECOMENDACIONES PARA EL DISTRITO II DE TEMPORAL Y 704 DE RIEGO

CULTIVO	FECHAS DE SIEMBRA				VARIETADES (S.A.R.H.)	DIAS A LA MADUREZ	
	S.A.R.H.	B A N R U R A L		FISIOLÓGICA		COSECHA	
	GENERAL	NORMAL	OPTIMA				
(Temp) Otoño-Invierno		Dic 15-Ene 30	Dic 15-Ene 30				
	Oct 15-Oct 31			Cardenal	190	210	
	Nov 1-Dic 15			Chapingo	190	210	
	Dic 15-Ene 15			Delicias S-73	170	190	
	Dic 15-Ene 15			Siete Cerros	170	190	
(Temp) Prim-Ver	Jul 15-Jul 30			Anáhuac	170	190	
				Cleopatra	170	190	
				Pavón	170	190	
				Zacatecas	170	190	
Papa	Abr 1-May 15	Abr 1-May 15	Abr 15-May 10	Alpha	120	135	
				Patrones	90	105	
Cebada (Riego)							
0 - I	Dic 15-Feb 15	Dic 15-Feb 15	Dic 15-Feb 15	Puebla	110	115	
				Cerro Prieto	100	110	
(Temporal) P-V	Dic 15-Ene 31	May 1-May 31	May 1-May 31	Criollos	110	120	
				Aposer			
Alfalfa (P.V.)	Feb 15-Mar 15	Feb 15-Mar 15	Feb 15-Mar 15	Atliaco			
	Ago 15-Sep 30			Moapa			
Ajo (0-I)		Nov 1-Dic 15	Nov 1-Dic 15				
Sorgo (Grano)		Mar 1-May 31	Mar 1-May 31				
(Forraje)		Mar 1-May 31	Mar 1-May 31				
(Escobero)		Abr 1-Jun 15	Abr 1-Jun 15				

Para la ganadería, son explotadas las razas criollas principalmente debido a su rusticidad, las especies que se aprovechan en orden de importancia son: caprinos, vacunos, caballar, porcino y lanar.

Lo referente al uso forestal, sólo los municipios que quedan comprendidos en la región de la Sierra Madre Oriental poseen especies maderables para explotar, teniendo como principal al pino piñonero, encino y el cedro. De una manera general, todos los municipios de una forma mayor o menor explotan especies vegetales como la candelilla, lechuguilla, palma ixtlera y el nopal.

### 3.2. Principales Características Municipales de la Zona Bajo Estudio

Hasta ahora hemos hecho referencia general de la zona bajo estudio, pero con el fin de obtener una mejor perspectiva de ésta, analizaremos a cada uno de los municipios por separado, mencionando sus características más relevantes.

#### 3.2.1. Municipio de Galeana

Cuenta con una superficie de 7,154.6 km<sup>2</sup>, se le localiza geográficamente entre los 24°10' y los 25°24' latitud norte y los 99°54' y los 100°49' longitud oeste, sus límites geográficos son:

Norte: Municipio de Rayones  
 Sur: " " Dr. Arroyo  
 Oriente: " " Linares  
 Poniente: Estados de Zacatecas y Coahuila.

Su topografía es accidentada en su mayoría, especialmente en la parte norte, noreste, centro y sureste del municipio debido a la Sierra Madre

Oriental principalmente, las partes planas y semiplanas se localizan en la parte central y suroeste del municipio, ocupando áreas considerables hacia los costados de la carretera central.

En lo referente a sus recursos hídricos, Galeana cuenta con dos ríos de caudal permanente, el Potosí y el Pablillo, además con algunos arroyos con caudal también permanente como son el Pilón, Pablillo, Potosí. Existen 46 pozos para la extracción de agua, así como un gran número de pequeños bordos además de la presa del Carmen.

Presenta un clima en general templado por el verano y frío en el invierno, con una tendencia a ser muy seco. La precipitación muestra un comportamiento errático, siendo de mayor consistencia y cantidad en los meses de Julio, Agosto y Septiembre. Una buena fuente de agua para el municipio resulta ser la proveniente de las nevadas que son de una buena regularidad en la parte alta de la serranía que con los deshielos de la primavera abastecen los mantos freáticos de la zona.

### 3.2.2. Municipio de Dr. Arroyo

Su superficie es de 5,106.2 km<sup>2</sup>, ubicado entre los 23°13' y 24°27' Latitud norte y los 99°50' y 100°35' Longitud oeste. Geográficamente sus límites son:

Norte: Municipio de Galeana  
 Sur: " " Mier y Noriega  
 Oriente: " " Gra1. Zaragoza  
 Poniente: Estado de San Luis Potosí

Topográficamente hablando, las zonas más accidentadas se localizan al

centro y sur del municipio, formadas por la SMO (Sierra Madre Oriental), ocupando un 40% del total de la superficie, no existe una región semiplana bien definida, sino varias pequeñas zonas distribuidas en todo el municipio sumando un 30% de la superficie. Existe un valle o región plana denominada "Valle de Dr. Arroyo", el cual ocupa el 30% de la superficie restante.

No existen en el municipio ríos o arroyos con caudal permanente, los únicos recursos hídricos con que cuenta son algunos manantiales estacionales y 26 pozos de extracción de agua.

En lo referente al clima, es un municipio extremadamente seco, con un errático temporal durante la primavera y el verano, su temperatura es muy extrema con verano muy caluroso e invierno frío presenta características de un clima extremoso y semidesértico durante todo el año con una oscilación térmica muy fuerte y permanente.

### 3.2.3. Municipio de Aramberri

Tiene una extensión de 2,839.5 km<sup>2</sup>, que se localizan entre los 25°58' y los 24°02' Latitud Norte, los 99°32' y los 100°07' Longitud Oeste. Sus límites geográficos son:

Norte:	Municipio de Iturbide
Sur:	" " Gral Zaragoza
Oriente:	" " Dr. Arroyo
Poniente:	Estado de Tamaulipas

Según el Censo de Población de 1980, el municipio de Aramberri cuenta

con 20,211 habitantes.

Su topografía es en un 50% accidentada debido a la SMO, la parte central del municipio es semiplana y la parte oeste es casi plana en su totalidad, formando el llamado "Valle de la Asunción".

Como recursos hídricos cuenta con los ríos Blanco, Vírgenes e Ibarri-llas, además de algunas presas y bordos. Existen 13 pozos de extracción de agua a pesar de lo cual el principal problema de este recurso es su insuficiencia para el total del municipio.

De una manera general, el municipio presenta una condición de clima templado debido principalmente a su colocación geográfica sobre la SMO, sus mayores precipitaciones ocurren en los meses de Mayo y Septiembre, y sus mayores temperaturas en los meses de Julio y Agosto.

#### 3.2.4. Municipio de Mier y Noriega

Su superficie es de 1,168.0 km<sup>2</sup>, localizables entre los 23°08' y 23°34' Latitud Norte y los 99°54' y 100°27' Longitud oeste, limita con:

Norte: Municipio de Dr. Arroyo  
 Sur: Estados de San Luis Potosí y Tamaulipas  
 Oriente: Estado de Tamaulipas  
 Poniente: Municipio de Dr. Arroyo

Su población es de 7,171 habitantes según el Censo de 1980. Su topografía casi en su totalidad es accidentada, ya que se encuentra sobre la SMO.

El municipio, presenta un gran déficit de agua, debido a la ausencia de ríos o arroyos de caudal permanente, y sólo cuenta con tres pozos para la extracción del vital líquido.

El clima durante todo el año va del templado al cálido, con una muy baja precipitación pluvial, lo cual genera una grave escasez del agua, las más altas temperaturas al igual que las más fuertes precipitaciones (por así decirlo), se presentan durante el verano. Es muy marcada la condición semidesértica en general para el municipio.

### 3.2.5. Municipio de Gra]. Zaragoza

Su extensión geográfica es de 1,108.5 km<sup>2</sup>, distribuidos entre los 23°43' y 24°02.5' Latitud norte y los 99°26' y 99°26' y 99°59' Longitud oeste, sus límites geográficos son:

Norte:	Municipio de Aramberri
Sur:	Estado de Tamaulipas
Oriente:	Municipio de Dr. Arroyo
Poniente:	Estado de Tamaulipas

Su población es de 7,815 habitantes, según datos del Censo de 1980. Casi todo el municipio se encuentra enclavado sobre la serranía, por lo que su topografía resulta ser muy accidentada, solo en la cabecera municipal y sus alrededores presentan zonas semiplanas y planas.

En lo referente a recursos hídricos, no existen pozos de extracción de agua, debido a que este recurso no representa problema en el municipio la precipitación es muy superior a la del resto de la región, creando condiciones ambientales muy particulares, existen buenas fuentes de abastecimiento de agua como son el Río Blanco que da lugar al bello paraje conocido como "El Salto", además tenemos el Río San Pablo, el Arroyo La Aguja, y gran cantidad de veneros con caudal permanente o intermitente.



Presenta condiciones de temperatura que sitúan al municipio con un clima templado o semifrío, distinguiéndose además por lo alto de sus precipitaciones del resto del Estado. El mayor volumen de la precipitación ocurre durante los meses de Agosto y Septiembre, disminuyendo en el invierno.

### 3.2.6. Municipio de Rayones

Cuenta con una superficie de 905.2 km<sup>2</sup>, se le localiza geográficamente entre los 24°58' y 25°15' Latitud norte y los 99°54' y 100°24' Longitud oeste, sus límites son:

Norte:	Municipio de Santiago
Sur:	Municipio de Galeana
Oriente:	Municipios de Allende y Montemorelos
Poniente:	Estado de Coahuila

Según el Censo de Población de 1970, el municipio tiene una población de 3,724 habitantes, siendo esta cifra la única y más reciente de que se dispone. Su topografía es accidentada en un 90% de su totalidad, por hallarse ubicado completamente sobre la SMO.

El municipio de Rayones cuenta con los afluentes del Río Casillas y el Río Pilón, además de contar con una buena cantidad de arroyos como son el Alamo, Santa Rosa, El Cuervo, San Isidro, San Juan, etc., por otra parte, en la región norte del municipio se localizan varios veneros.

El clima es muy seco durante todo el año, las precipitaciones principalmente se presentan en los meses de Mayo y Septiembre, siendo las últimas las de mayor intensidad. Por su temperatura, podemos considerar al clima del verano como semicálido, y al de invierno como semifrío. Presenta

además una fuerte oscilación térmica durante todo el año, en especial durante el invierno.

### 3.2.7. Municipio de Iturbide

Su extensión es de 719.2 km<sup>2</sup>, ubicado entre los 24°20' y 24°48' Latitud norte y los 99°34' y 100°00' Longitud oeste, sus límites son:

Norte:	Municipios de Hualahuises, Linares y Galeana
Sur:	Municipio de Linares
Oriente:	Estado de Tamaulipas
Poniente:	Municipio de Galeana

Su población es de 3,899 habitantes en 1980 según el censo del mismo año. En su topografía, la mayoría del terreno es accidentado (un 75% del total), debido a que en él encontramos distintas sierras como la de "Tapias", "Sierra la Guitarra", "Sierra los Padres", etc. La región más plana o semiplana se localiza en la denominada "Laguna de Santa Rosa y la Cabecera Municipal".

Como recursos hídricos, cuenta con el Río Pabillo y un gran número de arroyos de caudal permanente entre los que tenemos el de Camarones; Madero de la bosqueña, Boquilla, San Francisco, etc. El municipio tiene pocos problemas con este recurso, ya que existen distribuidos una gran cantidad de manantiales naturales.

Su clima la mayor parte del año es templado, y semifrío en el invierno sus precipitaciones principales son en la primavera y el verano, destacando se los meses de Junio y Septiembre como los de mayor volumen. Muestra una fuerte oscilación térmica durante todo el año.

### 3.3. Descripción y Características del Método

El presente estudio consiste en hacer la determinación de las condiciones mesoclimáticas en la zona bajo estudio, para tal efecto primero se indicará la forma en que se determinaron los que en nuestra opinión y lo limitado de información existente, son los principales factores agroclimáticos que limitan la producción agrícola al establecer un rango de especies con posibilidades adaptativas en la zona.

Como antes dijimos, existe poca información consistente de los elementos climáticos de la zona, además las estaciones termopluviométricas con un desigual contenido en sus expedientes en lo referente a lecturas de temperaturas y de precipitación, por esta razón se decidió establecer cuatro categorías en las que se encuadran a cada una de las estaciones en base al número de años de información con que cuentan para las lecturas antes mencionadas. Las categorías son las siguientes:

Número de Años	Categoría	Símbolo
20 ó más años	Muy Significativa	0
10 a 20 años	Significativa	Δ
5 a 10 años	Representativa	X
Menos de 5 años	De apoyo	+

Con esto se pretende mantener un rango de seguridad conveniente para determinar la confiabilidad de la información.

## Estaciones Termopluviométricas bajo Estudio y su Ubicación.

Estación (Municipio)	Latitud	Longitud	Altitud (msnm)
(Rayones)			
1. Rayones	25°01.2'	100°04.3'	840
2. Casillas	25°12.0'	100°12.2'	1.260
(Galeana)			
3. Carbonera	24°48.0'	100°47.2'	2,020
4. El Cuije	24°06.0'	100°39.5'	1,900
5. El Peñuelo	24°33.8'	100°46.4'	1,830
6. El Potosí	24°50.7'	100°19.2'	1,900
7. El Refugio de los Ibarra	24°26.4'	100°21.3'	1,850
8. El Rusio	24°41.7'	100°26.4'	1,940
9. Galeana	24°49.4'	100°04.5'	1,660
10. Pablillo	24°35.1'	99°59.0'	2,080
11. San Francisco Berlanda	24°21.8'	100°07.0'	1,860
12. San Rafael	25°01.6'	100°32.9'	1,880
(Iturbide)			
13. Iturbide	24°43.1'	99°54.1'	1,460
(Aramberri)			
14. Aramberri	24°96.0'	99°48.9'	1,100
15. La Asunción	24°19.5'	99°54.8'	1,960
16. Las Presas	24°18.8'	100°01.9'	1,820
17. San Juanito Resendiz	24°16.0'	99°51.5'	1,290
18. La Escondida	24°06.6'	99°55.4'	1,520
(Dr. Arroyo)			
19. Ejido Acuña	23°46.2'	100°05.4'	1,650
20. Dr. Arroyo	23°40.4'	100°10.8'	1,720
21. Santa Rosa	24°10.4'	100°17.2'	1,660
(Gra1 Zaragoza)			
22. Gra1. Zaragoza	23°58.4'	99°46.2'	1.360
(Mier y Noriega)			
23. La Cardona	23°24.1'	99°58.7'	1,910
24. Mier y Noriega	23°25.3'	100°07.0'	1,670

La ubicación geográfica de cada una de las estaciones puede ser observada en la Figura 6.

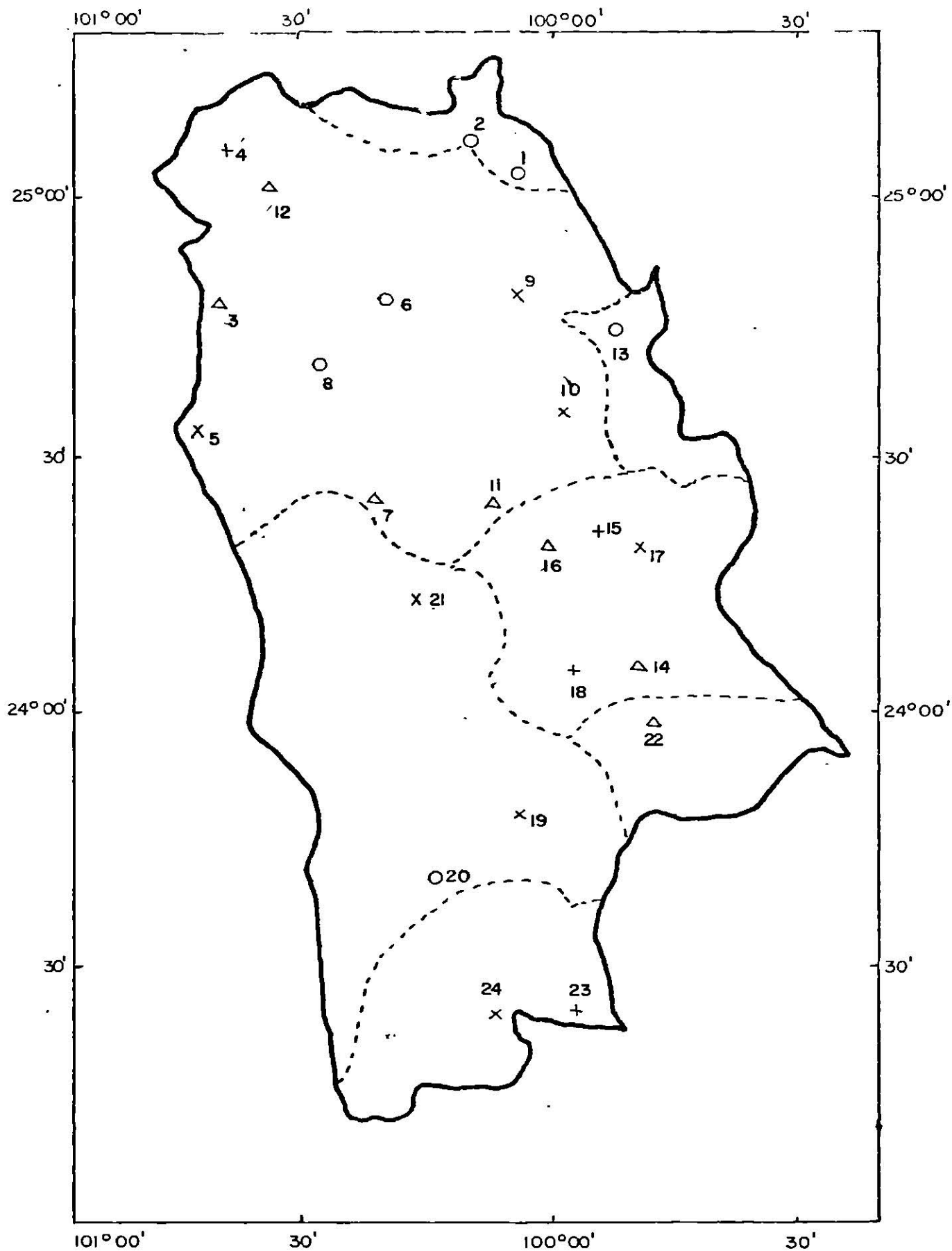


FIGURA 6. Ubicación de las Estaciones Termopluviométricas.

### 3.4. Factores Agroclimáticos

#### 3.4.1. Unidades Calor

Como antes ya mencionamos, todos los organismos vegetales necesitan de ciertos estímulos térmicos que promueven los cambios fisiológicos para su desarrollo. Cuando hablamos de la temperatura mínima para el inicio y/o desarrollo de un cultivo, nos referimos a su temperatura base; y al hablar de la cantidad de Unidades Calor necesarias para que complete su ciclo vegetal, nos referimos a la cantidad de calor necesario para alcanzar a completar todas y cada una de sus fases de desarrollo.

A las unidades calor se les conoce también como "Grados Calor" y son el producto de la sumatoria de los grados centígrados que sobrepasan a una determinada temperatura base. Para los cultivos de climas fríos (o de invierno), la temperatura base será de 5°C; para los cultivos de clima templado o semicálido como el maíz, 10°C; y para cultivos de climas cálidos o tropicales como el sorgo, 15°C. La manera de obtener las Unidades Calor en este trabajo será bajo el método de Índice Remanente, cuya fórmula es la siguiente:

$$U C = \frac{\text{Temp. Máx.} + \text{Temp. Mín.}}{2} - \text{Temp. Base}$$

de donde:

- U.C. = Unidades calor
- Temp. Máx. = Temperatura máxima
- Temp. Mín. = Temperatura mínima

NOTA: La temperatura base puede ser de 5, 10 ó 15°C, según sea el tipo de cultivo que se trate.

### 3.4.2. Oscilación Térmica

Los cultivos así como el resto de los seres vivientes, presentan un rango de tolerancia en cuanto a la temperatura se refiere, la importancia de este rango son sus extremos y la capacidad homeostática del organismo a las fluctuaciones dentro del mismo rango. La Oscilación Térmica nos muestra el rango ambiental existente, y dentro del cual podremos encuadrar a las especies de nuestro interés. Este rango ambiental es la fluctuación existente entre la temperatura máximas y la mínima, puede ser diaria o mensual, nosotros la manejaremos de la última manera considerando las lecturas extremas ya que esto sirve como un buen indicador del grado de tolerancia necesario. La Oscilación Térmica se obtiene de la siguiente manera:

$$\text{Oscilación Térmica} = \text{Temp. Máx.} - \text{Temp. Mín.}$$

de donde:

Temp. Máx. = Temperatura Máxima

Temp. Mín. = Temperatura Mínima

### 3.4.3. Ciclo de Crecimiento Teórico

De una manera teórica y apoyándose en la información promedio de las condiciones ambientales a través del año, es posible determinar el intervalo de tiempo en el cual es viable el establecimiento de un cultivo agrícola, y es a esto a lo que denominamos Ciclo de Crecimiento Teórico.

Puede ser obtenido de dos maneras: La primera consiste en determinar el período libre de heladas (temperaturas superiores a los 0°C) por medio del promedio de ocurrencia de éstas. El segundo método consiste en el establecimiento de la relación P:ETP (Precipitación:Evapotranspiración Potencial)

que nos dice que cuando  $P$  es mayor o igual a  $0.5 EP$  se inicia el ciclo de crecimiento, y que éste termina cuando  $P$  es igual o menor que el  $0.5 ETP$ . La Evapotranspiración Potencial es la cantidad de agua que teóricamente pierde un cultivo debido al proceso respiratorio, este parámetro es posible calcularlo estimativamente, multiplicando por  $0.8$  los datos obtenidos de la evaporación en tanques tipo "A" que utiliza la SARH en sus Estaciones Termoplúviométricas (Villalpando, 1984).



#### IV. RESULTADOS Y DISCUSION

Por lo voluminoso de la información de los datos de cada uno de los años de las diferentes Estaciones Termopluviométricas dentro del área de estudio se consideraron dichos datos, obteniéndose un promedio mensual a través de los años de iniciada la estación, los cuales pueden ser apreciados en la Tabla 1 del Apéndice. En dicha tabla se presentan la temperatura máxima, media y mínima, la oscilación térmica y la precipitación pluvial.

Con estos datos diarios, se calculó el Ciclo de Crecimiento Teórico por los dos métodos mencionados en la página del capítulo Materiales y Métodos, los resultados obtenidos se presentan en la Tabla 2 del Apéndice. Para los fines de nuestro estudio, solo se utilizó la información de Ciclo de Crecimiento Teórico obtenida por el método del período libre de heladas, ya que todas las estaciones cuentan con datos de temperatura mínima extrema y solo 21 estaciones cuentan con los datos de evaporación necesarios para el cálculo de la evapotranspiración potencial. Por otra parte, de las 21 estaciones que los tienen, solo 10 muestran un período de precipitación mayor o igual al 0.5 del ETP superior a tres meses que lo puedan hacer viable para el establecimiento de algún cultivo agrícola con temporal. Sin embargo, cabe aclarar que existe un potencial para todos los lugares utilizando cultivos que presenten mecanismos adaptativos de xerofitismo y/o bajo condiciones de agricultura de irrigación.

Con las temperaturas medias mensuales se calcularon las U.C. para cada una de las Estaciones Termopluviométricas de manera mensual a través de su Ciclo de Crecimiento Teórico y a tres diferentes temperaturas base como podemos observarlo en la Tabla 3, esto último en respuesta a que el presente estudio es solo la primera fase de uno mayor que no solo cubre a las plan-

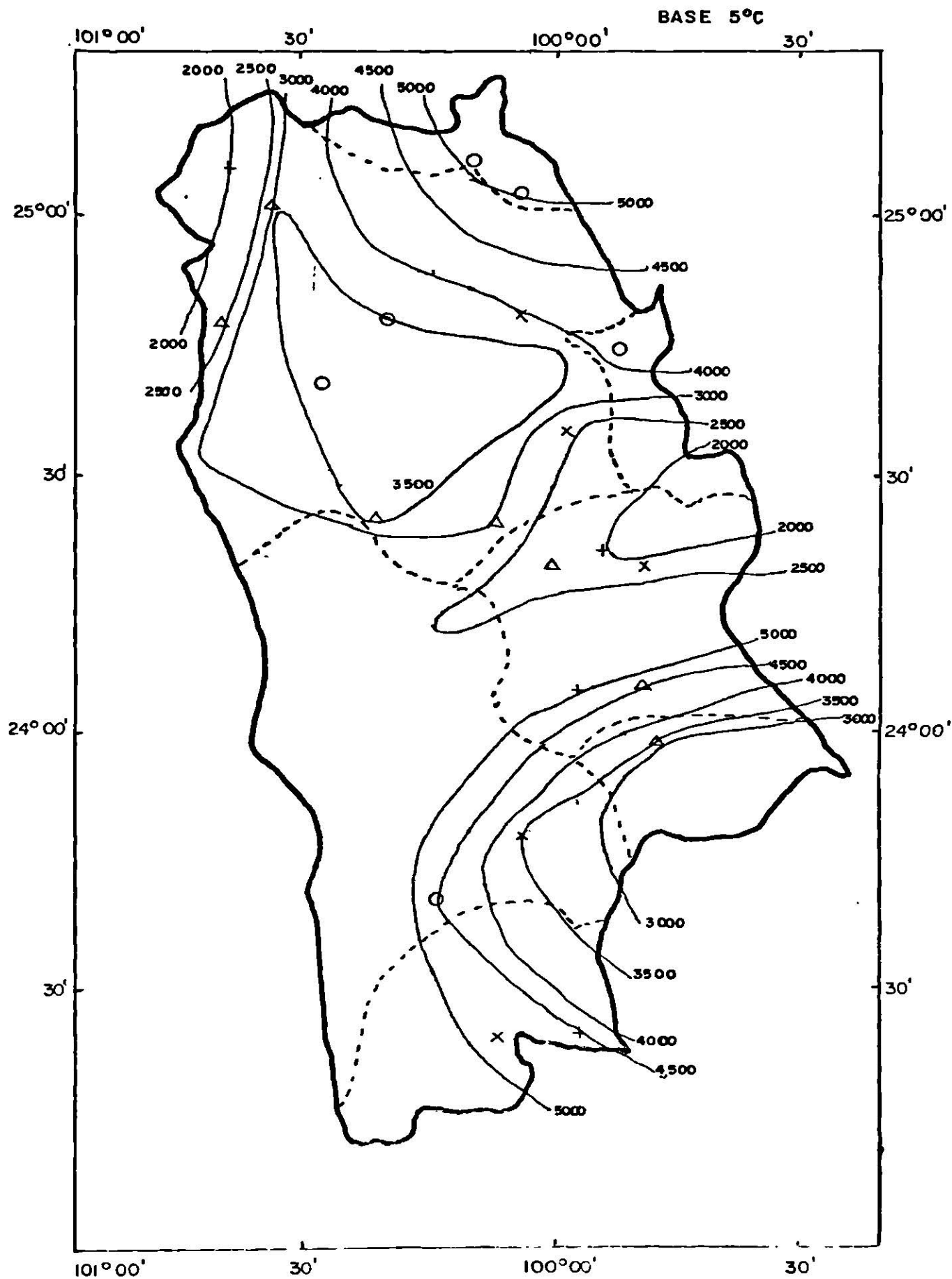


FIGURA 7. Mapa de Unidades Calor Base 5°C.

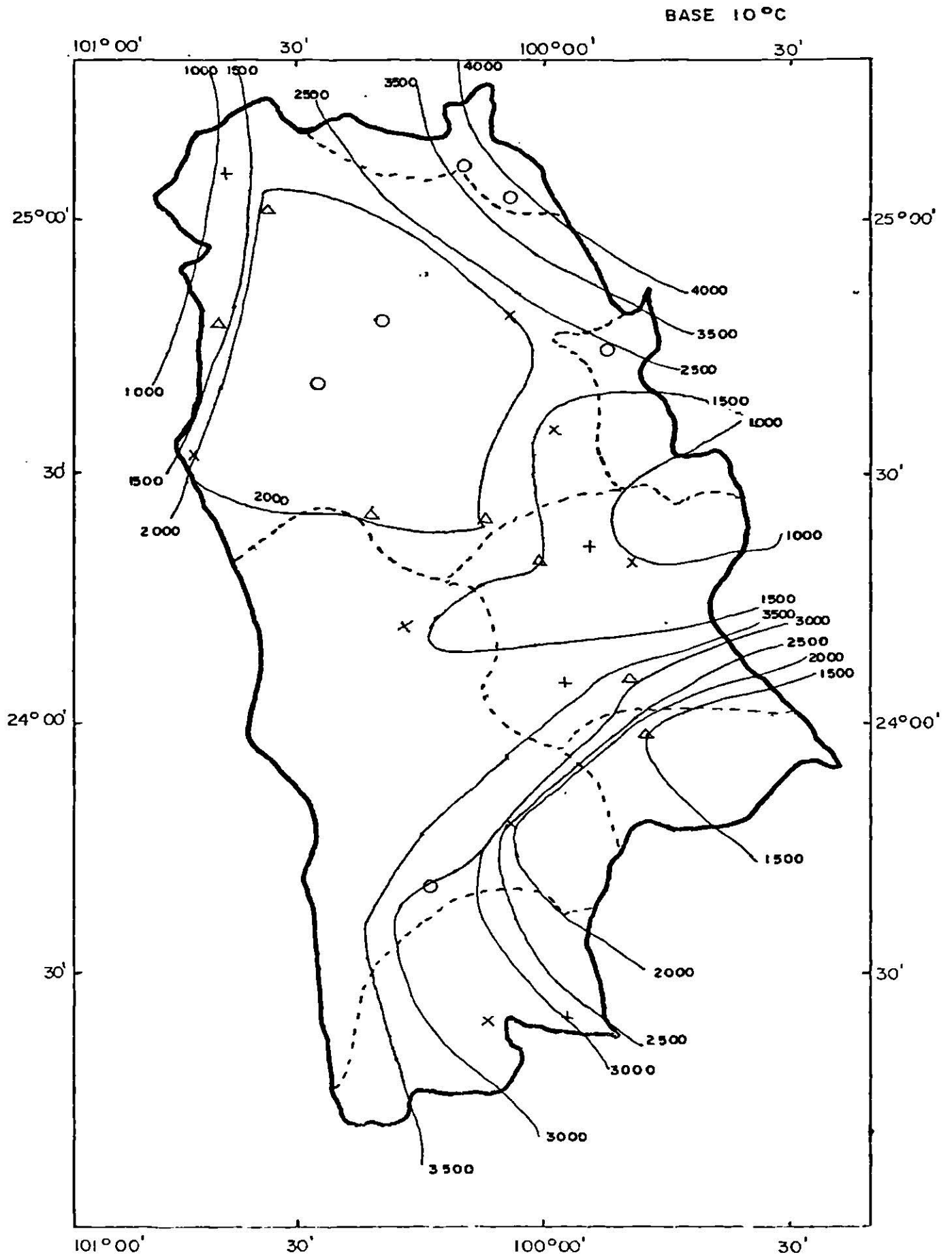


FIGURA 8. Mapa de Unidades Calor Base 10°C

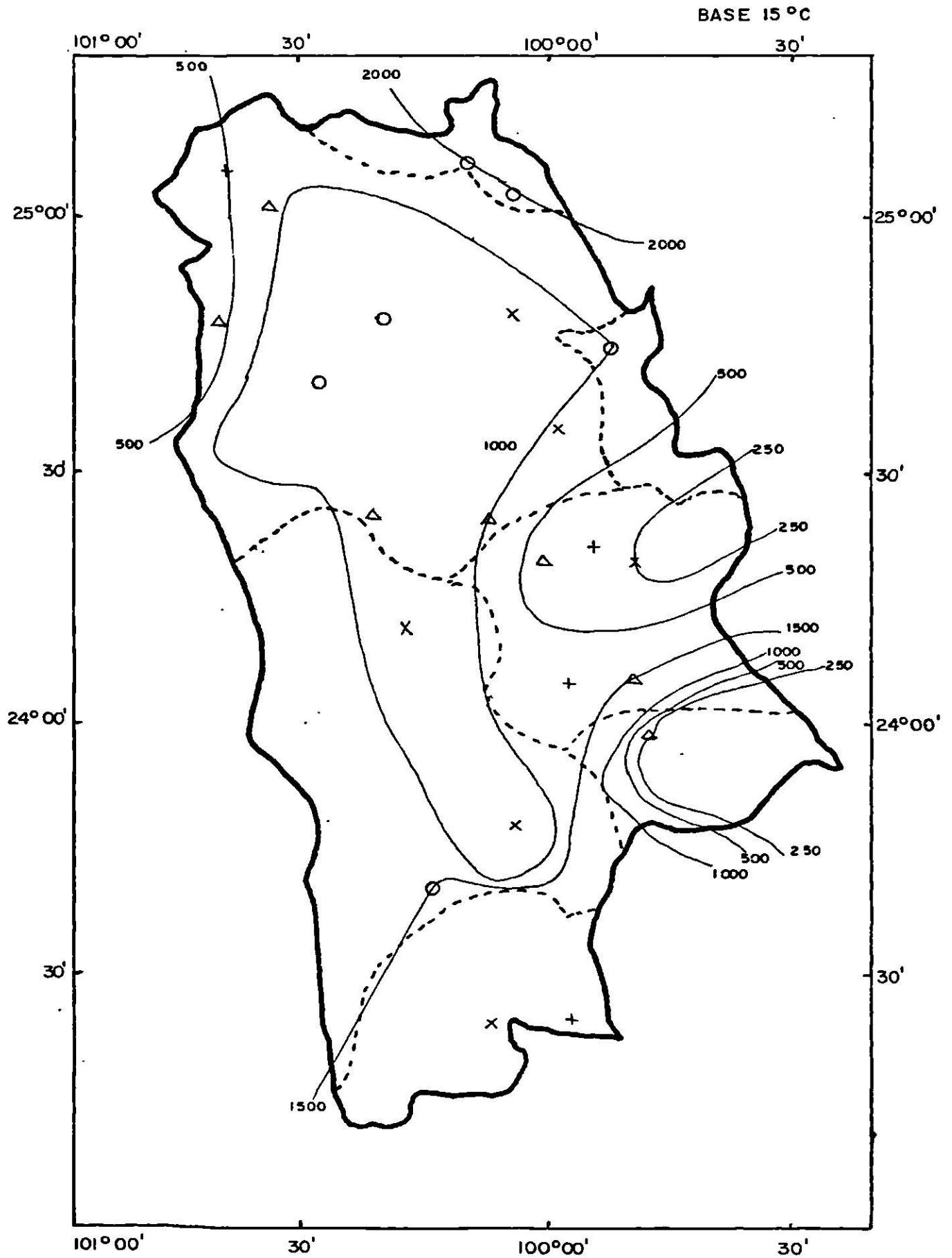


FIGURA 9. Mapa de Unidades Calor Base 15°C

tas agrícolas, sino además silvestres arvences que pueden servir como indicadores de las condiciones promedio de un lugar. En las Figuras 7, 8 y 9 se muestran las U.C. acumuladas totales con temperaturas base de 5, 10 y 15°C respectivamente, en donde podemos observar la formación de "Pisos Térmicos", los cuales fluctúan en su cobertura según sea la temperatura base. A continuación analizaremos brevemente la formación de estos "Pisos Térmicos" para cada municipio por separado.

#### 4.1. Pisos Térmicos por Municipio

##### 4.1.1. Galeana

Como sabemos, es el municipio de mayor dimensión en nuestra zona bajo estudio, presenta un Ciclo de Crecimiento Teórico de 7.7 meses dentro del cual se forman pisos térmicos bien definidos en las tres temperaturas base. En las Figuras 7, 8 y 9 observamos una marcada tendencia a la delineación de un valle de relativa homogeneidad en la parte centro y centro-sur del municipio, el cual aumenta su cobertura a medida que se ve incrementada la temperatura base con una acumulación media de U.C. con respecto al resto de los pisos térmicos del mismo. Las menores acumulaciones de U.C. las observamos a lo largo de la parte este del municipio y el piso de mayor acumulación en la parteNW que corre casi paralelo a los formados en el municipio de Rayones.

##### 4.1.2. Dr. Arroyo

Presenta un Ciclo de Crecimiento Teórico de ocho meses en promedio, este municipio se ve fuertemente invadido por diferentes pisos térmicos en dos zonas principalmente; en su parte sur, los pisos térmicos van incrementando su acumulación de U.C. a medida que se orientan hacia el oeste, es de

67

cir, como se aproximan a la Sierra Madre Oriental y en la parte norte es invadida por pisos térmicos que son continuaciones o variantes provenientes de los municipios de Galeana y Aramberri.

#### 4.1.3. Aramberri

Al parecer este municipio es influenciado por dos diferentes fuentes de calor como podemos observarlo en las tres gráficas de acumulación de U.C., la primera se ubica en la porción norte y noroeste que puede ser debida a las corrientes cálidas del Golfo de México, y la segunda en la porción sur y sureste al efecto de la Huasteca Potosina. Su Ciclo de Crecimiento Teórico es de 7.5 meses en promedio.

#### 4.1.4. Mier y Noriega

Este municipio podemos considerarlo con un Ciclo de Crecimiento Teórico casi permanente, ya que en promedio es de 11 meses y si observamos su información de temperaturas, encontraremos que en la zona de estudio es el que presenta una temperatura media mayor a los demás después del municipio de Rayones. Como consecuencia lógica de lo anterior, la acumulación de U.C. es también elevada en las tres temperaturas base, pudiéndose observar como los pisos térmicos que se forman incrementan su valor en dirección este a oeste siguiendo el contorno de la Altiplanicie Mexicana.

#### 4.1.5. Gral. Zaragoza

A este municipio en particular, lo podemos considerar como una entidad por demás diferente al resto de la zona bajo estudio, ya que tanto por sus condiciones de humedad como de temperatura, contrasta con el resto de los municipios, no presentando un período significativo de heladas, es decir,

su Ciclo de Crecimiento Teórico es permanente. Su acumulación de U.C. en las tres temperaturas base es baja y se presenta estratificada dentro del municipio disminuyendo progresivamente hacia el este al ir sobreponiéndose a la Sierra Madre Oriental.

#### 4.1.6. Rayones

Este municipio es atravesado por dos pisos térmicos definidos marcadamente con una elevada acumulación de U.C., los cuales se desplazan longitudinalmente en el municipio, además cabe mencionar que cuenta con el Ciclo de Crecimiento Teórico de 10.5 meses que es lo bastante amplio para el desarrollo de actividades agrícolas.

#### 4.1.7. Iturbide

Su Ciclo de Crecimiento Teórico es de 10 meses, es atravesado perpendicularmente en las tres temperaturas base por tres o cuatro pisos térmicos que son continuaciones de los formados principalmente en el municipio de Galeana y Aramberri, teniendo la peculiaridad que la acumulación de U.C. en estos pisos decrece progresivamente en dirección norte a sur.

### 4.2. Pisos Térmicos de la Zona bajo Estudio en General

Hasta ahora hemos visto como los pisos térmicos se comportan en forma particular para cada municipio, analizemos entonces el comportamiento de los pisos térmicos en general para la zona bajo estudio.

Observando las tres figuras de acumulación de U.C., podemos identificar en una sobreposición de estas cinco subzonas con pisos térmicos relativamente constantes. Estas subzonas a continuación se mencionan en orden decreciente a la superficie que ocupan:

- 1). Subzona Valle de Galeana o Centro
- 2). Subzona Sureste
- 3). Subzona Este
- 4). Subzona Noreste o Rayones
- 5). Subzona Noroeste

#### 4.2.1. Subzona Valle de Galeana o Centro

Esta subzona es la mayor cobertura y probablemente sea la de mayor importancia agrícola y ganadera, ya que cuenta con una acumulación de U.C. consistente y adecuada para las actividades agropecuarias. Esta subzona como su nombre lo indica, abarca casi todo el municipio de Galeana y a medida que se incrementa el valor de la temperatura base se va internando al municipio de Dr. Arroyo hasta cubrir una parte importante de éste. Como característica adicional podemos decir que cuenta con una orografía que va de semiplana a plana y que en ella se concentran los principales centros de producción de estos dos municipios.

#### 4.2.2. Subzona Sureste

Esta subzona abarca los municipios de Mier y Noriega, parte de Dr. Arroyo y Aramberri; asimismo, como la totalidad del municipio de Gral. Zaragoza aunque éste último podríamos considerarle debido a sus condiciones particulares de precipitación por separado de esta subzona.

La subzona Sureste se caracteriza por ir incrementando su acumulación de U.C. a medida que se dirige en dirección este a oeste debido tal vez a la influencia de la Altiplanicie Mexicana típica por sus condiciones de altas temperaturas y baja precipitación; las condiciones orográficas de esta subzona son muy variables, ya que parte se localiza sobre la Sierra Madre



Oriental y parte sobre la Altiplanicie Mexicana, lo cual dá lugar a porciones planas, semiplanas y accidentadas. Su oscilación térmica es bastante fuerte, aunque su Ciclo de Crecimiento Térmico es bastante amplio.

#### 4.2.3. Subzona Este

A esta subzona corresponden casi todo el municipio de Iturbide y la mitad norte de Aramberri. Muestra una menor acumulación de U.C. que las dos anteriores a pesar de encontrarse prácticamente entre ambas, esto es debido muy probablemente a que se localiza básicamente sobre la Sierra Madre Oriental, situación que lo coloca con una alta elevación sobre el nivel del mar y una consiguiente más baja temperatura además de estar a merced de las corrientes húmedas del Golfo de México; como consecuencia de lo anterior, su extensión se va reduciendo a medida que es aumentada la temperatura base para la determinación de acumulación de U.C.

#### 4.2.4. Subzona Norte o Rayones

Cubre la totalidad del municipio de Rayones y una pequeña porción de la parte Noreste de Galeana. Es de las subzonas con pisos térmicos más elevados en acumulación de U.C. aunque sigue el patrón de ir disminuyendo en dirección noreste a suroeste. Esta subzona al igual que la anterior, disminuye su cobertura a medida que es incrementada la temperatura base.

#### 4.2.5. Subzona Noroeste

Esta es la de menor superficie en la zona bajo estudio, ya que solo cubre una delgada tira al oeste del municipio de Galeana. Su acumulación de U.A. es más baja con respecto a la subzona Valle de Galeana e incrementa su acumulación a medida que se aproxima a ésta. Su cobertura se disminuye a medida que la temperatura base es incrementada.

## V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

1. La metodología de Unidades Calor resulta ser a todas luces más eficiente respecto a los Sistemas de Clasificación Climática Tradicionalistas bajo la óptica de su aplicación directa a resultados de campo y su más fácil interpretación por personal no especializado.
2. Los resultados del estudio arrojaron una alta relación entre las zonas con mayor acumulación de Unidades Calor y las de mayor productividad de toda la zona bajo estudio siendo especialmente significativas para el municipio de Galeana.
3. Esta mayor productividad del municipio de Galeana es producto además del elevado número de Unidades Calor, a la disponibilidad de agua producto ésta de los deshielos de las zonas montañosas que lo comprenden y la formación de cuencas dentro del mismo.
4. El efecto de Sombra Orográfica resulta ser evidente al observar la escasa precipitación al oeste de la Sierra Madre Oriental, dando lugar a un proceso de semi-desertificación el cual variará en magnitud según sean las condiciones orográficas.
5. El municipio de Gral. Zaragoza rompe el esquema general de toda la zona bajo estudio, esto es debido al efecto del clima marítimo del Golfo que da lugar a una abundante precipitación.
6. Se recomienda la continuación del presente trabajo, ahora enfocado a la asociación entre plantas silvestres nativas y las condiciones climáticas prevalentes, a fin de que éstas sirvan como indicadores ambientales.

CRITERIOS UTILIZADOS PARA LA REALIZACION DEL TRAZO DE CURVAS  
DE UNIDADES DE CALOR EN EL CICLO DE CRECIMIENTO TERMICO

Debido a lo reducido de estaciones de apoyo en la zona bajo estudio, utilizamos el razonamiento de establecer las curvas de Unidades Calor a intervalos de 500 unidades en las tres diferentes temperaturas base (5, 10 y 15°C) a excepción de una de las curvas en la temperatura base de 15°C, en donde se utiliza 250 unidades de intervalo.

A continuación enunciaremos para cada temperatura base las curvas utilizadas y sus rangos de cobertura.

Unidades Calor con base 5°C

Curva	Rango
1,500	1,250 -- 1,750
2,000	1,751 - 2,250
2,500	2,251 - 2,750
3,000	2,751 - 3,250
3,500	3,251 - 3,750
4,000	3,751 - 4,250
4,500	4,251 - 4,750
5,000	4,751 - 5,400

Unidades Calor con base 10°C

Curva	Rango
1,000	750 - 1,250
1,500	1,251 - 1,750
2,000	1,751 - 2,250
2,500	2,251 - 2,750
3,000	2,751 - 3,250
3,500	3,251 - 3,750
4,000	3,751 - 4,250

## Unidades Calor con base 15°C

Curva	Rango
250	0 - 250
500	251 - 750
1,000	751 - 1,250
1,500	1,251 - 1,750
2,000	1,751 - 2,280

Para el trazo de las curvas de Unidades Calor mensuales a las temperaturas base establecidas se definieron 14 curvas con intervalos de 50 unidades calor entre cada una de ellas y son las siguientes:

Curva	Rango
0	0 - 25
50	26 - 75
100	76 - 125
150	126 - 175
200	176 - 225
250	226 - 275
300	276 - 325
350	326 - 375
400	376 - 425
450	426 - 475
500	476 - 525
550	526 - 575
600	576 - 625
650	626 - 675

## VI. BIBLIOGRAFIA

1. ALLAMONG, B.D. y MERTENS, T.R. 1979. Energía de los Procesos Biológicos (Fotosíntesis y Respiración). 1a. Ed. LIMUSA. México, 236 p.
2. CONTRERAS, A.A. 1942. Mapa de las Provincias Climatológicas de la República Mexicana Secretaría de Agricultura y Fomento, Instituto Geográfico, México, 29 p.
3. FACULTAD DE AGRONOMIA, UANL. 1979. Apuntes de Meteorología y Climatología Marín, Nuevo León México. 95 p.
4. GARCIA, E. 1973. Módificaciones al Sistema de Clasificación Climática de Köppen (para adaptarlo a las condiciones de la República Mexicana). 2a. ed. U.N.A.M., México; 246 p.
5. GRIME, J.P. 1982. Estrategias de Adaptación de las Plantas (y procesos que controlan la vegetación). 1a. ed. LIMUSA, México; 291 p.
6. METCALF, C.L. y FLINT, W.P. 1984. Insectos Destructivos e Insectos Útiles. Sus Costumbres y su Control. Trad. de la 4a. ed. en Inglés 16a. Impresión C.E.C.S.A., México; 1,208 p.
7. NATIONAL ACADEMY OF SCIENCES. 1980. Plantas Nocivas y cómo Combatirlas (Control de Plagas de Plantas y Animales). Volumen II, Trad. de la ed. 1a. reimpresión. LIMUSA, México, 574 p.
8. NIELD, R.E. y ACEVES, L.A. 1984. Procedimiento Agroclimático para determinar y Evaluar el Período de Crecimiento de Sorgo para Grano y su Aplicación a Diferentes Regiones de México. Ponencia en el 1er. Congreso Nacional de Sorgo. Facultad de Agronomía, UANL. Marín, N.L. México.
9. ROBLES, S.R. 1981. Producción de Granos y Forrajes. 2a. ed. LIMUSA, México; 588 p.
10. \_\_\_\_\_. 1982. Producción de Oleaginosas y Textiles. 1a. ed. 1a. reimpresión. LIMUSA, México; 672 p.

11. ROJAS, G.M. 1979. Fisiología Vegetal Aplicada. 2a. ed. MC Graw Hill, México; 262 p.
12. RZEDOWSKI, J. 1978. La Vegetación de México. 1a. ed. LIMUSA, México. 431 p.
13. SECRETARIA DE AGRICULTURA Y RECURSOS HIDRAULICOS. 1982. Cuaderno de Datos Generales del Estado de Nuevo León, SARH. México. 175 p.
14. \_\_\_\_\_. 1983. Manual de Recomendaciones Técnicas de Cultivos Anuales y Perennes para el Estado de Nuevo León, SARH. México, 271 p.
15. SECRETARIA DE ASENTAMIENTOS HUMANOS Y OBRAS PUBLICAS. 1982. Ecoplan del Estado de Nuevo León. SAHOP, México. 230 p.
16. \_\_\_\_\_ y GOBIERNO DEL ESTADO DE NUEVO LEON. 1980. Colección: Plan Municipal de Desarrollo Urbano. SAHOP. México, 50 volúmenes.
17. SECRETARIA DE PROGRAMACION Y PRESUPUESTO. 1982. Síntesis Geográfica de Nuevo León. SPP. México, 170 p.
18. VILLARREAL, G.J. 1977. Estudio de los Suelos y Generalidades del Aprovechamiento Agropecuario de la Zona Sur del Estado de Nuevo León. SARH. México, 154 p.
19. VILLALPANDO, H.F. 1984. Regiones Climáticas Potenciales para el Cultivo del Sorgo en México.
20. VIZCAYA, C.L. 1953. Agricultura en Nuevo León. Instituto de Estudios Sociales de Monterrey, A.C. Monterrey, México, 43 p.

APENDICE

TABLA 1. Promedios de Temperatura

ESTACION:	CASILLAS					RAYONES					CARBONERA					EL CUIJE				
	Temperatura			O. T.	P. P.	Temperatura			O. T.	P. P.	Temperatura			O. T.	P. P.	Temperatura			O. T.	P. P.
	Medio	Max.	Min.			Medio	Max.	Min.			Medio	Max.	Min.			Medio	Max.	Min.		
Enero	14	27	2	25	15.5	1	29	1	28	8.8	8	18	-1	20	29.2	8	24	-9	20	29.2
Febrero	16	30	4	23	14.0	3	31	3	28	9.4	9	19	-1	20	16.0	9	25	-7	32	18.8
Marzo	19	32	7	26	11.1	8	33	8	26	12.7	11	25	-1	24	12.7	12	28	-6	34	15.0
Abril	23	35	11	24	26.5	12	35	12	23	30.6	14	29	4	25	25.0	14	32	-9	40	7.5
Mayo	26	37	14	23	59.9	14	34	14	20	46.2	18	30	7	23	54.0	18	34	2	31	68.2
Junio	27	38	16	22	78.5	16	34	16	18	50.5	18	29	10	18	52.9	19	32	5	27	35.5
Julio	27	38	16	22	58.6	17	33	17	17	26.9	16	24	11	13	66.3	18	32	5	27	40.2
Agosto	27	38	16	22	77.1	17	33	17	16	69.1	16	25	10	15	72.4	18	32	4	27	48.0
Septiembre	23	36	13	23	142.6	15	32	15	17	87.9	15	24	9	15	66.5	17	31	1	30	51.0
Octubre	21	33	10	22	55.8	11	31	11	20	37.4	14	26	5	21	46.1	15	30	-0.	31	89.2
Noviembre	17	30	7	23	18.8	7	31	7	24	10.5	10	23	1	22	22.1	11	27	-1	34	14.4
Diciembre	15	28	2	26	12.9	2	30	2	28	9.1	8	19	-1	20	21.3	9	23	-7	30	9.5
MEDIA	21	33	10	23	571.3	10	32	10	22	399.1	13	24	5	20	484.5	14	29	-2	31	448.9



Continúa Tabla 1.

ESTACION:	EL PENUELO						EL POTOSI						EL REFUGIO DE LOSIBARRA						EL RUCIO					
	Temperatura			O. T.	P. P.		Temperatura			O. T.	P. P.		Temperatura			O. T.	P. P.		Temperatura			O. T.	P. P.	
	Media	Max.	Min.				Media	Max.	Min.				Media	Max.	Min.				Media	Max.	Min.			
Enero	9	27	-5	31	49.5		10	25	-2	28	27.2		12	26	-4	30	11.7		13	28	-2	30	23.3	
Febrero	11	27	-3	30	10.7		12	26	-1	27	19.5		12	29	-2	31	5.0		14	28	-1	30	14.4	
Marzo	14	29	-1	30	4.1		15	30	1	29	9.6		15	31	-0	32	19.3		16	31	1	29	15.6	
Abril	18	32	2	30	30.0		17	32	3	29	37.8		18	32	3	30	32.2		18	31	4	28	29.4	
Mayo	18	33	6	27	72.4		19	33	5	28	40.8		20	34	5	30	28.7		19	33	5	28	48.6	
Junio	21	36	9	27	17.1		20	34	6	27	38.7		20	34	6	28	53.2		20	33	7	26	45.4	
Julio	20	32	5	27	33		20	33	7	26	43.5		20	34	9	27	37.6		19	31	7	23	30.0	
Agosto	20	32	9	24	70.3		19	32	7	25	45.8		20	34	6	28	32.0		19	31	7	24	36.1	
Septiembre	19	30	6	25	50.4		19	31	6	25	45.3		18	33	5	27	38.9		19	32	6	24	42.5	
Octubre	17	30	4	26	54.8		17	30	2	28	41.7		17	31	2	29	11.2		18	31	4	27	30.8	
Noviembre	13	27	-3	30	15.0		13	28	1	27	32.6		14	29	-1	29	4.0		15	30	-1	31	20.6	
Diciembre	11	28	-3	31	8.3		12	26	-1	27	40.3		11	27	-3	29	15.8		14	28	-2	30	22.7	
MEDIA	16	30	2	28	415.8		16	30	3	27	422.8		16	31	2	29	289.6		17	31	3	27	359.4	



Continúa Tabla 1.

ESTACION:	ITURBIDE						ÁRAMBERRI						LA ASENCION						LAS PRESAS					
	Temperatura			O.T.	P.P.	Temperatura			O.T.	P.P.	Temperatura			O.T.	P.P.	Temperatura			O.T.	P.P.				
	Media	Max.	Min.			Media	Max.	Min.			Media	Max.	Min.			Media	Max.	Min.						
Enero	13	29	-2	31	14.3	16	31	-0	31	11.9	10	25	-2	26	23.2	11	26	-3	29	8.4				
Febrero	14	30	-1	31	15.8	16	53	0	33	11.5	12	26	-2	28	15.4	12	27	-2	28	9.5				
Marzo	17	33	1	32	15.0	20	35	4	31	12.4	14	30	0	30	22.2	14	28	-0	28	12.9				
Abril	19	35	4	32	33.4	21	36	7	29	37.3	17	33	1	32	42.6	16	32	1	30	30.0				
Mayo	20	36	6	29	52.0	23	36	12	24	60.5	12	24	3	21	80.3	17	31	4	28	35.9				
Junio	21	34	8	26	87.4	23	34	13	21	56.1	17	35	4	31	20.3	18	31	4	26	24.9				
Julio	21	33	10	22	67.1	27	32	14	18	62.8	19	22	7	25	28.2	19	30	6	24	39.5				
Agosto	21	33	9	23	107.6	23	32	13	18	64.7	19	32	8	24	34.8	17	29	5	24	32.7				
Septiembre	19	32	7	24	149.1	22	32	12	20	135.3	16	29	3	26	83.0	17	28	5	23	41.1				
Octubre	17	31	3	28	63.1	19	31	8	24	38.7	15	29	0	29	53.0	15	28	1	27	21.8				
Noviembre	15	30	0	30	13.5	17	31	2	29	8.6	12	26	0	26	16.5	13	27	-0	27	10.5				
Diciembre	13	29	-1	30	176.	16	30	1	29	13.9	11	25	-2	26	16.7	12	25	-2	26	17.8				
MEDIA	17	32	4	28	535.9	20	34	7	26	591.1	15	28	2	27	436.2	15	28	2	27	285.0				

Continúa Tabla 1.

ESTACION:	SAN JUANITO RESENDIZ						LA ESCONDIDA						EJIDO ACUÑA						DR. ARROYO					
	Temperatura			O. T.	P. P.	O. T.	Temperatura			O. T.	P. P.	O. T.	Temperatura			O. T.	P. P.	O. T.	Temperatura			O. T.	P. P.	
	Medio	Max.	Min.				Medio	Max.	Min.				Medio	Max.	Min.				Medio	Max.	Min.			
Enero	9	23	-4	27	21.0	33	20.6	12	31	-2	33	20.6	12	27	-4	31	6.6	15	28	2	26	13.5		
Febrero	11	27	-4	31	11.6	31	26.2	13	31	-0	31	26.2	13	28	-4	33	5.4	17	30	2	28	13.4		
Marzo	13	29	-1	30	13.3	30	24.3	18	34	3	30	24.3	17	32	0	32	5.2	20	33	3	30	14.4		
Abril	15	31	0	30	37.4	31	13.8	21	37	5	31	13.8	19	33	3	30	40.6	22	33	7	26	52.4		
Mayo	17	30	3	26	98.0	30	70.7	23	37	7	30	70.7	19	32	5	36	149.6	22	34	10	24	69.0		
Junio	17	28	5	24	82.3	22	72.2	28	38	16	22	72.2	20	33	7	33	61.7	22	34	11	23	86.9		
Julio	16	26	6	20	118.2	20	21.5	29	39	19	20	21.5	20	30	9	21	89.9	22	33	12	22	85.3		
Agosto	16	27	6	21	80.4	21	123.9	28	39	18	21	123.9	19	30	7	24	51.9	22	33	11	22	87.8		
Septiembre	15	25	2	23	137.3	23	56.5	25	36	13	23	56.5	19	31	5	26	70.0	21	33	10	23	67.5		
Octubre	14	28	3	25	40.0	29	29.4	21	35	7	29	29.4	17	31	2	30	27.0	20	32	7	25	26.1		
Noviembre	12	26	-2	27	22.0	31	10.3	16	32	1	31	10.3	13	28	-2	29	10.8	18	30	5	25	11.9		
Diciembre	10	23	-2	25	32.0	31	38.7	13	30	-1	31	38.7	12	26	-4	28	24.8	15	28	3	26	26.2		
MEDIA	14	27	1	26	693.5	28	508.1	21	35	7	28	508.1	17	30	2	29	543.5	20	32	7	25	554.4		

Continúa Tabla 1.

ESTACION;	SANTA ROSA				GRAL. ZARAGOZA				LA CARDONA				MIER Y NORIEGA							
	Temperatura		O. T.	P. P.	Temperatura		O. T.	P. P.	Temperatura		O. T.	P. P.	Temperatura		O. T.	P. P.				
	Max.	Min.			Medio	Max.			Min.	Medio			Max.	Min.						
Enero	12	29	-3	31	18.5	11	20	4	16	31.3	17	30	7	23	19.3	14	26	0	26	24.0
Febrero	13	29	-2	32	10.4	12	20	5	15	27.7	17	31	3	28	14.0	15	29	1	28	10.8
Marzo	16	33	0	32	12.1	13	22	5	17	32.9	20	33	6	27	19.1	18	32	3	29	9.1
Abril	18	35	2	34	23.4	13	23	6	17	50.6	18	33	7	26	82.3	21	34	8	26	44.2
Mayo	19	36	4	33	58.0	14	24	6	18	91.6	17	31	7	30	42.0	22	34	11	23	61.2
Junio	20	36	5	31	32.4	14	24	7	17	118.0	20	34	8	27	39.5	22	33	11	22	61.3
Julio	20	35	5	29	38.7	16	27	6	21	125.7	23	32	10	22	98.3	21	32	11	21	83.1
Agosto	19	34	5	30	48.2	16	28	7	21	147.1	24	35	15	20	57.2	21	31	12	19	88.0
Septiembre	19	34	3	31	53.9	16	26	6	20	154.7	19	29	12	17	37.3	21	31	10	21	95.8
Octubre	17	32	3	32	22.4	15	26	6	21	71.1	18	32	10	22	106.0	19	31	7	24	35.1
Noviembre	15	32	-2	33	11.5	13	23	5	19	27.0	18	28	10	19	16.2	16	28	4	26	12.4
Diciembre	13	29	-2	32	19.0	12	20	4	16	28.4	16	26	8	18	21.2	15	26	3	23	37.6
MEDIA	17	33	1	32	348.5	14	24	6	18	206.1	19	29	7	23	552.9	19	31	7	24	559.6

TABLA 2.- DETERMINACION DEL CICLO DE CRECIMIENTO TEORICO

ESTACION (MUNICIPIO)	PERIODO LIBRE DE HELADAS			POR RELACION P:0.5 ETP		
	INICIO	FINAL	MESES	INICIO	FINAL	MESES
1. Rayones	21 Enero	24 Noviembre	10	1 Septiembre	1 Octubre	1
2. Casillas	28 Enero	16 Diciembre	11	15 Junio	15 Octubre	4
3. Carbonera	24 Marzo	12 Noviembre	7	15 Julio	15 Octubre	4
4. El Cuije	12 Abril	15 Octubre	6	1 Enero	1 Febrero	1
5. El Peñuelo	10 Abril	10 Noviembre	7	1 Mayo	1 Junio	*1
6. El Potosí	10 Marzo	16 Noviembre	9	( En ningún mes )		
7. El Refugio de los Ibarra	15 Marzo	20 Noviembre	9	( En ningún mes )		
8. El Rucio	15 Marzo	15 Noviembre	8	( No hay datos )		
9. Galeana	20 Marzo	25 Noviembre	8	1 Agosto	1 Octubre	2
10. Pablillo	10 Marzo	20 Noviembre	8	1 Mayo	1 Octubre	5
11. San Francisco Berlanga	15 Marzo	15 Noviembre	7	10 Octubre	1 Noviembre	*2
12. San Rafael	10 Marzo	18 Noviembre	8	1 Agosto	1 Octubre	2
13. Iturbide	25 Febrero	20 Noviembre	10	1 Junio	1 Noviembre	5
14. Aramberri	20 Febrero	1 Diciembre	9	1 Julio	1 Octubre	3
15. La Asención	15 Marzo	15 Octubre	6	1 Septiembre	31 Octubre	*2
16. Las Presas	28 Marzo	20 Octubre	7	( En ningún mes )		
17. San Juanito Reséndiz	7 Marzo	15 Noviembre	8	1 Mayo	1 Octubre	5
18. La Escondida	15 Febrero	25 Noviembre	9	1 Agosto	1 Septiembre	*1
19. Ejido Acuña	15 Marzo	15 Noviembre	8	1 Mayo	10 Octubre	5
20. Dr. Arroyo	18 Febrero	1 Diciembre	9	1 Julio	1 Octubre	4
21. Santa Rosa	28 Marzo	15 Octubre	6	( No hay datos )		
22. Gral. Zaragoza	( Libre de heladas )			( No hay datos )		
23. La Cardona	15 Febrero	15 Diciembre	10	( No hay datos )		
24. Mier y Noriega	( Libre de heladas )			1 Junio	1 Octubre	4

(\*) Presentan dos periodos con precipitaciones mayores a 1 0.5 ETP



TABLA 3. Estimaciones de Unidades Calor

ESTACION	CASILLAS			RAYONES			CARBONERA			EL CUIJE		
	UNIDADES CALOR			UNIDADES CALOR			UNIDADES CALOR			UNIDADES CALOR		
	5°	10°	15°	5°	10°	15°	5°	10°	15°	5°	10°	15°
M E S	ACUMULADA			ACUMULADA			ACUMULADA			ACUMULADA		
	MENSUAL			MENSUAL			MENSUAL			MENSUAL		
Enero												
Febrero	319.2	179.2		308.	168.0	28.0						
Marzo	756.3	461.3		773.0	478.0	183.0						
	437.1	282.1	127.1	465.0	310.0	155.0						
Abril	1293.3	848.3	364.1	1319.0	874	429.0						
	537.0	387.0	237.0	546.0	396.0	246.0	279.	129.0	0			
Mayo	1931.9	1331.9	692.7	1901.8	1301.8	701.8	678.9	373.9	89.9			
	638.6	483.6	328.6	582.8	427.8	272.8	399.9	244.9	89.9	403.3	248.0	93.0
Junio	2576.9	1826.9	1037.7	2498.8	1748.8	998.8	1068.9	613.9	179.9	814.0	509.0	204.0
	645.0	495.0	345.0	597.0	447.0	297.0	390.0	240.0	90.0	411.0	261.0	111.0
Julio	3249.6	2344.6	1401.4	3125.0	2222.0	1315.0	1416.1	806.1	217.1	1226.3	766.3	306.3
	672.7	517.7	362.7	626.2	471.2	316.2	347.2	192.2	37.2	412.3	257.3	102.3
Agosto	3919.2	2859.2	1761.6	3741.9	2681.9	1621.9	1754.0	989.0	245.0	1623.1	1008.1	393.1
	669.6	514.6	359.6	616.9	461.9	306.9	337.9	182.9	87.9	396.8	241.8	86.8
Septiembre	4477.2	3267.2	2119.0	4290.9	3080.9	1876.9	2066.0	1151.0	257.0	1983.1	1218.1	453.1
	558.0	408.0	258.0	549.0	399.0	249.0	312.0	162.0	12.0	360.0	210.0	60.0
Octubre	4976.3	3611.3	2208.1	4786.9	3421.9	2056.9	2335.7	1265.7	257.0			
	499.1	344.1	189.1	496	341.0	186.0	269.7	114.7	0			
Noviembre	5348.3	3833.3	2280.1	5197.9	3682.9	2167.9						
	372.0	222.0	72.0	411.0	261.0	111.0						
Diciembre												
TOTAL	5348.3	3833.3	2280.1	5197.9	3682.9	2167.9	2335.7	1265.7	257.0	1983.1	1218.1	453.1

ESTACION	EL PEÑUELO			EL POTOSI			EL REFUGIO DE LOS IBARRA			EL RUCIO		
	UNIDADES CALOR			UNIDADES CALOR			UNIDADES CALOR			UNIDADES CALOR		
	5°	10°	15°	5°	10°	15°	5°	10°	15°	5°	10°	15°
M E S	ACUMULADA			ACUMULADA			ACUMULADA			ACUMULADA		
	MENSUAL			MENSUAL			MENSUAL			MENSUAL		
Enero												
Febrero												
Marzo				301.9	151.9	0	300.7	145.7	0	344.1	189.1	34.1
Abril	381.0	231.0	81.0	666.9	361.9		675.7	370.7		731.1	426.1	121.0
Mayo	780.9	475.9	170.9	360.0	210.0	60.0	1128.9	668.3	217.6	1162.0	702.0	251.0
	399.9	244.9	89.9	424.7	269.7	114.7	457.6	297.6	142.6	430.9	275.9	129.9
Junio	1257.9	802.9	347.9	1526.6	916.6	309.7	1572.3	962.3	361.6	1600.0	990.0	389.0
	477.0	317.0	177.0	435.0	285.0	135.0	444.0	294.0	144.0	438.0	288.0	138.0
Julio	1729.1	1119.1	509.1	1992.3	1217.3	455.4	2037.3	1273.3	516.6	2040.2	1275.2	519.2
	471.2	316.2	161.2	455.7	300.7	145.7	465.0	310.0	155.0	440.0	285.2	130.2
Agosto	2191.0	1426.0	601.0	2410.1	1490.1	573.2	2486.8	1566.8	656.1	2480.4	1560.4	649.4
	461.9	306.4	151.9	427.8	272.8	117.8	449.5	294.5	139.5	440.2	285.2	130.2
Septiembre	2602.0	1687.0	712.0	2818.1	1748.1	681.2	2870.8	1800.8	740.1	2891.4	1821.4	760.4
	411.0	261.0	111.0	408.0	258.0	108.0	384.0	234.0	84.0	411.0	261.0	111.0
Octubre	2974.0	1904.0	854.0	3180.8	1955.6	733.9	3226.8	2002.3	786.5	3282.0	2057.0	841.0
	372.0	217.0	62.0	362.7	207.7	52.7	356.5	201.5	46.5	390.6	235.6	80.6
Noviembre				3426.8	2051.8	733.9	3487.8	2133.3	786.5	3576.0	2201.0	841.0
				246.0	96.0	0	261.0	111.0	0	294.0	144.0	0
Diciembre												
TOTAL	2974.0	1904.0	854.0	3426.8	2051.8	733.9	3487.8	2113.3	786.5	3576.0	2201.0	841.0



Continúa Tabla 3.

ESTACION	GALEANA			PABILLO			SN FRANCISCO BERLANGA			SAN RAFAEL		
	UNIDADES CALOR			UNIDADES CALOR			UNIDADES CALOR			UNIDADES CALOR		
	5°	10°	15°	5°	10°	15°	5°	10°	15°	5°	10°	15°
M E S	ACUMULADA			ACUMULADA			ACUMULADA			ACUMULADA		
	MENSUAL			MENSUAL			MENSUAL			MENSUAL		
Enero												
Febrero												
Marzo												
Abril	384.0	234.0	84.0	312.0	162.0	12.0	393.0	243.0	93.0	331.7	176.7	21.7
Mayo	827.3	522.3	217.3	699.5	394.5	89.5	867.3	562.3	257.3	479.7	374.7	69.2
	443.3	288.3	133.3	387.5	232.5	77.5	474.3	319.3	164.3	1032.3	672.3	212.3
Junio	1290.3	837.3	382.3	1059.5	604.5	149.5	1380.3	925.3	470.3	457.6	297.6	142.6
	465.0	315.0	165.0	360.0	210.0	60.0	513.0	363.0	213.0	1500.3	990.3	380.3
Julio	1744.9	1134.9	524.9	1412.9	802.4	192.9	1870.1	1260.1	650.1	468.0	318.0	168.0
	452.6	297.6	142.6	353.4	198.4	43.4	489.8	334.8	179.8	1959.1	1294.1	529.1
Agosto	2197.5	1432.5	667.5	1760.1	995.1	230.1	2316.5	1551.5	786.5	458.8	303.8	148.8
	457.6	297.6	142.6	347.2	192.2	37.2	446.4	291.4	136.4	2405.5	1585.5	665.5
Septiembre	2593.5	1678.5	763.5	2051.1	1136.1	230.1	2760.5	1845.5	930.5	446.4	291.4	136.4
	396.0	246.0	96.0	292.0	141.0	0	444.0	294.0	144.0	2789.5	1819.5	749.5
Octubre	2943.8	1873.8	803.8	2311.5	1241.5	230.1	3184.2	2115.0	1045.2	384.0	234.0	84.0
	350.3	195.3	40.3	260.4	105.4	0	424.7	269.7	114.7	3130.5	2005.5	780.5
Noviembre	3213.8	1993.8	803.8	2515.5	1295.5	230.1				341.0	186.0	31.0
	270.0	120.0	0	240.0	54.0	0				3364.5	2089.5	780.5
Diciembre										234.0	54.0	0
TOTAL	3213.8	1993.8	803.8	3515.5	1295.5	230.1	3185.2	2115.2	1045.2	3364.5	2089.5	780.5

Continúa Tabla 3.

ESTACION	ITRUBIDE			ARAMBERRI			LA ASENCION			LAS PRESAS		
	UNIDADES CALOR			UNIDADES CALOR			UNIDADES CALOR			UNIDADES CALOR		
	5°	10°	15°	5°	10°	15°	5°	10°	15°	5°	10°	15°
M E S	ACUMULADA			ACUMULADA			ACUMULADA			ACUMULADA		
	MENSUAL			MENSUAL			MENSUAL			MENSUAL		
Enero												
Febrero	243.6	103.6	0									
Marzo	600.1	305.1	0									
	365.5	201.5	46.5									
Abril	1008.1	563.1	154.5	938.4	638.5	368.5						
	408.0	258.0	108.0	489.0	339.0	189.0	360.0	210.0	60.0	321.0	171.0	21.0
Mayo	1476.2	876.2	312.6	1490.3	1035.3	610.3	589.4	284.4	60.0	705.4	400.4	95.4
	468.1	313.1	158.1	551.8	396.8	241.9	229.4	74.4	0	384.4	229.4	74.4
Junio	1956.2	1206.2	492.6	2033.3	1428.3	853.3	955.4	500.4	126.0	1086.4	631.4	176.4
	480.0	330.0	180.0	543.0	393.0	243.0	366.0	216.0	66.0	381.0	231.0	81.0
Julio	2449.1	1544.1	675.5	2578.9	1818.9	1088.9	1367.9	763.9	234.5	1477.0	867.0	257.0
	492.4	337.19	182.9	545.6	390.6	235.6	412.5	263.5	108.5	390.6	235.6	80.6
Agosto	2949.6	1869.6	846.0	3121.4	2206.4	1321.4	1792.6	1033.6	349.2	1855.2	1090.2	325.2
	480.5	325.5	170.5	542.5	387.5	232.5	424.7	269.7	114.7	378.2	223.2	68.2
Septiembre	3361.6	2151.6	978.0	3619.4	2554.4	1519.4	2125.6	1216.6	382.2	2224.2	1309.2	394.2
	432.0	282.0	132.0	498.0	348.0	198.0	333.0	183.0	33.0	369.0	219.0	69.0
Octubre	3730.5	2365.5	1036.9	4056.5	2836.5	1646.5				2540.4	1470.4	400.4
	368.9	213.9	58.9	437.1	282.1	127.1				316.2	161.2	6.2
Noviembre	4021.5	2506.5	1036.9	4401.5	3031.5	1691.5						
	791.0	141.0	0	345.0	195.0	45.0						
Diciembre												
TOTAL	4021.5	2506.5	1036.9	4401.5	3031.5	1691.5	2125.6	1216.6	382.2	2540.4	1470.4	400.4

ESTACION	SN JUANITO RESENDIZ			LA ESCONDIDA			EJIDO ACUÑA			DR. ARROYO		
	UNIDADES CALOR			UNIDADES CALOR			UNIDADES CALOR			UNIDADES CALOR		
	5°	10°	15°	5°	10°	15°	5°	10°	15°	5°	10°	15°
M E S	ACUMULADA			ACUMULADA			ACUMULADA			ACUMULADA		
	MENSUAL			MENSUAL			MENSUAL			MENSUAL		
Enero												
Febrero												
Marzo	260.4	105.4	0	409.2	254.2	99.2	359.6	204.6	49.6	461.9	306.9	151.9
Abril	572.4	267.4	0	901.2	596.2	291.2	764.6	459.6	154.6	959.9	654.9	349.9
	312.0	162.0	12.0	492.0	342.0	192.0	405.0	255.0	105.0	498.0	348.0	198.0
Mayo	935.1	475.1	64.1	1462.3	1002.3	542.3	1211.0	751.0	291.0	1477.6	1017.6	557.6
	362.7	207.7	52.7	561.1	406.1	251.1	446.4	291.4	136.4	517.7	362.7	207.7
Junio	1280.1	670.1	109.7	2140.3	1530.3	920.3	1652.0	1042.0	432.0	1987.6	1377.6	767.6
	345.0	195.0	45.0	678.0	528.0	378.0	441.0	291.0	141.0	510.0	360.0	210.0
Julio	1627.3	862.3	146.9	2878.1	2113.1	1348.1	2113.9	1348.9	583.4	2514.6	1749.6	984.6
	347.2	192.2	37.2	737.8	582.8	427.8	461.4	306.4	151.4	527.0	372.0	217.0
Agosto	1971.4	1051.4	181.0	3578.7	2658.7	1738.7	2551.0	1631.0	711.0	3029.2	2109.2	1189.2
	344.1	189.1	34.1	700.6	545.6	390.6	437.1	282.1	127.1	514.6	359.6	204.6
Septiembre	2271.4	1201.4	181.0	4184.4	3114.7	2044.7	2959.0	1889.0	819.0	3518.2	2448.2	1378.2
	300.0	150.0	0	606.0	456.0	306.0	408.0	258.0	108.0	489.0	339.0	189.0
Octubre	2547.3	1322.3	181.0	4690.0	3465.0	2246.0	3315.5	2090.5	865.5	3986.3	2761.3	1536.3
	275.9	120.9	0	505.3	350.3	195.3	356.5	261.5	46.5	468.1	313.1	158.1
Noviembre				5008.0	3633.0	2258.0				4364.3	2989.3	1614.3
				318.0	168.0	18.0				378.0	228.0	78.0
Diciembre												
TOTAL	2547.3	1322.3	181.0	5008.0	3633.0	2258.0	3315.5	2090.5	865.5	4364.3	2989.3	1614.3

ESTACION	SANTA ROSA				GRAL ZARAGOZA				LA CARDONA				MIER Y NORIEGA			
	UNIDADES CALOR		UNIDADES CALOR		UNIDADES CALOR		UNIDADES CALOR		UNIDADES CALOR		UNIDADES CALOR		UNIDADES CALOR		UNIDADES CALOR	
	5°	10°	15°	5°	10°	15°	5°	10°	15°	5°	10°	15°	5°	10°	15°	
	ACUMULADA				ACUMULADA				ACUMULADA				ACUMULADA			
MENSUAL				MENSUAL				MENSUAL				MENSUAL				
Enero																
Febrero				180.0	30.0	0										
Marzo				364.8	74.8	0										
Abril				184.8	44.8	0										
Mayo				597.3	152.3	0										
Junio				232.5	77.5	0										
Julio				846.3	251.3	0										
Agosto				249.0	99.0	0										
Septiembre				1109.8	359.8	0										
Octubre				263.5	108.5	0										
Noviembre				1391.8	491.8	0										
Diciembre				282.0	132.0	0										
TOTAL				1732.8	677.8	0										
				341.0	186.0	31.0										
				2076.9	866.9	65.1										
				344.1	189.1	34.1										
				2400.9	1040.9	89.1										
				324.0	174.0	24.0										
				2695.4	1180.4	89.1										
				294.5	139.5	0										
				2935.4	1270.4	89.1										
				240.0	90.0	0										
				3146.2	1326.2	89.1										
				210.8	55.8	0										
				2602.5	1687.5	772.5										
				3146.2	1326.2	89.1										
				4364.8	2849.8	1334.8										
				2849.8	1334.8	81.0										
				381.0	231.0	81.0										
				342.0	192.0	42.0										
				5046.1	3222.1	1461.6										
				294.0	137.5	0										
				5046.1	3222.1	1461.6										
				294.0	137.5	0										
				5046.1	3222.1	1461.6										

## RESUMEN

El estudio se realizó en la FAUANL en 1985. El objetivo fue establecer una zonificación climática aplicable para la producción de cultivos. El área de trabajo comprendió los municipios de Rayones, Galeana, Aramberri, Iturbide, Gral. Zaragoza, Dr. Arroyo y Mier y Noriega, localizados entre los paralelos 23°19' - 25°14' y los meridianos 99°27'-100°50' y altitudes de los 840-2160 MSNM. La actividad principal es la agropecuaria bajo condiciones de temporal. La tenencia de la tierra se distribuye en 64% ejidal, 18% privada, 4% comunal y 14% federal. Los sistemas climáticos tradicionales (Thornthwaite, Köppen modificado) dibujan un mosaico de regiones "estáticas" no siendo el caso de las Unidades Calor (UC) que se usaron para este estudio. En la región existen 30 estaciones termopluviométricas del Sistema Nacional Mexicano, de las cuales seis fueron eliminadas por presentar información inconsistente. Las restantes fueron divididas en cuatro categorías (de más de 20, entre 20-10 y entre 10-5 años) según sus datos. De ella se estimó su ciclo de crecimiento (período entre la última y la primera helada. Por último, se obtuvieron las UC por el método remanente ( $UC = T^{\circ} \text{máx} + T^{\circ} \text{mín mensual } 1/2 - T^{\circ} \text{base}$ ). Las temperaturas base ( $T^{\circ} b$ ) establecidas fueron 5, 10 y 15°C (para cultivar de clima frío, templado y cálidos). Las UC para  $T^{\circ} b = 5^{\circ}$  fluctuó de 2000-5000, siendo la de 3500 la de mayor superficie (40%-principal municipio Galeana). Para la de 10°C varió de 1000-4000 UC dominando la de 2000 (Galeana) y en la de 15°C fue de 250-2000 la oscilación, siendo la de 1000 UC las que dominaron el área, ubicándose principalmente en el municipio de Galeana. Este estudio corresponde a la primera parte de tres de la investigación.



