

Universidad Nacional Autónoma de México

FACULTAD DE FILOSOFIA Y LETRAS
COLEGIO DE GEOGRAFIA

**Análisis Agroclimático para Determinar Zonas
de Cultivo de Arroz (Oryza Sativa)
en el Estado de Campeche**

T E S I S

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE:

LICENCIADO EN GEOGRAFIA

P R E S E N T A

VICENTE JAVIER LOPEZ ARELLANO



MEXICO, D. F.

FACULTAD DE FILOSOFIA Y LETRAS
COLEGIO DE GEOGRAFIA

9 8 3



Universidad Nacional
Autónoma de México



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

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

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

I N D I C E

	Pág.
INTRODUCCION	I - III
I.- GENERALIDADES	
1.1 Situación, límites, localización, división política - superficies	1
II.- CLIMA	
2.1 Clasificación del clima del Estado, según Koppen, ob- tenido con las modificaciones hechas por Enriqueta - García y el sistema de clasificación de Thornthwaite.	7
2.2 Datos climatológicos recabados de las diferentes esta- ciones climatológicas del Estado por período de obser- vación mayor de 10 años	10
2.3 Método del Dr. C.W. Thornthwaite para la clasifica- ción del clima	18
2.4. Climatología de las estaciones estructurados con for- me al 2o. sistema de Thornthwaite	20
2.5 Observación de las estaciones del Estado y los paráme- tros que controlan los aparatos de medición	26
III.- CULTIVO DEL ARROZ (ORYZA SATIVA)	
3.1 Historia	28
3.1.1 Fitotécnia	31
3.1.2 Ciclos, siembra y cosecha	34
3.2 Requerimientos ecológicos	37
3.2.1 Determinación del tipo bioclimático del cultivo	39
3.2.2 Evaluación agroclimática de la región de origen	40

	Pág.
3.3 Conformación de las regiones del mundo de difusión de la especie	42
3.4 El suelo y el rendimiento del cultivo agrícola	45
3.4.1 Enfermedades y plagas	46
3.5. Evaluación sobre experimentos del arroz	48
 IV. - AGROCLIMATOLOGIA	
4.1 Generalidades del agroclima	50
4.2 Variables climáticas	51
4.3 Variables Agroclimáticas	52
4.4 Variables Fisiológicas	54
4.5 Zonificación agroclimática	55
 V. - ANALISIS AGROCLIMATICO DEL CULTIVO DE ORYZA SATIVA	
5.1 Metodología	59
5.2 Requerimientos agroecológicos del cultivo del arroz	63
5.2.1 Respuesta fotoperfódica	69
5.2.2 Condición térmica	71
5.2.3 Condición hídrica	73
5.2.4 Respuesta edáfica	75
5.3 Estimación de elementos metereológicos necesarios para el análisis agroclimático	76
5.3.1 Estimaciones térmicas	79
5.3.2 Estimaciones de humedad relativa	80
5.4 Análisis agroclimáticos	81
5.5 Análisis fisiológicas	82

	Pág.
VI.- SINTESIS CARTOGRAFICA	
6.1 Explicación del mapa hídrico	86
6.2 Explicación del mapa térmico	93
6.3 Explicación del mapa fisioedáfico	98
CONCLUSIONES	103
RECOMENDACIONES	107
BIBLIOGRAFIA	109
Anexos:	
Figuras	
Cuadros	

INDICE DE FIGURAS

	Escala	Pág.
1.- Plano de localización	1;2000000 . .	2
2.- División Municipal.	1;2000000 . .	3
3.- Vías de Comunicación	1;2000000 . .	6
4.- Climas según Koppen adaptado a México por Enriqueta García.	1;2000000 . . .	9
5.- Localización de Estaciones Climatológicas	1;2000000 . .	19
6.- Climas según 2o. Sistema de Thornthwaite.	1;2000000 . .	21
7.- Capacidad de uso de las tierras	1;2000000 . .	84
8.- Isolíneas de excesos hídricos	1;2000000 . .	87
9.- Isolíneas de deficiencias hídricas	1;2000000 . .	89
10.- Isoyetas promedio para los períodos vegetativos del cul- tivo del arroz	1;2000000 . .	90
11.- Isoyetas totales para el período vegetativo del cultivo del arroz	1;2000000 . .	92
12.- Isotermas promedio para el ciclo vegetativo del arroz .	1;2000000 . .	94
13.- Isofanos de siembra	1;2000000 . .	95
14.- Isofanos de cosecha	1;2000000 . .	96
15.- Zonas de potencial agroclimático aptas para el cultivo del arroz	1;2000000 . .	100
16.- Plano de combinación de variables	1;2000000 . .	102

INDICE DE CUADROS

Pág.

1.- Municipios del estado, superficies y porcentajes	4
2.- Estaciones climatológicas de Campeche	10
3.- Coordenadas de localización de estaciones	12
4.- Tipos de clima por categoría de humedad y superficie	13
5.- Datos medios anuales representativos de la precipitación, temperatu <u>ra</u> ra y evapotranspiración	15
6.- Valores de temperaturas extremas anuales por categoría de humedad	17
7.- Precipitación en el período lluvioso y el período seco para las - diferentes categorías de humedad	18
8.- Valores climáticos y agroclimáticos de Campeche	22
9.- Índice de calor, humedad almacenada en el suelo fórmula del clima.	24
10.- Comparación entre variedades comerciales y las liberadas por el - Ciapy en el Estado	32
11.- Principales características de las variedades de arroz recomenda- das para el estado de Campeche	33
12.- Epocas de siembra ideales para las diferentes variedades	35
13.- Superficies, producción, rendimiento, precio rural y valor de la - cosecha de arroz en el estado de Campeche	38
14.- Arroz: superficie, rendimiento por hectárea y producción en los - países productores de arroz.	43
15.- Esquema de clasificación general de variables	53
16.- Índice agroclimático que corresponden a la intensidad de la hume- dad y sequía para 0. Sativa en Campeche	75
17.- Temperaturas y precipitaciones totales, medias, mínimas y máximas.	77

I N T R O D U C C I O N

El estado de Campeche denota un gran atraso en aspectos económicos hasta hace 8 años se tenía que traer de otras entidades alimentos básicos pues en este renglón no era autosuficiente.

Fué a partir de 1975 cuando se comenzó con la cosecha de arroz - en 18,000 has. se ha descubierto con ello un amplio campo potencial cuya ubicación constituye un gran problema para el gobierno estatal, ya que se quiere convertir a la entidad como 1er. productor a nivel nacional de arroz por tanto año con año se trata de incrementar la superficie de cultivo pero se están teniendo problemas en el rendimiento y la producción condicionados por una serie de factores limitantes entre - los que destacan: el clima y el suelo ya que la distribución de las - lluvias, su irregularidad, la temperatura, evaporación y humedad condicionan el desarrollo y reproducción del grano en diferentes formas.

El objetivo general de este estudio se centra en: demostrar que el clima es un factor determinante en la agricultura y formación de - los suelos del estado de Campeche.

Otros objetivos particulares que se pretenden alcanzar son: rea lizar un estudio agroclimático para establecer zonas de cultivo de - arroz en el estado de Campeche.

Evaluar el papel del clima y su influencia en suelos trópicos.

Investigar como es el comportamiento del suelo en la Entidad.

Así se considera necesario primero establecer áreas donde el clima no sea un condicionante para el cultivo sino que actúe de manera concordante beneficiándole en su desarrollo y elevando su producción.

Esto sería importante para el estado pues la población se dedica a actividades primarias ya que no existen industrias o servicios y con el incremento en la producción del cereal se fomentarían las industrias de procesamiento con lo cual la actividad entraría en el sector secundario.

Dentro del presente trabajo se ha tomado como base los datos climatológicos obtenidos en diversos períodos de observación mayores de 10 años, dicha información fue recopilada en la subdirección de hidrología de la Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos.

Cabe hacer la siguiente aclaración: varias de las estaciones climatológicas en la actualidad han dejado de funcionar debido a diversos problemas pero se realizó su cálculo ya que tenían abundante información lo cual fué útil para establecer la relación climatológica de la región.

Uno de los motivos que indujeron a efectuar este trabajo es el hecho de que en el país y concretamente en Campeche no se tengan realizadas investigaciones sobre zonificación agroclimática de cultivos.

Para su desarrollo este trabajo se dividió en 2 etapas: primero - recopilando datos de diversas estaciones climatológicas del estado de Campeche, hacer cálculos con esos mismo para determinar modelos de medias mensuales y anuales, máximas y mínimas o sea un esquema completo -

de información climatológicas capítulo 2, precedió este con un bosquejo de ubicación del capítulo 1.

Con el capítulo 3 entramos a la segunda etapa ya que ahí se contempla el cultivo del arroz dentro de sus diferentes facetas introduciendo en el capítulo 4 las variables que se han de controlar, ya establecida la trílogía primordial, clima-suelo-cultivo se continúa con su aplicación en los siguientes capítulos.

Para el balance de estas variables se calcularon en el Estado datos de: temperatura media anual máximas, mínimas y se trabajaron con índices agroclimáticos como temperatura media durante el período vegetativo se trazaron isotermas promedio, mínimas, máximas durante el mismo período vegetativo.

Todo ello se obtuvo de los datos observados de 22 de las 44 estaciones que cubren el estado no se tomó información de todo porque ésta es deficiente.

Una vez reunida dicha información de las dos etapas se interrelacionan y conforman bajo metodología con el objeto de tratar su aplicación sobre la selección de áreas específicas aptas agroclimáticamente para un cultivo todo ello analizado en los capítulos 5 y 6.

Es pues en todo esto que la geografía encuentra una de sus múltiples facetas que le acercan al contacto con la agricultura, la participación del geógrafo interpretando el comportamiento hídrico y térmico es de gran interés y utilidad, pues él en complemento con el agrónomo puede establecer áreas aptas para cualquier cultivo en función de sus requisitos fenológicos.

I GENERALIDADES

1.1. Situación y lfmites, localización, División Política y Superficies:

El estado de Campeche se encuentra situada al sureste de la República Mexicana, en la porción suroeste de la Península de Yucatán.

Enmarcado por los paralelos $17^{\circ}49'00''$ y $20^{\circ}50'45''$ de latitud norte y los meridianos $89^{\circ}10'00''$ y $92^{\circ}29'00''$ de longitud oeste del meridiano de Greenwich, tiene los lfmites siguientes: al norte y noroeste con el estado de Yucatán al este con Quintana Roo, al sur y al suroeste con la República de Guatemala y Tabasco, al oeste con el Golfo de México y Tabasco, como se observa en la figura 1 plano de localización, su capital es la ciudad y puerto de Campeche.

Posee una extensión territorial de $56,114 \text{ km}^2$ los cuales representan el 2.85% aproximadamente de la superficie total de la República Mexicana, ocupando el 18º lugar de extensión territorial.

Políticamente el Estado se encuentra dividido en 8 municipios siendo estos:

Calkiní	Hecelchakán
Campeche	Hopelchén
Carmén	Palizada
Champotón	Tenabo

Destacan por su amplitud Champotón, Carmén, Hopelchén que abarcan más del 75% del total figura 2 división municipal.

En el cuadro 1 se especifican los municipios con su extensión territorial correspondiente, así como también los porcentajes con relación al total estatal, por tanto el municipio de Tenabo y Hecelchakán (zona norte)

ESTADO DE CAMPECHE
PLANO DE LOCALIZACION

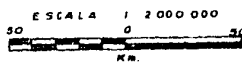
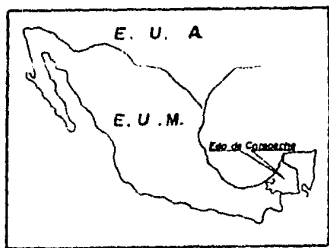
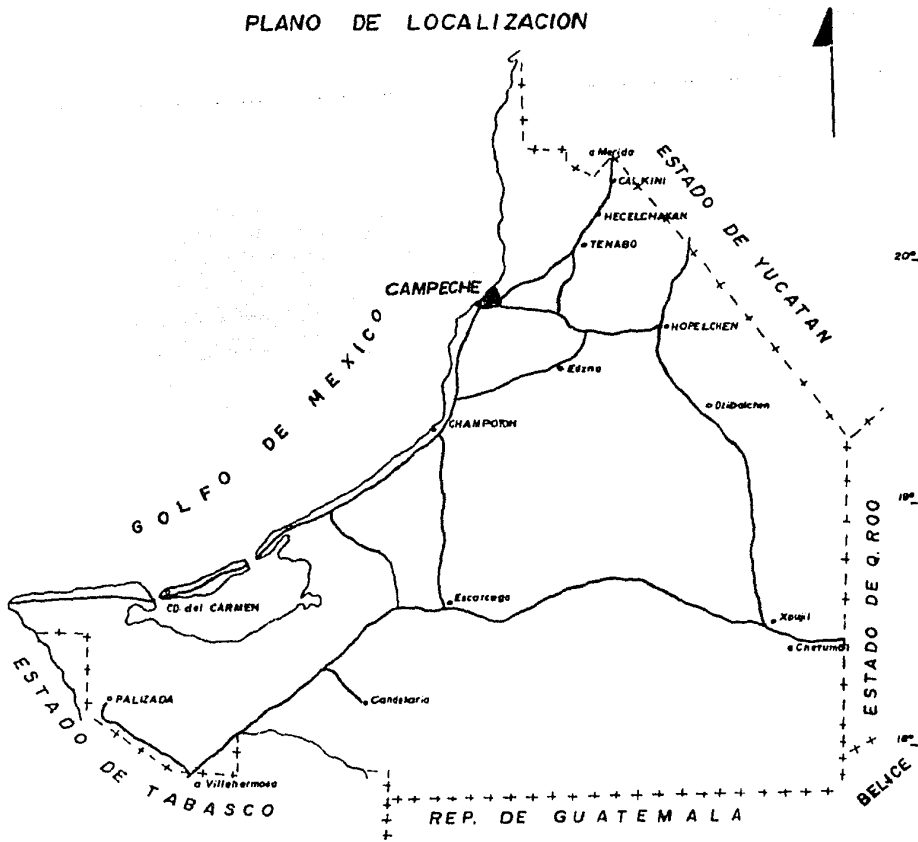


Fig. 1

ESTADO DE CAMPECHE

DIVISION MUNICIPAL

- 1.- CALKINI
- 2.- HECELCHAKAN
- 3.- TENABO
- 4.- CAMPECHE
- 5.- HOPELCHEN
- 6.- CHAMPOTON
- 7.- CARMEN
- 8.- PALIZADA

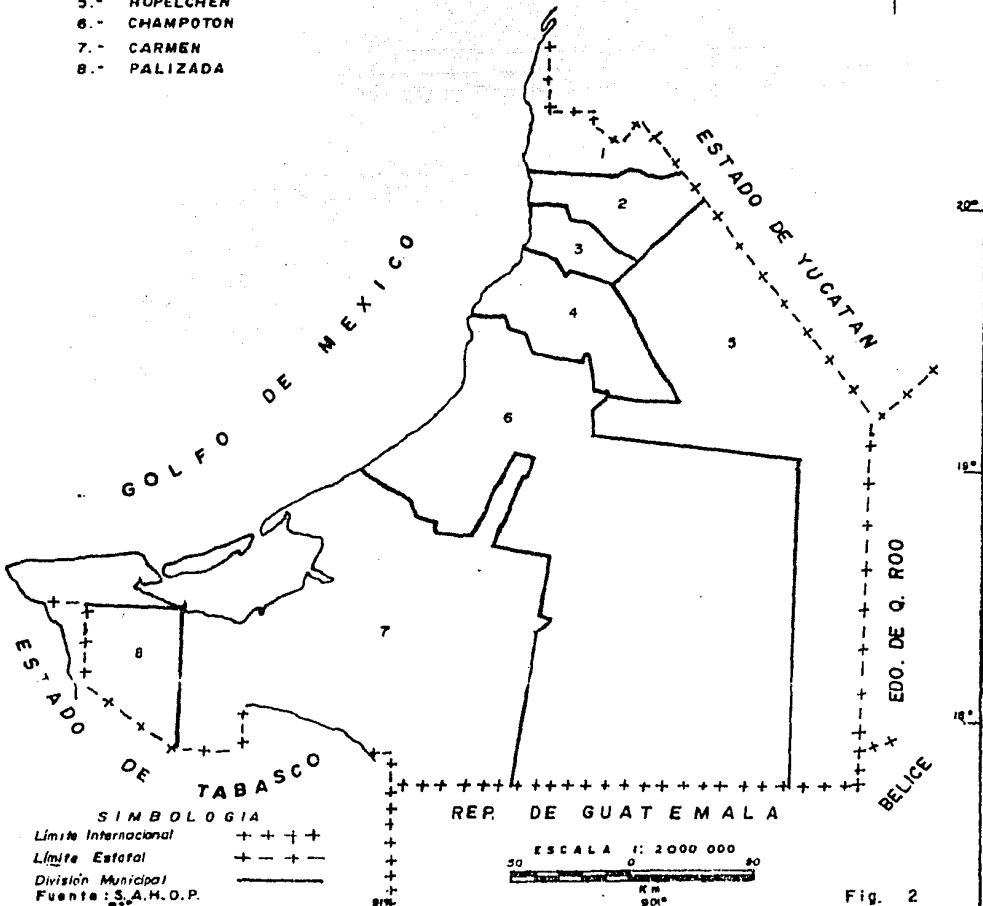


Fig. 2

son de mayor extensión.

CUADRO 1 MUNICIPIOS DEL ESTADO, SUPERFICIES Y PORCENTAJES.

MUNICIPIO	KM ²	%
Calkiní	1,855.07	3.39
Campeche	3,501.62	6.24
Carmén	14,917.00	26.58
Champotón	19,981.03	35.60
Hecelchakán	1,466.17	2.61
Hopelchén	11,764.67	20.96
Palizada	1,609.44	2.86
Tenabo	989.01	1.76
	<u>56,114.01</u>	<u>100.00%</u>

Fuente: Diagnósticos del sector agropecuario y forestal del estado de Campeche (SARH)

Plan de desarrollo estatal (1979-1985) Tomo II Diagnóstico - global COPRODECAM.

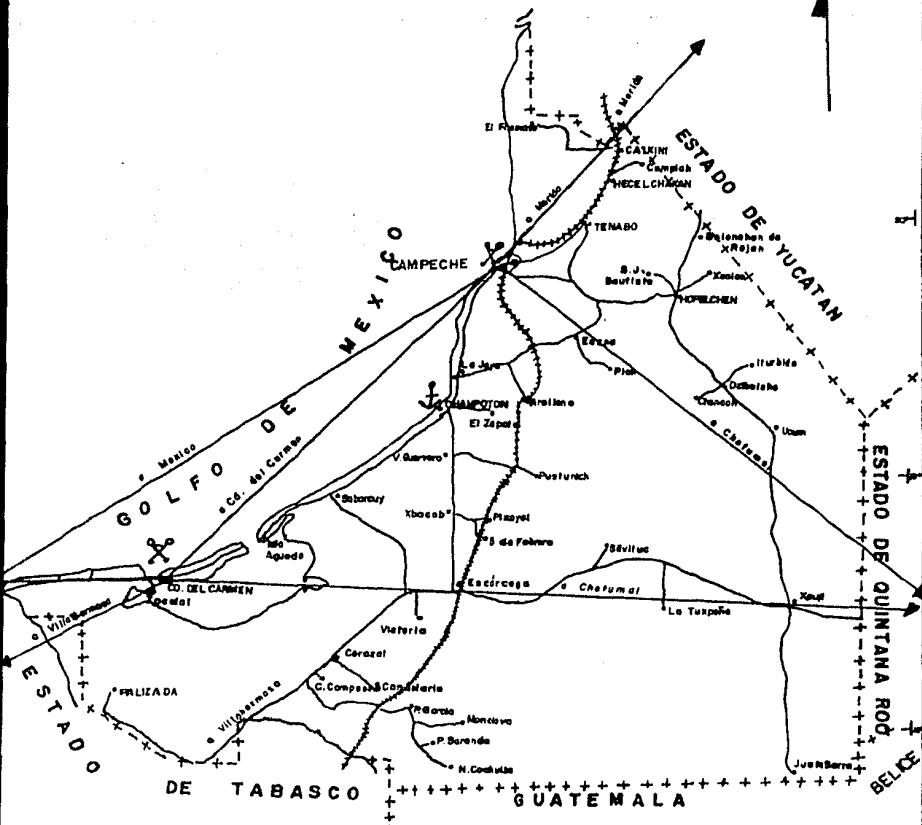
Campeche cuenta además, con un extenso litoral que el Golfo de México baña a lo largo de 400 Km.

El Estado forma parte de dos provincias fisiográficas: la planicie costera del Golfo y la plataforma Yucateca ocupando la porción occidental de la misma.

El desarrollo nacional a permitido el incremento de carreteras

y puertos aéreos ya que existen buenas conexiones a los puntos principales o zonas de atracción aunque existen amplias zonas al centro del Estado que por estar en proceso de formación y ubicación no cuentan con servicios ni comunicación viables figura 3 vías de comunicación.

ESTADO DE CAMPECHE VIAS DE COMUNICACION



SIMBOLOGIA

- Limite Estatal
- Limite Internacional
- Capital Estatal
- Puerto de Altura
- Puerto de Cobalaje
- Lineas Aereas
- Ferrocarriles
- Carreteras



Fuente: S.A.H.O.P.

Fig. 3

II CLIMA

2.1 El clima de Koppen adaptado a México por Enriqueta García y el sistema de clasificación de Thornthwaite.

Dentro de las clasificaciones climáticas establecidas por diversos autores destacan en México dos que se utilizan indistintamente para realizar trabajos climáticos en forma general Koppen (1936) y la de C.W. - Thornthwaite (1941) sin embargo, la aceptación por la Unión Geográfica - Internacional por su aplicación universal es la de Koppen. Estas son - relativas, pues los autores realizaron la clasificación a nivel mundial, así era necesario que cada país las modificara de acuerdo a las condicio nes y características de su territorio, por ello la clasificación de Koppen ha sido descrita y adaptada a México por Enriqueta García.

Dos grandes aspectos que distinguen al método de Koppen que lo hizo necesario adaptarse al país son:

1) Su relación con importantes características de clima que determinan la distribución sobre la tierra de las principales agrupaciones de plantas y de otros seres vivientes.

2) La enorme ventaja de que para su cálculo sólo es necesario tomar datos de precipitación y temperatura media anual.

Tomando en cuenta que en Campeche se notan extensas agrupaciones - de plantas por ser zona tropical y su deficiente información termoplujio métrica, era de interés conocer la forma en que había sido clasificado - climáticamente por Koppen.

En este estudio básicamente se tratarán los climas tropicales debi do a que el Estado representa este tipo de clima ubicado como: Tropical lluvioso con influencia de monzon Am y tropical lluvioso con régimen de

lluvias en verano Aw por tanto el Estado se cataloga como zona tropical sub-húmeda.

La Entidad posee una marcada estación lluviosa que ocurre en verano donde es característico encontrar en cada región que las lluvias del mes más lluvioso sobrepasen de 10 a más veces la lluvia acumulada del mes más seco, por ello la Entidad se divide en tres regiones con clima variable: cálido sub-húmedo el más seco de los sub-húmedos con lluvias en verano y (Aw0) ubicado a partir del paralelo 19°30' aproximadamente - hacia el norte hasta colindar con el estado de Yucatán y la región costera en los municipios Calkiní, Hecelchakán, Tenabo, zona de clima sub-húmedo con lluvias en verano Aw1 es una zona intermedia o de transición entre Aw0 y Aw2 esta atravieza el Estado por su parte centro entre los 18°31' y 19°30' latitud norte abarcando la zona donde se estableció el punto put que es la intersección entre los estados de Campeche Quintana Roo y Yucatán, en esta zona aumenta tanto la precipitación como la temperatura elevando el grado de humedad anual, la tercera zona que complementa Campeche es la Aw2 cálido sub-húmedo con lluvias en verano el más húmedo de los Aw se localiza en la casi totalidad de los municipios del Carmén, Palizada y al sur de Hopelchen y Champotón es la zona que recibe elevada precipitación durante el verano y alto porcentaje de lluvia invernal.

La zona con clima cálido sub-húmedo con lluvias en verano y alta precipitación Aw2 ocurre también al sur del estado y de la isla del Carmén ocupando una pequeña porción costera del municipio del mismo nombre la cual recibe mayores efectos del golfo, todo ello como se observa en la figura 4 climas según Koppen modificado para México por Enríqueta - García, él utilizó los elementos de temperatura y precipitación como valores medios consignó secas, húmedas, temperatura del mes más frío y -

CLIMAS SEGUN KOEPPEN
MODIFICADO POR E. GARCIA

AW₀ : Subhúmeda con lluvias en verano, el más seco de las AW

AW₁ : Subhúmeda con lluvias en verano, intermedia entre AW₀ y AW₂

AW₂ : Subhúmeda con lluvias en verano, el más húmeda de las AW

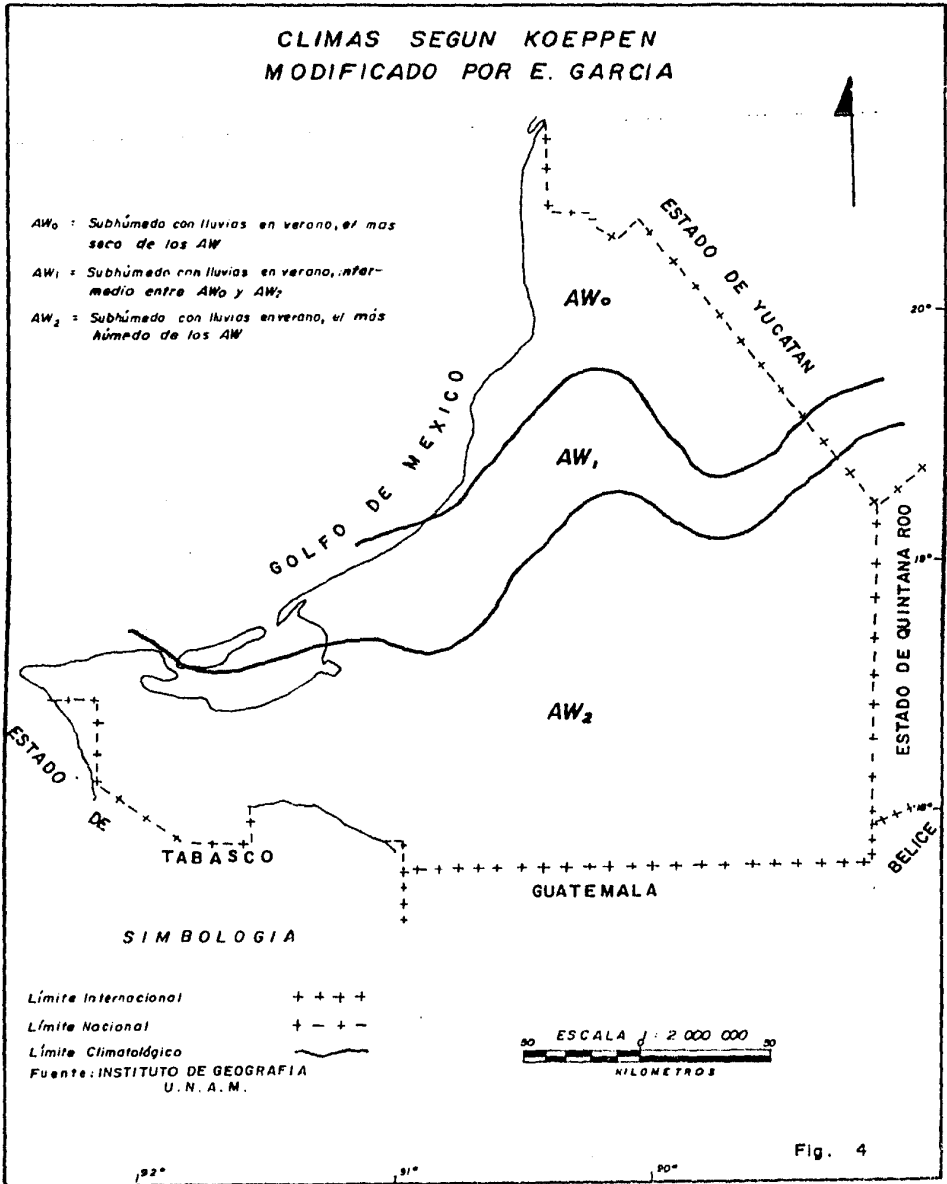


Fig. 4

más caliente para determinar sus claves, así concluyó lo siguiente: "En sí la diferencia entre regímenes de precipitación determinan cierto tipo de vegetación"

Koppen acentúa más la descripción climática de Campeche pues con su método se deduce que donde se den temperaturas mayores en todos los meses del año, a 18°C es un clima tropical aquí los elementos influyen mayormente en la pérdida de calor junto con la irregularidad de las lluvias y el suelo permeable genera el perfil característico del Estado.

2.2 Datos climáticos de las diferentes estaciones del Estado con período de observación mayor de 10 años.

A continuación se detallan las estaciones climatológicas de las que se obtuvo información y su período de observación.

CUADRO 2 ESTACIONES CLIMATOLOGICAS DE CAMPECHE

ESTACION	PERIODO DE OBSERVACION
Bolonchén	1963 - 1981
Calkiní	1954 - 1977
Campeche	1948 - 1981
Candelaria	1963 - 1981
Cd. del Carmén	1951 - 1977
Champotón	1963 - 1981
Dzitbalchén	1950 - 1977
Escárcega	1949 - 1981
Esperanza	1966 - 1981
Hecelchakán	1949 - 1981
Hool	1962 - 1980

Isla Aguada	1963 - 1981
Miguel Hidalgo	1964 - 1981
Monclova	1964 - 1981
Nilchí	1964 - 1981
Palizada	1960 - 1981
Pixoyal	1952 - 1981
Pustunich	1949 - 1981
Sabancuy	1961 - 1980
San Isidro	1958 - 1981
Silvituc	1963 - 1981
Zoh-Laguna	1963 - 1981

Fuente: Datos proporcionados por el departamento de climatología SARH

En el cuadro No. 2 se ubicaron las principales estaciones climatológicas con promedio de observación 20 años, estas constituyen una red de distribución que cubre el estado estableciéndose en cada municipio, las estaciones Calkiní, Cd. del Carmén, Dzitbalché aún cuando dejaron de funcionar por diversos motivos proporcionan datos que son de gran utilidad para el cálculo de áreas y su período es confiable, en base a la extensión de Campeche esta continuidad de estaciones se considera por debajo del nivel normal pero en la actualidad se están estableciendo gran cantidad de estaciones con lo que se busca incrementar su cobertura, debido a su escaso período de observación no aparecen en el presente cálculo.

El cuadro 3 determina las coordenadas de cada estación ocupando Calkiní y Esperanza los extremos norte y sur respectivamente, mientras que Dzibalchén y Palizada son extremos orientales y occidentales sien-

do Zoh-Laguna la de mayor altitud.

CUADRO 3 COORDENADAS DE LOCALIZACION DE ESTACIONES.

E S T A C I O N E S	C O O R D E N A D A S		
	Lat. N	Long. N	a. s. n. m.
1.- Bolonchén	19°28'	89°46'	70
2.- Calkiní	20°22'	90° 3'	52
3.- Campeche	19°51'	90°33'	8
4.- Candelaria	18°11'	91° 3'	50
5.- Cd. del Carmén	18°39''	91°50'	3
6.- Champotón	19°20'	90°43'	2
7.- Dzilbalchén	19°28'	89°44'	100
8.- Escárcega	18°37'	90°44'	75
9.- Esperanza	18°00'	90°05'	35
10.- Hecelchakán	10°10'	90° 8'	13
11.- Hool	19°31'	90°26'	19
12.- Hopelchén	19°45'	89°50'	60
13.- Isla Aguada	18°58'	91°30'	0
14.- Miguel Hidalgo	17°54'	90°52'	25
15.- Monclova	18°02'	90°51'	20
16.- Nilchí	19°50'	90°17'	16
17.- Palizada	18°16'	92°06'	8
18.- Pixoyal	18°56'	90°37'	50
19.- Pustunich	19°09'	90°29'	35
20.- Sabancuy	19°58'	91°11'	2
21.- San Isidro	18°35'	90°25'	75
22.- Silvituc	18°40'	90°19'	48
23.- Zoh-Laguna	19°35'	89°26'	200

Fuente: Datos proporcionados por el departamento de climatología SARH

Clasificación del clima según Dr. C. W. Thornthwaite y como resultado tenemos que dentro del Estado se determinan un total de 4 tipos de climas clasificados mediante su categoría de humedad y la variación existente es de árido a semihúmedo estos se observan en el cuadro 4: - Ello también esta en función de la precipitación ya que la humedad depende de ella.

Así el semiseco y seco abarcan la mayor parte del Estado diferenciados básicamente por las lluvias de verano que proveen estas formas - de mayor a menor humedad.

CUADRO 4 TIPOS DE CLIMA POR SU CATEGORIA DE HUMEDAD, HECTAREAS Y PORCENTAJES DE LOS DIFERENTES TIPOS DE CLIMA, REGISTRADOS EN LA ENTIDAD.

CLAVE	DESCRIPCION	SUPERFICIE ha.	%
E0	ARIDO	98,901	1.80
Dd	SECO	2'357,542	42.01
C ₁	SEMISECO	2'423,840	43.19
C ₂	SEMIHUMEDO	731,118	13.02
T O T A L :		5'611,401	99.99%

Elaboro: Vicente Javier López Arellano

El clima de Campeche esta determinado de la siguiente manera: el tipo de precipitación se origina por convección, como resultado del

enfriamiento adiabático del aire que asciende debido al calentamiento de la superficie sobre la que descansa.

De dicho ascenso por convección resultan nubes cúmulos y cumulonimbus que se extienden varios Kms. la precipitación por tanto es abundante

El ascenso del aire por convección se realiza en la estación más calurosa y 16 hrs. aprox. pero estas lluvias cubren extensiones relativamente pequeñas. Caso común son los fuertes aguaceros de corta duración que ocurren en la Ciudad y Puerto de Campeche.

El régimen pluviométrico de baja latitud está catalogado como un régimen de sabanas o de lluvias en verano por la alta precipitación que se produce en dichas partes del año.

Dicho régimen tiene como características que se presenta en las costas occidentales de los continentes ocupando desde los 10° hasta 25° de latitud, en el se incluye todo el Estado, la sequía se presenta en la estación fría, época en que las calmas sub-tropicales y los vientos del oeste se desplazan hacia el sur.

En esta etapa los cultivos de Campeche se limitan a árboles frutales que son cultivos permanentes la influencia que ejercen las aguas del golfo de México sobre Campeche afectan su zona costera, pues la corriente marina cálida del golfo de México facilita una evaporación ascetuada que produce en el Golfo una íntesa formación de nubes y precipitación copiosa tierra adentro.

La región se encuentra dentro de la zona, sub-tropical, afectada por los vientos alisios del noroeste los cuales transportan grandes cantidades acumuladas de humedad.

Las planicies de la península de Yucatán en un plano más generalizado dan una microtopografía donde la capa calcárea predomina en Campeche debido a la falta de drenaje rápido dan lugar a la formación de suelos inundables, en la topografía del Estado es fácil diferenciar las angostas franjas de suelos de vega, los extensos popales y las áreas de influencia de las aguas salobres ocupadas por vegetación halofitas en la cual dominan los manglares; en el cuadro 5 de acuerdo a las categorías de humedad se observa que la precipitación en Campeche oscila entre 61.0 y 169.0 cms. mientras que la evapotranspiración es entre 163.7 y 185.7 cms. por lo que tiene un déficit de 22 cms. aprox. ello provoca que la humedad del suelo sea muy debil o escasa generando la categoría seca para la parte centro y norte del Estado y semi-húmeda en el sur.

CUADRO 5 DATOS MEDIOS ANUALES REPRESENTATIVOS DE LA PRECIPITACION, TEMPERATURA Y EVAPOTRANSPIRACION.

CATEGORIA DE HUMEDAD	PRECIPITACION MEDIA ANUAL cm.	TEMPERATURA MEDIA ANUAL °C	EVAPOTRANSPIRACION MEDIA cm.
ARIDO	61.0	27.1	185.7
SECO	108.1	26.2	177.70
SEMISECO	129.3	26.0	174.3
SEMIHUMEDO	169.0	26.3	163.7

Elaboro: Vicenta Javier López Arellano.

En el cuadro anterior se observa la temperatura media con valores que van desde 26.0°C hasta 27.1°C con lo que manifiesta una uniformidad térmica, las mínimas se presentan en enero y las máximas durante los meses de abril y mayo.

La evapotranspiración que aparece también el cuadro 5 nos permite hacer un análisis real para marcar las diferencias entre la precipitación y la evaporación acontecida en el lugar.

En los sistemas aplicados por Thornthwaite esta variable climática adquiere una gran importancia ya que influye o determina en cierta forma el tipo y cantidad de la vegetación ligada al suelo que se establece debajo de la misma, en el cuadro anterior se nota que la evapotranspiración va descendiendo a medida que aumenta la categoría de humedad, lo más importante es el tipo de vegetación que proporciona cierta cantidad de agua que retienen el suelo y la transforma en humedad almacenada o en demasía de humedad.

Haciendo un análisis más regional del clima del Estado se observa que el municipio de Palizada posee un clima muy húmedo mientras que la mayor parte del Estado, porción centro y norte está comprendido en la zona de clima cálido y muy seco.

La parte más seca por tanto es localizada en la zona del Camino - Real Chenes, en los cuales se ubican en los municipios de Tenabo, Hecechakán, Calkiní y norte de Hopolchén; la zona sur del Estado se observa con mayor precipitación. En la Entidad no se presentan heladas, granizadas ni nevadas se debe tomar en cuenta que en Campeche Thornthwaite - con modificación de Espinoza y Contreras lo clasifica como cálido y se-

mi-seco sin estación invernal bien definida, con primavera seca.

A continuación se observa en el cuadro 6 por categoría de humedad los valores extremos de temperatura sin llegar a 30° las máximas pero - también sin bajar de 22° las mínimas.

CUADRO 6 VALORES DE TEMPERATURAS EXTREMAS ANUALES POR CATEGORIA DE HUMEDAD.

CATEGORIA DE HUMEDAD	MAXIMAS EXTREMA °C	MINIMAS EXTREMA °C
ARIDO	29.3	24.9
SECO	29.1	22.2
SEMISECO	29.9	22.5
SEMIHUMEDO	28.7	22.4

Elaboro: Vicente Javier López Arellano.

La precipitación se manifiesta en el mes de septiembre este es el más lluvioso, y mayo el mes más seco por ello la importancia estatal de sembrar en junio tratando de aprovechar la humedad de los siguientes meses.

En sí este tipo de precipitación favorece el desarrollo de los cultivos de temporal los cuales predominan en el Estado tanto las categorías seca como semiseca poseen con este período lluvioso una fuente de humedad como se observa a continuación.

CUADRO 7 PRECIPITACION EN EL PERIODO LLUVIOSO Y EN EL PERIODO SECO PARA LAS DIFERENTES CATEGORIAS DE HUMEDAD.

	ARIDO		SECO		SEMISECO		SEMIHUMEDO	
	cm.	%	cm.	%	cm.	%	cm.	%
LLUVIOSO	15.50	97.6	194.1	87.3	203.6	83.9	229.2	85.6
SECO	.37	2.4	28.2	12.7	39.4	16.1	38.3	14.4
TOTAL:	15.87	100.0	222.2	100.0	246.0	100.0	267.5	100.00

Elaboro Vicente Javier López Arellano

La precipitación, en el Estado se presentan dos períodos cuadro 7 uno lluvioso de 5 meses comprende de junio a octubre y otro seco de 7 meses de noviembre a mayo, aunque existen 4 estaciones que registran su período de lluvia desde el mes de mayo: Dzitbalchén, Esperanza, - Monclova y Zho-Laguna, otra como Miguel Hidalgo en que se prolongan - hasta el mes de noviembre.

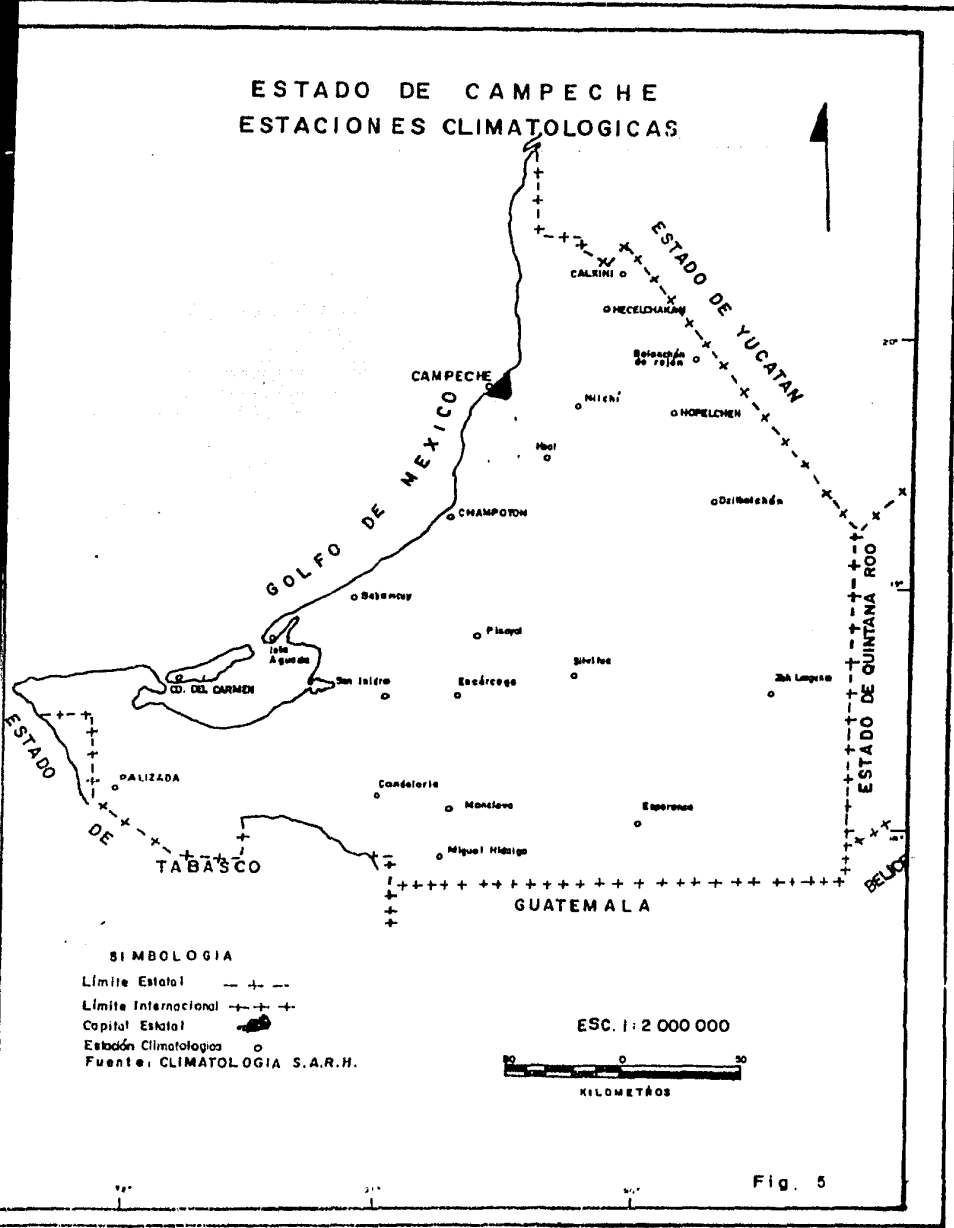
Analizando el plano de localización figura 5 estaciones climatológicas observamos que dichas estaciones se ubican al sur hacia una faja más húmeda concordante con la disminución de la latitud.

2.3 Método del Dr. C.W. Thornthwaite para la clasificación del clima.



Thornthwaite en comparación con Koppen estableció dos sistemas - de clasificación, el primero en 1940 y el segundo más perfeccionado en 1951 el método de Thornthwaite, con las siguientes consideraciones:

a) Definir como se llevaría a cabo la transferencia real del a-

ESTADO DE CAMPECHE
ESTACIONES CLIMATOLÓGICAS



SIMBOLOGIA

- Límite Estatal - - - - -
- Límite Internacional + + + + +
- Capital Estatal 
- Estación Climatológica 
- Fuente: CLIMATOLOGIA S.A.R.H.

ESC. 1:2 000 000



Fig. 5

agua a la atmósfera bajo condiciones normales de humedad del suelo y vegetación.

b) La elaboración de un método climático más racional tomando en consideración la acción de la vegetación.

c) Determinar un nivel óptimo general de humedad almacenada en el subsuelo.

Como se observa Thornthwaite introdujo el clima en base a los aspectos edafológicos, la evapotranspiración como un índice agroclimático en función tanto de la capacidad de absorción y retención del suelo como el fluido que resultará según el tipo de vegetación asimismo se requieren los parámetros de precipitación y temperatura media mensual para el cálculo de valores diversos como índice de humedad, demasía de agua, movimiento de humedad en el suelo etc. su ubicación se encuentra en la figura 6 climas según el 2o. sistema de Thornthwaite.

2.4 Observación sobre climogramas de las estaciones calculadas conforme el segundo sistema de C.W. Thornthwaite.

El cálculo climático de C.W. Thornthwaite, considera como elementos principales, temperatura y precipitación.

En el estado de Campeche se realizó un trabajo de determinación del clima prevaleciente en la Entidad.

Para poder ubicar la forma en que se obtuvieron los datos finales de cada una de las estaciones es conveniente se consulte en la bibliografía "Cálculo del clima de acuerdo al segundo sistema de Thornthwaite" realizado por la Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos

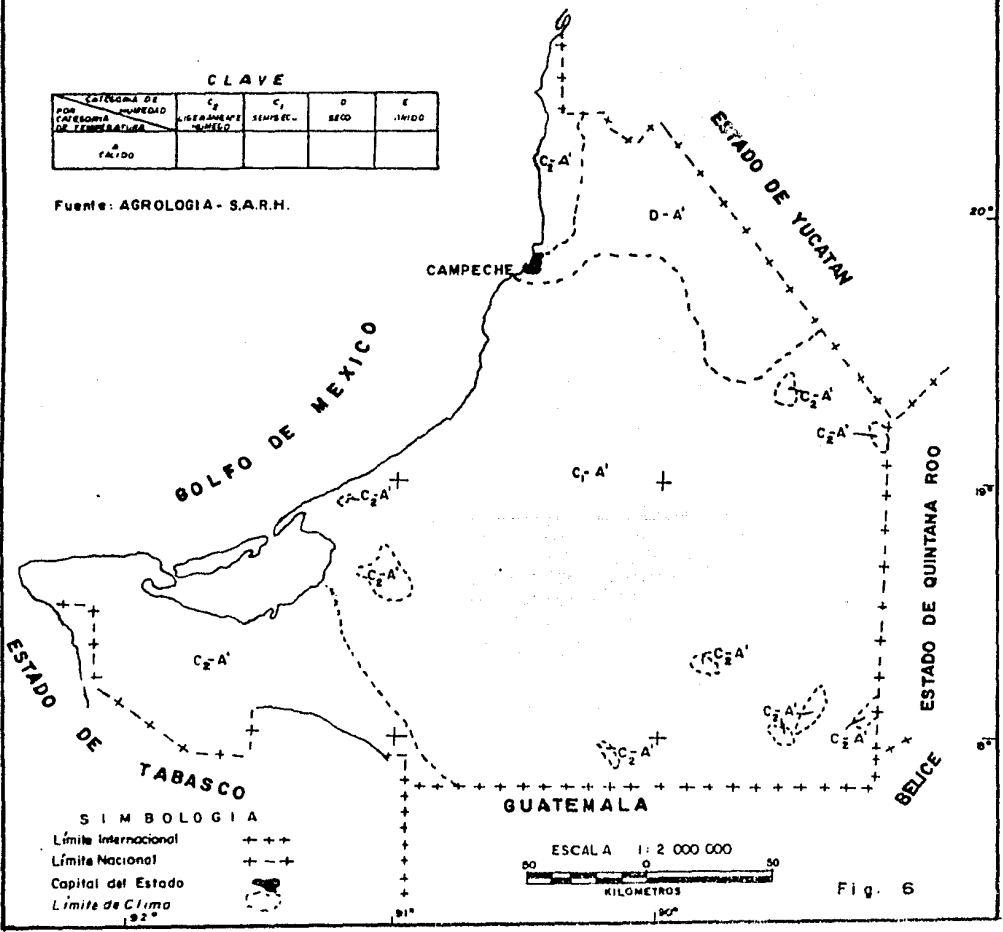
ESTADO DE CAMPECHE
CLIMAS
2º SISTEMA DE THORNTHWAITE



CLAVE

ESTRUCURA DE POR NUMERO DE TEMPERATURA	C ₂ LISTAJEME HUMEDO	C ₁ SIMSECU	D SECO	E HUMIDO
A FAJDO				

Fuente: AGROLOGIA - S.A.R.H.



licos ya que en él se realiza el análisis profundo y se explican los - pasos a seguir con todo detalle.

Este método de Thorthwaite citado por S.A.R.H. permite definir - tanto los períodos de sequía como para determinar la humedad, estos da - tos se realizarán a partir de las siguientes tablas que sentarán el - precedente para ser utilizadas en el capítulo número cinco donde se to - man los valores a fin de realizar un análisis detallado.

En el cuadro 8 se exponen las siguientes variables: precipitación evapotranspiración potencial evapotranspiración real, excesos y defi - ciencias de agua.

CUADO 8 VALORES CLIMATICOS Y AGROCLIMATICOS DE CAMPECHE.

	P	ETP (cm)	ETR (cm)	EXESOS (cm)	DEFICIENCIAS (cm)
1) Bolonchen	73.4	172.30	100.92	0.00	71.38
2) Calkiní	74.4	210.77	108.13	0.00	102.64
3) Candelaria	99.9	168.26	122.97	5.12	45.29
4) Campeche	86.7	162.14	101.60	0.00	60.54
5) Cd. del Carmén	90.5	181.48	135.64	11.02	45.84
7) Champotón	103.53	168.53	113.14	0.00	53.31
8) Escarcega	102.3	161.19	119.8	17.05	41.37
9) Esperanza	81.3	150.05	121.47	14.44	28.56
10) Hecelchakán	82.0	179.78	114.00	0.00	65.78
11) Hool	121.2	169.42	111.26	0.00	58.19
12) Hopecichén	63.0	175.02	109	9.00	66.02
13) Isla Aguada	94.2	183.15	119.22	9.00	71.01
14) Miguel Hidalgo	95.0	170.59	130.12	.02	40.41

15) Monclova	116.6	156.00	126.9	19.37	29.07
16) Nilchí	87.1	166.80	110.6	4.66	56.13
17) Palizada	136.3	164.44	112.1	13.49	52.52
18) Pixoyal	105.3	170.32	120.2	12.92	50.04
19) Sabacuy	112.7	117.73	129.8	13.89	47.85
20) San Isidro	122.6	161.92	122.5	31.82	39.42
21) Silvituc	90.5	174.43	108.26	0.00	66.18
22) Zoh-Laguna	72.6	137.13	114.25	0.00	22.80

Elaboro: Vicente Javier López Arellano.

En este cuadro se manejan los valores de precipitación que relacionados con la evapotranspiración real o potencial que sufre la zona nos determina abundancia o falta de agua en el suelo.

Al tomar en cuenta la evaporación que sufre el suelo se denomina evapotranspiración real al momento de aunarle a esta la humedad que necesita la planta para realizar sus funciones y que produce también consumo de agua se llama evapotranspiración potencial así por resultado - las diferencias entre ETP y ETR nos dá como resultado una deficiencia cuando la precipitación ha sido menor y produce un exceso. Cuando ésta es mayor acumulándose un exceso de un mes a otro cuando se presenten las condiciones establecidas para cada zona calculadas con base en las diferentes estaciones climatológicas.

En el cuadro 9 se observan las estaciones catalogadas en cuatro grupos distintos, ello obedece al hecho de que existian semejanzas en lo que respecta a la fórmula del clima, la mayor parte de las estacio

nes difieren en un sólo aspecto, se refiere a la categoría de humedad - esto quiere decir que los símbolos HP, GP corresponden a las denominaciones seco y semiseco respectivamente, por lo demás la relación se mantiene muy semejante ya que el régimen de humedad se representa como AS con pequeña o nula demasía de agua. Es en la categoría de temperatura AT donde se adquiere un carácter más representativo del clima que se genera en el Estado, esta categoría nos lo menciona como cálido en donde existe una evapotranspiración potencial anual mayor de 114.0 cm. en este régimen son ubicados sin excepción todas las estaciones, finalmente dentro del último concepto se refiere el régimen de temperatura que gira en base al tipo de concentración térmica de verano el porcentaje es mayor de 48.0 cm. asimismo, se observa el índice de calor y la humedad almacenada en el suelo.

En general se considera que el Estado posee un clima semiseco pero que permite un almacenamiento de agua determinado, con una evapotranspiración potencial elevada que se compensa con las lluvias que se producen en la región.

CUADRO 9 DATOS SOBRE: INDICE DE CALOR (RADIACION SOLAR), HUMEDAD ALMACENADA (CM) EN EL SUELO Y FORMULA DEL CLIMA.

	IC	HA	FÓRMULA
a) Bolonchén	149.76	4.36	MP = Seco
Calkiní	161.93	1.12	AS = Con pequeña o nula demasía de agua
Campeche	146.88	15.76	
Dzibalchén	148.14	12.14	AT = Con régimen normal
Hecelchakan	152.96	7.17	AU = Con régimen normal
Hool	148.77	11.43	de concentración
Hopelchén	151.08	10.43	de calor en el
Isla Aguada	154.41	13.74	verano

	Silvituc	151.02	10.68	
b)	Candelaria	148.22	42.74	GP = Semiseco
	Cd. del Carmén	153.80	44.03	AS = Con pequeña o nula demasiá de agua
	Champotón	149.31	24.54	AT = Cálido
	Esperanza	140.96	48.72	AU = Con régimen normal de concentración de calor en el Verano
	Miguel Hidalgo	149.89	37.90	
	Niichí	146.85	41.40	
	Palizada	146.84	39.28	
	Pixoyal	148.89	49.89	
	Sabacuy	152.96	51.04	
	Zoh-Laguna	133.56	34.30	
c)	Escár cega	145.96	47.33	GP = Semiseco BS = Con moderada dema- sía de agua estival AT = Cálido AU = Con régimen normal de concentración de calor en el verano
d)	Monclova	143.82	59.25	GP = Semihúmedo
	San Isidro	146.10	65.82	CM = Con moderada deficien- cia de agua invernal AT = Cálido AU = Con régimen normal de concentración de calor en el verano

IC = Índice de calor

HA = Humedad almacenada

FUENTE: Datos proporcionados por el departamento de climatología SARH

2.5 Observación de las estaciones del Estado de Campeche y los parámetros que controlan los aparatos de medición.

Para la observación y análisis tanto del clima como de la agricultura y suelo, es necesario tener un conocimiento detallado de cada uno de los elementos que integran el clima de una región, logrando con ello una mejor y mayor producción agrícola del cultivo determinado.

Cada información climática (precipitación, temperatura, evaporación, etc.) se obtiene mediante estaciones meteorológicas de diversos tipos: principales, ordinarias, auxiliares, de acuerdo a los elementos que se miden en ellas, dicho conjunto de estaciones integran una red meteorológica, una vez obtenidos los datos, se procesa la información básica sobre el comportamiento de cada elemento climático en una región - precipitación anual, mensual, períodos secos y húmedos; variabilidad, intensidad, duración y frecuencia de los aguaceros; temperatura media - máxima, mínima; evaporación y evapotranspiración, radiación y brillo solar nubosidad y vientos, toda esta información es utilizada en campos - diversos como; proyectos de riego, hidroeléctricos, de suministro de agua de ordenación y manejo de cuencas agrícolas, para siembra, aspersiones, recolección; elección de prácticas de conservación de suelos estudios de plagas y enfermedades, reforestación.

En el Estado se encuentran distribuidas 18 estaciones climatológicas funcionando con un periodo mayor de 10 años, otras 16 que son de reciente instalación y 10 más que se encuentran suspendidas que ascienden a un total de 44 estaciones y en su gran mayoría operadas por la - Subdirección de Hidrología y Cálculo climatológico, Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos.

Es importante considerar que todas las estaciones funcionan con termómetros de máximas y mínimas, pluviógrafo, por tanto son termopluviométricas, el problema radica en el mal manejo por parte de los encargados al tomar lecturas.

III CULTIVO DEL ARROZ (ORYZA SATIVA)

3.1 Historia

El arroz se cultiva desde tiempos inmemorables, su lugar de origen es Asia que continúa siendo el principal productor, en la actualidad se le cultiva en todos los continentes, en muchísimos países continúa siendo el alimentos básico de la dieta de su población.

Grist, (1) efectúa un análisis muy interesante del origen y la historia del arroz, señala que en China se han descubierto muchas especies que proceden del tercer milenio a.c., el vocablo chino "Tao" que designa el arroz, aparece en inscripciones del segundo milenio a.c., y se supone que en la historia remota aparecen testimonios de la planta ya que Ting (2) llegó a la conclusión de que el hallazgo de grumos de arroz en algunos recipientes de barro encontrados en una excavación del Yang-Tse Kiang, permite deducir que su cultivo data de 3000 años a.c., esto parece estar confirmado por las más antiguas tradiciones y literaturas.

Los datos históricos registrados indican que China es el lugar de origen del arroz atribuyen al emperador Shen-nung el cultivo de ese cereal (más de 3000 años a.c.) (3)

- (1) Grist, D. (1965) citado por Topolansky. El arroz su cultivo y prod. 1975
- (2) Ting (1960) citado por Topolansky.
- (3) Norma J. Efferson (1957) citado por Topolansky

"Así en virtud de las numerosas citas históricas y los datos proporcionados por la literatura asiática, se afirma que el arroz se ha - cultivado desde los primeros años de vida racial del género humano, tam - bién se puede asegurar con bastante certeza que su cultivo se extendió en primer lugar en Asia y Oceanía para desplazarse hacia Europa y Africa" (4)

En la prehistoria de América también se utilizó alguna variedad - de arroz silvestre, Jonhson (5) hace referencia a las investigaciones - efectuadas en la región del río Missisipi donde se hallaron recipientes de barro cocido para desgranar semillas que contenían granos de arroz - silvestre ello como un caso especial pues hasta la fecha no se han en-- contrado referencias en las civilizaciones Inca, Azteca, etc.

En la actualidad América ocupa el segundo lugar de importancia en el cultivo de arroz y su historia es netamente contemporánea, pero los primeros cultivos datan de la época colonial. En México comenzaron en el año de 1521 en Brasil 1560 y E.U.A. en 1964 de los principales paí-- ses americanos.

Por lo que respecta a México se sostiene que la producción de - arroz comenzó inmediatamente después de la conquista de Hernán Cortez - Monrroy en 1521. Su comercialización se inició en el año 1600. En la actualidad se está transformando y evolucionando rápidamente hacia méto - dos modernos de cultivo, ya que el empleo de máquinas modernas esta - reemplazando el trabajo de hombres y animales.

(4) Ting op. cit.

(5) E. Jonhson 1969 citado por Topolansky

Es importante determinar la clasificación taxonómica del arroz

Reino	- Vegetal
División	- Tracheophyta
Sub-división	- Pteropsidae
Clase	- Angiospermas
Sub-clase	- Monocotiledonea
Grupo	- Glumifora
Orden	- Graminales
Familia	- Graminea
Sub-familia	- Pocaideaceae
Tribu	- Oryceae
Género	- Oryza
Especie	- Sativa

Todas las variedades de *Oryza sativa* pertenecen a tres grupos o razas geográficas debido a la distribución que se tiene en el orbe, estas variedades son: Indica, Japonesa, Javanica, las variedades que se dan en Campeche corresponden al Grupo Indica "le pertenecen los arroces propios de regiones tropicales, comprende variedades de grano largo delgado y de textura vitrea, tienen gran importancia económica, se venden a los precios más altos del mercado representan el 85% del comercio mundial.

Crece en las regiones tropicales de: La India, Indochina, Filipinas parte de Estados Unidos y México. (6)

(6) Parsons B.D. El arroz. 1982

En forma general el arroz está formado por los siguientes elementos constitutivos:

Agua	-	10.0	a	14.0%
Proteínas	-	5.0	a	10.0%
Grasa	-	0.6	a	3.0%
Carbohidratos	-	73.0	a	81.0%
Fibra	-	0.2	a	1.0%
Ceniza	-	0.8	a	2.8%

3.1.1 Fitotécnia

La fitotécnia del arroz, como la de todo cultivo, procura tener aun mejores investigaciones para corregir aspectos agronómicos, que se reflejan en los rendimientos.

En Campeche en 1974 se hicieron estudios de mejoramiento, realizando evaluaciones seleccionando líneas y variedades, se escogieron así las variedades CICA - 4 y CICA - 6 de ciclo corto (115 días) provenientes de Colombia, se recomienda en zonas tardías o para aquellas zonas altas que no se inundan fácilmente.

Los trabajos de mejoramiento se han continuado, y en 1980 el INIA - (Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas) entregó a las Productoras Nacionales de Semillas dos variedades de arroz: Campeche A-80 y Champotón A-80 originadas en Campeche.

Estas variedades se caracterizan por sus buenas características agronómicas además de presentar un alto potencial de rendimiento que supera a las que actualmente se usan en la región el promedio por hectárea de esta variedad es superior a 4.5 toneladas por hectárea como se muestra -

a continuación; excepción de la CICA - 6.

CUADRO 10 COMPARACION ENTRE VARIEDADES COMERCIALES Y LAS LIBERADAS POR CIAPY, YOHALTUN Y EDZNA CAMPECHE (1979)

V A R I E D A D	R E N D I M I E N T O Ton / Ha.
Campeche A-80	4.87
Chapotón A-80	4.76
CICA 4	4.57
Novolato A-71	4.08
CICA 6	3.80

El mejoramiento debe ser dinámico por lo tanto obliga a que siempre se busque superar las características de las variedades que siembra el productor; a la fecha se cuenta con líneas prometedoras que han mostrado un rendimiento de hasta 7.60 toneladas por hectárea, superando así a las variedades liberadas y las comerciales.

En el cuadro 11 se observan las características principales de las variedades de arroz para el estado de Campeche.

CUADRO 11 PRINCIPALES CARACTERISTICAS DE LAS VARIETADES DE ARROZ, RECOMENDADAS PARA EL ESTADO DE CAMPECHE.

Variiedad	Días a madurar	Altura en cm.	Resistencia alcanme	Resistencia a P. Oryzae	Rendimiento Kg/ha 14% Humedad.	Forma del Grano	Calidad molinera (2)
CICA - 4	120	70	R	MS	5,000	AG	55.0
CICA - 6	115	75	R	MR	4,500	AG	57.0
Novalto A-71	135	70	R	S	4,000	AG	56.0

Fuente INIA 1981.

(1) = Rendimiento en buenas condiciones de humedad y oportuno control de las enfermedades.

(2) = Por ciento de granos pulidos enteros sobre el arroz palay.

R = Resistente

MR = Moderadamente resistente

MS = Moderadamente susceptible

S = Susceptible

AG = Alargado grande.

NOTA: En este cuadro no se observan las variedades de Campeche A-80 y Champotón A-80 ya que estas comenzaron a introducirse a partir del año 1981 pero todavía no se tienen resultados analizados individualmente para ser publicados.

Además de las variedades mencionadas existen otras de menor utilidad en el Estado, ellas son: Sinaloa A-64, Sinaloa A-68 y a 70 en regiones de un rango menor se siembran grijalba A-71 y Macuspana A-75.

Generalmente en Campeche se utilizan las variedades características: enanas de grano largo y de buena capacidad de producción, se puede cultivar en las diferentes zonas de riego y áreas del país comprendidas entre 0-1000 metros sobre el nivel del mar, son recomendables estas especies sobre otras como Bluebonnet 50, Tauripa IR-8 por su mayor rendimiento, su resistencia a la "Hoja blanca" y el poco daño provocado por el insecto Sogotodeo *Orysicola* su superioridad en calidad de molinería y calidad culinaria, son susceptibles a varias razas del hongo *Piricularia oryzae*.

En cuanto a las variedades Campeche A-80 y Champotón A-80 se utilizan por poseer un ciclo vegetativo de cosecha mayor, con moderada resistencia experimental de 5.0 ton/ha con una calidad molinera de 60% de los granos enteros.

3.1.2 Ciclo siembra y cosecha.

La preparación del terreno es uno de los factores de mayor importancia de este cultivo, ya que asegura una buena distribución de la humedad y de la semilla, lográndose una germinación uniforme que son factores esenciales para la obtención de buenos rendimientos.

Según el CIAPY (Centro de Investigaciones Agrícolas de la Península de Yucatán) el método de siembra que se recomienda es el de siembra directa que consiste en sembrar en seco, ya sea un equipo o al voleo, esto con gente o equipo aéreo, La sembradora terrestre siembra y tapa al

mismo tiempo, pero si la siembra es al voleo es aconsejable dar un paso de rastra ligero para el tapeo de la semilla reduciendo con ello la cantidad que las aves pueden consumir, o que el viento pueda transportar.

La siembra con avión es más rápida y con este se obtiene menor - distribución de semilla.

Respecto a la fecha de siembra indican que esta se encuentra suspendida a la época de lluvias que generalmente inician a partir del 15 de mayo si las lluvias lo permiten se puede prolongar la siembra hasta el 15 de julio, sin embargo dada la naturaleza de cada variedad determinada por su ciclo vegetativo y sensibilidad al fotoperíodo, se recomiendan las siguientes: épocas de siembra para las tres variedades más importantes.

CUADRO 12 EPOCA DE SIEMBRA IDEALES PARA LAS DIFERENTES VARIEDADES

V A R I E D A D	EPOCAS DE SIEMBRA
NOVOLATO A-71	Del 15 de mayo al 15 de junio
CICA -4	Del 1° de junio al 15 de julio
CICA -6	Del 1° de junio al 15 de julio

Fuente: CIAPY 1981.

Los mejores rendimientos y mayores porcentajes de granos pulidos enteros se obtienen sembrando la variedad Novolato A-71 del 1° al 15 de junio y las Cicas del 1° al 30 de junio: como se observo en el cuadro 12.

Es importante hacer notar que el CIAPY a trabajado con las tres -

variedades antes mencionadas un período de tiempo lo bastante extenso para poder dar opiniones sobre los ciclos de siembra, no existen hasta el momento resultados publicados sobre las dos nuevas variedades de arroz que fueron producidos en el Estado en base a investigaciones completas por ello todos los cálculos sólo se basan en esas tres que junto con las dos anteriores que se introdujeron recientemente queda completado el grupo actual de variedades de arroz en explotación, el paso que se considera importante ahora es ubicar los terrenos para darle el incremento y la expansión que este cereal requiere y que de acuerdo a los planes y a la política del gobierno del Estado elevarían a Campeche como 1er. productor de arroz en el país, este es el objetivo fundamental del presente estudio.

El índice para ubicar el momento de la cosecha es la simple vista a simple vista el arroz esta listo para la cosecha cuando el campo toma un color dorado y las espigas cuelgan en la planta por el peso de los granos este método es practicado en la entidad.

Con las tres variedades de arroz que son cultivados en el Estado se han obtenido datos que nos permiten apreciar la forma en que el arroz ha manifestado un gran incremento en su rendimiento, a pesar de que la superficie conjuntamente con la producción ha sido variable como vemos en el cuadro 13 donde tenemos de 8 años los valores obtenidos para el Estado superficie, cosecha, producción, rendimiento (el cual viene a ser una resultante de la división de los anteriores).

Así como el precio que se venía pagando año con año en el campo y el valor a que se ascendió esa producción, lo más relevante en el análisis lo constituye el rendimiento que se ha tenido que si bien en el cuadro se observa como variable que no manifiesta un nivel ascendente o descendente con la implantación de las nuevas variedades descubiertas y apegadas a las condiciones del Estado se ha elevado considerablemente - este rendimiento en los 2 primeros años, aún cuando no se hallan publicado los resultados, los hechos estan comprobados.

3.2 Requerimientos ecológicos:

El medio siempre ejerce una fuerte acción sobre las plantas, con ello viene afectando la fisiología o funcionamiento de sus órganos que lo hace depurar nuevas técnicas de defensa o condicionamiento, esto es una de las bases por las que un cultivo puede ser adaptado a otras regiones fuera de su habitad.

Para el caso del arroz el proceso característico del amacollamiento implica una base para su sostenimiento frente al medio.

En el amacollamiento del arroz las macollas nacen del nudo basal y de los nudos inferiores. El número de macollas depende de la distancia entre las plantas a mayor distancia mayor amacollamiento

Se entiende por amacollamiento cuando un grupo de plantas crecen muy juntas en las que aparte de un tallo principal coexisten otras plantas productoras semejantes, este caso lo vemos en el arroz y el pasto - con diferencia que el arroz es inducido por ser cultivado y requiere de más cuidados para que el medio no lo absorva y le represente un obstáculo para su desarrollo.

CUADRO 13 SUPERFICIE, PRODUCCION, RENDIMIENTO, PRECIO RURAL Y VALOR DE LA COSECHA DE -
ARROZ EN EL ESTADO DE CAMPECHE (1971-1978)

	1971	1972	1973	1974	1975	1976	1977	1978
Superficie cosechada								
(Has)	11500	13794	9323	8559	14950	9766	8848	5536
Producción (ton)	12926	17159	12561	15140	30057	21807	22000	11821
Rendimiento (Fg/Ha)	1124	1244	1357	1770	2010	2230	2486	2136
Recio rural (pesos /Ton)	1383	966	1773	1840	3000	3000	3100	3100
Valor de la Producción								
(miles)	17882	16589	22277	27881	90171	90171	65421	36660

Fuente:

Datos proporcionados por el Departamento de Economía de la
SARH en Campeche. (1981)

"La influencia de longitud del día depende de la temperatura y la especie indica es de las más sensibles a la longitud del día solar" (7) se a dicho que mientras se pueda controlar al suelo y canalizar el clima el cultivo ecológicamente no sufrirá pérdidas considerables.

3.2.1 Determinación del tipo bioclimático del cultivo.

Es muy importante realizar esta determinación ya que el arroz posee la propiedad de adaptarse y fomentar su producción arroceras en base a los requisitos que se le presentan para establecerse en los diferentes ambientes así como ya vimos anteriormente las especies de arroz se adaptan de diferente forma para subsistir en el medio característico.

En cuanto al clima existen una serie de condiciones que establece para determinar la estancia y desarrollo de un cultivo, mediante las condiciones climáticas que prevalecen en un lugar la vida de un cultivo incluyendo sus aspectos biológicos sufren alteraciones todo esto produce así una regionalización como en el caso del arroz cultivado en el continente Europeo (exceptuando la península Ibérica y el Africa no son centros productores en potencia).

Se cultiva principalmente en regiones tropicales y subtropicales con temperaturas elevadas y constantes que son favorables para esta gramínea.

En tales regiones, es posible que el cultivo dependa de la precipitación aunque puede también cultivarse en regiones semiáridas sólo -
(7) Parsons B. D. ob, cit.

cuando se dispone de un buen sistema de riego.

Asimismo el arroz requiere de mucho sol para su desarrollo es tipo especialmente importante cuando la panoja esta lista para su recolección (la panoja es un grupo de espiguillas que nacen en el nudo superior del tallo y dentro de esta espiguilla se encuentra el embrión que va a dar caracter al fruto.)

Los vientos secos pueden provocar quemaduras en las plantas, si ocurren en el momento de la floración disminuye la formación de granos.

Mientras que los vientos fríos y secos provocan el amarillamiento de la planta en sí estos durante el período de la recolección pueden -- causar considerables pérdidas de granos.

3.2.2 Evaluación agroclimática de la región de origen.

Para la misma cantidad de precipitación pluvial el coeficiente de variación de las lluvias aumenta más en el trópico, esto constituye que de los principales problemas de cultivo de arroz en algunos países asiáticos, como la mayor parte de Birmania, Tailandia, Indonesia, Camboya, las Filipinas y Vietnam del sur reciben, aprox. 2,000 mm. de precipitación pluvial al año.

Esta sería la cantidad de agua adecuada para el cultivo siempre y cuando su distribución fuese uniforme y no se viera tan interrumpida en su mayor parte a consecuencia de los fenómenos meteorológicos (Monzones Trifones, etc.)

El hombre adopta por tanto una participación activa al tiempo que no puede contrarrestar los efectos naturales realiza una planificación para la época de siembra.

"Si se dispone de agua para riego en los trópicos, puede cultivarse arroz durante la estación seca y el rendimiento en grano es mayor - que en cualquier otra temporada. Puede ajustarse la fecha de plantación, con el fin que sea posible recibir un máximo de energía solar, durante la etapa de reproducción. (8)

No obstante, la mayoría de las variedades cultivadas en los trópicos eran sensibles a los fotoperíodos y la longitud del día era un factor importante para el cultivo de arroz en las zonas tropicales.

En Asia en el curso de los siglos, se seleccionaron probablemente las variedades de arroz con fotoperíodos sensibles, porque podían plantarse cuando comenzaban las lluvias monzónicas y cosecharse en una fecha fija, después que cesaban las lluvias y disminuían las aguas de inundación, esas variedades utilizan el aumento de luz solar en las últimas etapas del crecimiento; esto tenía efectos benéficos sobre el rendimiento de los niveles más bajos del agua permitían que la recolección fuera más sencilla aunque el acamé y los daños causados por las plagas pueden ser mayores al durar más los cultivos sobre el terreno.

En si la longitud del día con el tiempo aumenta con la distancia al Ecuador.

El cultivo de la estación seca, en las regiones tropicales y mon-
(8) Moonaw y colaboradores (1964) citado por Topolansky.

zónicas del Asia, se expone a días cortos y gradualmente, los fotoperíodos se van haciendo más largos en las etapas posteriores del crecimiento.

En las zonas tropicales la temperatura plantea problemas graves para el cultivo de arroz debido a que sus variaciones son bajas en las zonas que se encuentran entre los 15° de latitud norte y 15° de latitud sur. El rendimiento promedio bajo de los trópicos se debe seguramente, en parte al clima cálido pues se sabe que por cada incremento de 10° de temperatura, el ritmo de la respiración aumenta dos veces más rápido que el de la fotosíntesis y los rendimientos en granos del arroz tienden a ser más altos en las zonas en que la temperatura es baja después de la floración.

"Los vientos suaves son benéficos para las plantas de arroz, puesto que así sopla aire nuevo en torno a las plantas se completa el suministro de bióxido de carbono, en contraposición los vientos fuertes, si se producen después que se hayan formado las panojas pueden provocar desplomes graves y el desgrane en los granos" (9)

3.3 Conformación de las regiones del mundo de difusión de la especie.

El arroz tiene una marcada distribución geográfica que se acentúa tanto en el continente asiático como en el americano en base a las condiciones ambientales (elementos climáticos) sobre todo estos junto con el tipo de suelos derivan el medio propicio para su desarrollo, el geógrafo forma parte fundamental en el estudio de esta relación ya que observa la precipitación temperatura, insolación, vientos etc. que ocurre (9) Topolansky y E. op. cit.

con las áreas productoras de cultivos, asimismo puede determinar áreas en base a las condiciones ambientales que rigen y establecer medidas de protección para el desarrollo del cultivo también en cierto grado optimizar su provecho.

En el cuadro 14 se observa cuales son los países productores y cosechadores de arroz del mundo que obtienen rendimiento siendo en orden creciente: España, Japón, Italia, Estados Unidos, República Arabe Unida, esto se basa sobre todo en el incremento de tecnología científica y en una cuidadosa investigación para su aprovechamiento mientras que los países con menor rendimiento vienen siendo: India, Pakistán, Japón, Indonesia, Tailandia, esta tabla nos muestra unos países exceptuados el caso de Japón siembran arroz en poca superficie obteniendo altos rendimientos debido a la tecnología que introducen en el cultivo mientras otros con poca manufactura deben sembrar más para incrementarlo.

CUADRO 14 ARROZ PALAY: SUPERFICIE, RENDIMIENTO POR HECTAREA Y PRODUCCION EN VARIOS PAISES PRODUCTORES DE ARROZ.

PAIS	SUPERFICIE (1,000 Ha)	RENDIMIENTO PROMEDIO (Ton / Ha)	PRODUCCION 1,000 (Ton / Mts.)
Brasil	4.291	1.583	6.792
Birmania	4.516	1,469	6,636
Camboya	1,376	1,482	3,521
Ceilan	572	2,378	1,360
China	837	3,913	3,275
Rep. Dominicana	89	1.651	147
El Salvador	20	2,500	50

India	37.722	1,547	46,787
Indonesia	7,760	1,965	15,249
Italia	154	5,260	810
Japón	3,280	5,713	18,740
Laos	960	1,817	784
Malasia (Occ)	456	2,377	1,084
México	167	2,724	455
Nepal	1,119	1,981	2,217
Nicaragua	27	2,407	65
Pakistan	11,513	1,650	18,994
Panamá	130	1,162	151
Perú	63	3,063	193
Filipinas	3,199	1,250	4,000
Portugal	33	4,636	153
Re. de Corea	1,246	3,908	4,869
España	63	6,349	400
Tailandia	6,799	1,618	11,000
Rau	506	4,644	2,350
Estados Unidos	952	5,018	4,777
Vietnam	2,300	1,956	1,500

Fuente: FAO, Sección del grupo de estudio del arroz marzo 1969

"Los bajos rendimientos en los trópicos son probablemente el resultado de muchos factores, algunos de los cuales son altas temperaturas diurnas y nocturnas, alta precipitación pluvial y baja intensidad lumínica y durante la temporada de los monzones el suministro limitado de insumos necesarios, tales como crédito, insecticidas y fertilizantes sin embargo el factor más crítico que ha limitado los rendimientos del arroz en los trópicos, es la falta de variedades que no se acaben y que

respondan bien al nitrógeno y puedan cultivarse con buenos resultados en esas regiones" (10)

3.4 El suelo y el rendimiento agrícola del cultivo.

Los suelos en que se cultiva la mayor superficie de arroz en Campeche, conocidos regionalmente como AK'alche; pertenecen a la serie de suelos vertisoles que se han originado del intemperismo de las rocas calcáreas; su modo de formación es insitu coluvial con una profundidad mayor de 1.5 m; alto contenido de arcilla montmorillonítica; fuerte plasticidad y adhesividad en húmedo, gran dureza en seco; alto grado de contracción al secarse y de dilatación al humedecerse, la profundidad agrícola o sea el espesor de la capa fértil, varía principalmente de 5 a 40 cms. después de esta profundidad se presentan horizontes gleyzados, los cuales son impropios para el desarrollo de las raíces de los cultivos.

Estos suelos se agrietan ampliamente en las estaciones secas, después que las grietas se han presentado en la estación seca, el material superficial del suelo cae dentro de las hendiduras. El suelo se rehúmedece en la estación húmeda por el agua que rápidamente corre dentro de las grietas y es mantenida en el suelo por las capas impermeables subyacentes.

Los períodos repetidos de secado o de rehúmedecimiento causan el levantamiento o expansión de las áreas entre hendiduras para producir un microrrelieve llamado "gilgai"

(10) Escuela de Agricultura de la Universidad de Filipinas, el arroz, 1977 (EAUF)

Los ciclos repetidos de expansión y contracción causan una gradual inversión del suelo, de esta manera, ellos se conocen como vertisoles.

El alto contenido de arcilla de expansión hace el suelo muy pegajoso cuando está húmedo y muy duro cuando está seco, la permeabilidad es baja cuando el suelo está húmedo.

La materia orgánica disminuye gradualmente con el aumento de la profundidad del suelo.

Si se cultivan bajo temporal, es necesario establecer los cultivos en épocas de lluvias con el objeto de aprovechar el agua de la precipitación, lo anterior tienen el serio inconveniente que el inicio de las lluvias es muy irregular y que estas tienen una mala distribución, lo cual redundará en que se tenga que sembrar o bien que los rendimientos no sean los esperados, todo esto afecta la manera y forma de sembrar del campesino.

3.4.1 Enfermedades y plagas.

Dentro del cuadro de las enfermedades que atacan al arroz tenemos tres grupos:

- a) Enfermedades causadas por hongos
- b) Enfermedades causadas por virus
- c) Enfermedades causadas por bacterias

Es pues en este orden que se afecta más el cultivo, de ellas la más peligrosa es la enfermedad causada por hongos de los que tres especies que actúan más: *Pyricularia oryzae*, *Cercospora oryzae* y *Helminthosporium oryzae*, la principal enfermedad que ataca al cultivo del arroz en

Campeche y en las demás regiones del trópico húmedo es la "quema del arroz" causada por hongos, *Pyricularia oryzae* la cual en esta entidad tiene características de endémica (propio de una sola región) debido a que las condiciones climatológicas prevalecientes la favorecen, las variedades que se siembran a nivel comercial son susceptibles o moderadamente susceptibles.

P. oryzae también produce sustancias tóxicas que reducen el desarrollo normal de las plantas junto con los demás daños mencionados afectan los rendimientos y calidad del grano hasta en un 50%.

"Respecto a los cultivos, los insectos aparte de ser dañinos son grandes portadores de virus que ocasionan mayor pérdida por parte de estos, los insectos no son afectados por el virus ya que una vez que lo adquieren se depositan en otra planta y la contagian dejando de esa manera ese virus". (11)

En el suelo existen, en forma natural, numerosas bacterias, muchas de ellas tienen gran utilidad para el medio también en forma directa para las plantas en general, otras son perjudiciales especialmente para los vegetales.

En ese conjunto de bacterias hay dos grandes grupos el de las aeróbicas y el de las anaeróbicas. Cada grupo tiene su función específica que se manifiesta en distintas formas en el terreno.

El cambio ambiental que sufre el suelo debido a las inundaciones puede favorecer la predominancia de que de estos grupos bacterianos lo que provocaría modificaciones que serán desfavorables para la planta de arroz.

(11) Topolansky E. ob. cit.

"Así entre las distintas bacterias hay un tipo que es favorable al ambiente vegetativo, son las azotobacterias, que fijan el nitrógeno del aire en el suelo algunas veces en combinación con ciertas algas y otros elementos" (12)

3.5. Evaluación sobre experimentos del arroz.

En todos los países existen actualmente campos agrícolas experimentales en los cuales se realizan investigaciones constantes sobre el arroz cada uno plantea sus objetivos de trabajo en cuanto a las necesidades y problemas que se requieren, tanto en los Estados Unidos como en - Asía los resultados publicados se tornan optimistas, respecto al desarrollo de nuevas especies o variedades que son estudiadas ya que realizan mejoras en todos los órdenes para procurar mejorar y soportar adversidades, tec.. Es en estas áreas donde se tienen mayor desarrollo experimental.

En el estado de Campeche existen avances en el campo del arroz motivado por el gran interés que se tienen en convertirlo como uno de los más grandes a nivel nacional e internacional el CIAPY inició sus actividades de investigación en el cultivo del arroz del temporal en 1968, tiene ubicados sus campos en las localidades de Escárcega y Champotón, donde se encuentran los suelos más propicios para el cultivo del arroz.

A partir de 1975 transfirieron el programa a la zona de Edzná por ser esta el área más importante para el cultivo de arroz de temporal entre los principales objetivos que plantea el campo agrícola experimental

(12) EAUF., ob. cit.

de Campeche se encuentra la formación de variedades resistentes a las enfermedades, que toleran a los períodos de sequía, con resistencia al acame y desgrane, con altura intermedio que permita la cosecha mecánica, ciclo vegetativo acorde con el temporal, buen potencial de rendimiento y - aceptable calidad molinera y culinaria.

Dentro del programa de arroz el CIAPY reestructuró sus actividades de investigación en base a 4 proyectos.

- Proyecto I Genotecnia
- Proyecto II Estudio Fitopalógicos
- Proyecto III Agratecnia
- Proyecto IV Estudios Especiales

En genotecnia se realizan estudios de manejo de poblaciones segregantes en que se han llevado a cabo selecciones, métodos genéticos durante varias generaciones, se consideran las mejores características agrónomicas de resistencia a las enfermedades y tolerancia a sequía luego las líneas sobresalientes se someten a ensayo de rendimientos para determinar su potencial de rendimiento en comparación con las variedades que se siembran comercialmente en la zona.

En estudios fitopalógicos, se determina la resistencia a enfermedades y principalmente a la *pyricularia oryzae*, los materiales segregantes se siembran en camas de infección para determinar su resistencia y/o susceptibilidad al patógeno.

Respecto a los Estudios Agrotécnicos se han establecido experimentos sobre fechas y densidades de siembra, niveles de fertilización, además se están estudiando los medios para el control de maleza, plagas y enfermedades. En los proyectos especiales se establecen lotes comerciales con las recomendaciones giradas por el programa antepuesto por el CIAPY.

IV AGROCLIMATOLOGIA

4.1 Generalidades del agroclima.

"Dado que es posible describir cuantitativamente las características de regiones bioclimáticas particulares, y la respuesta de las especies de plantas a la intensidad y distribución de los elementos climáticos, la productividad agrícola puede considerarse como un sistema biológico de insumo producto, al ser analizado numéricamente y evaluada en forma objetiva.

Los cultivos pueden diferenciarse según los requerimientos fenológicos con el fin de seleccionar el cultivo con la mayor adaptabilidad a los patrones climáticos expresados en términos numéricos" (13)

Agroclima se puede definir como un conjunto de condiciones climáticas principales determinantes de otras que son su consecuencia en sus valores de intensidad, duración, frecuencia y época que posibilita el cultivo económico de una especie determinada.

Este concepto no implicaría propiamente el del clima ya que dos localidades de clima diferente puede tener el mismo agroclima o que climas generales muy parecidos pueden provocar condiciones agroclimáticas distintas para un mismo cultivo.

Al abandonar la idea a definir unidades climáticas de igual aptitud agrícola y pretender de manera sistemática determinar los tipos agroclimáticos de los cultivos individuales se entra en el campo de la agroclimatología.

(13) Kowal. J. Zonificación agroecológica para la evaluación de las potencialidades agrícolas de la tierra. 1968.

En la actualidad se realizan determinaciones de tipo agroclimáticos en diversos cultivos.

"En la agroclimatología aplicada existen tres consideraciones que - deben tomarse en cuenta al comparar los datos climáticos en relación a la productividad agrícola o la adaptabilidad de agua, de manera general aquí influyen principalmente la temperatura la disponibilidad de agua y terreno.

La primera consideración consiste en identificar y cuantificar el - tiempo y espacio.

La segunda consiste en la descripción cuantitativa (cantidad e in- tensidad) de los elementos climáticos pertinentes durante el período en - que el clima no representa restricciones medio ambientales para la produc- ción de cultivos durante todo el año, en ello se incluye radiación, tempe- ratura cuando éstas se manifiestan en función del crecimiento y desarrollo de las plantas.

La tercera se refiere a la variabilidad anual de aquellos elementos climáticos que se relacionan directamente con la productividad, adaptabili- dad de los cultivos, y el desarrollo de una metodología sencilla para com- parar los límites de confianza de la producción agrícola, a través de la - elevación de su producción" (14)

4.2. Variables climáticas.

Una variable climática es aquella que define a un factor climatoló- gico y tiene una concepción únicamente física del fenómeno.

(14) Kowal J. ob. cit.

Así uno solo de los datos como los obtenidos en las estaciones climatológicas determinan en gran forma las relaciones y desarrollo en la vida de los seres vivos.

Los elementos principales utilizados para ubicar las áreas climáticas son: La temperatura y precipitación medias anuales que definen, en general, las condiciones ambientales prevalecientes en cualquier lugar.

Otros elementos complementarios son los siguientes: Temperatura máxima y mínima absoluta, velocidad y dirección del viento, radiación solar, evaporación, nubosidad, duración del día-luz, etc.

4.3. Variables agroclimáticas.

Una variable agroclimática es aquella que presenta una relación evidente entre el clima y la planta, tiene entonces un carácter biofísico por ejemplo, la precipitación relacionada con el ciclo de cultivo de una planta será una variable agroclimática, existe otro grupo de variables que complementan el efecto climático y ayudan a definir la adaptación de los vegetales.

Así tenemos entre ellas a la evapotranspiración potencial y aquellas que también se consideran como integrantes del clima edáfico, éstos son: La humedad del suelo y la temperatura del mismo, en determinados meses que un cultivo específico requiera de éstos parámetros.

Las variables agroclimáticas a su vez se pueden dividir en generales y específicas, el simple dato de la evapotranspiración potencial es una variable agroclimática general, si éste dato se toma en cuenta para ubicar el uso de un determinado cultivo será específico porque en su prí

mera fase la general en realidad no nos está refiriendo nada a un cultivo específico, lo mismo podríamos decir de la humedad del suelo, en el momento en que se hace alusión a un cultivo particular se está considerando una variable agroclimática específica por ejemplo: la sumatoria de temperaturas por encima de 12.8° siendo éste número el cero biológico de las cítricas, también una variable agroclimática específica puede ser fenológica si detecta la relación con una etapa básica del cultivo, como decir que la deficiencia de agua crítica en la maduración del arroz, sera de 800 mm. aproximadamente.

En el cuadro 15 se dá un enfoque sobre como sería el esquema general además que se observa que las variables agroclimáticas se pueden agrupar y estudiar a través de tres grandes grupos de acuerdo a su condición de limitantes por sus magnitudes extremas o que sean propicias para el desarrollo y el crecimiento de un cultivo específico.

Existen diferentes tipos de variables agroclimáticas entre las -- que podríamos denominar las siguientes: Índice de aridez y humedad detectables en el suelo, evapotranspiración potencial, altura de las lluvias durante el primero, segundo y tercer mes de germinación, temperatura del suelo, sumatoria de temperaturas de determinado ciclo etc.

CUADRO 15

ESQUEMA DE CLASIFICACION GENERAL VARIABLES

a) <u>Variables:</u>	Climáticas	
		Generales
	Agroclimáticas:	Específicas: fenológicas. No fenológicas
b) <u>Variables:</u>	Estímulo	Reacción

Climáticas o Agroclimáticas	Agua (excesos extremos)	Producen muerte en los Tejidos vegetales.
	Agua (sequedad extrema)	" "
	Temperatura (frio extremo)	" "
	Temperatura (calor extremo)	" "
	Viento (calores extremos)	" "
	Temperatura (termoperiodismo)	Determinan el desarrollo
	Luz (fotoperiodismo)	" "
	Temperatura (integral termodinámica.)	Determinan el crecimiento.
	Agua (hidroperiodismo)	" "

Fuente: IICA (1972)

El cuadro anterior observa la nueva función en la que están tomando parte los parámetros climáticos quienes al entrar en relación con las plantas y cultivos, pasan a conformar lo que se denomina índices agroclimáticos dando al mismo tiempo la climatología un giro a agroclimatología con lo que el campo de acción de aquella se amplía por la influencia que manifiestan.

4.4 Variables fisiodáficas:

Existen otros grupos de variables que es importante tomar en cuenta, éstas son las variables fisiodáficas.

A partir del conocimiento de los requerimientos edáficos o del suelo diferente de los cultivos, determinados en la primera etapa y del conocimiento de las prácticas culturales más aconsejables (riego, mecani

zación, etc.) se deberá analizar la información disponible sobre aspectos topográficos y edáficos del territorio a zonificar.

De tal manera es como el factor edáfico junto con el climático integran el conocimiento necesario para poder ubicar en el espacio geográfico las áreas potenciales para el desarrollo de cultivos específicos - por tanto, se distinguen un suelo de otro, por su especial comportamiento con respecto a cada cultivo, tal comportamiento se mide por el rendimiento de las plantas cultivadas, la integración entonces del factor edáfico con el climático puede ser considerada como una síntesis del medio ambiente.

En condiciones óptimas, el tipo de documentos cartográficos más empleados serán los mapas de capacidad de uso de la tierra (8 clases) y los de uso actual del suelo.

Algunas de las variables fisioedáficas consideradas son: topografía, geformas del lugar, temperatura a 5, 10 y 15 cm. de profundidad, humedad almacenada en el suelo, escurrimiento en cm., movimiento de humedad en el suelo en cm. etc. En ellas se observa la diferencia preponderante que ejerce el comportamiento del suelo.

4.5 Zonificación agroclimática.

Entre los autores que más investigaciones profundas han hecho al respecto incluyendo la exposición e ideas de otros destaca en América lo que el IICA (Instituto Internacional de Ciencias Agrícolas) ha desarrollado con base en los estudios de Javier García Benavides, Agrónomo investigador que trabaja actualmente en el Instituto de Costa Rica.

La clasificación agroclimática contempla las zonas fisiográficas, es decir el conjunto de las localidades que presentan el mismo cuadro climatológico en relación con una determinada especie vegetal.

La zona fisiográfica o agroclimática reúne en una sola área, sea continua o discontinua, todos los puntos que presentan las mismas características atmosféricas en relación con un cultivo dado, sirve de orientación para coordinar las actividades que tienen a una adaptación más perfecta del cultivo al ambiente y mejorar este último.

Así gracias a la zonificación agroclimática nos vemos ayudados y guiados en la elección de las medidas agrotécnicas, paracticadas y agromónicas adecuadas para desminuir la acción desfavorable de los factores ambientales.

La importancia de la zonificación agroclimática tienen como punto el análisis económico y la planificación.

Dentro de la primera ubicamos diagnósticos de mercado y la perspectiva económica de los mismos, mientras que en la segunda tenemos que los planificadores se plantean como mayor interrogante: la localización de áreas que tengan condiciones ecológicas adecuadas para estos cultivos.

En grandes áreas tropicales prácticamente deshabitadas, la zonificación es el punto de partida para cualquier acción de desarrollo, no cabe duda que la integración del factor clima con el factor suelo ha sido capaz de definir situaciones que permitan dilucidar que área es más conveniente para el desarrollo de los cultivos.

Muchos son los trabajos de aplicación agrícola o forestal en las cuales para probar la aptitud de una localidad, se requiere el tipo climático prevaleciente.

Las limitaciones que presentan estas aplicaciones directas a problemas biológicos, movió el interés de algunos autores para tratar de introducir modificaciones a aquellas clasificaciones, es decir tratar de lograr clasificaciones climáticas que sirvieran para apreciar las posibilidades agrícolas, afinando las jerarquías para así poder tener resultados prácticos como por ejemplo de éste grupo podemos mencionar a Papadakis J. (1954) y Delfina et. al (1962). Delfina realizó amplios estudios para ubicar cuantitativos índices en la República Argentina relacionándolos con los elementos del tiempo y otros del complejo ambiental.

Ellos definen sus tipos con índices climáticos fijos ordenados sistemáticamente atribuyéndoles una mejor o peor significación agrícola.

En lo que respecta al trópico existe época experimental sobre la zonificación ecológica de cultivos, en el país concretamente el estado de Campeche no tiene zonificaciones de éste tipo.

El presente capítulo establece las bases del método seguido en el curso de la investigación del arroz.

El Instituto Interamericano de Ciencias Agrícolas (IICA) desarrollo en el país de Costa Rica una amplia investigación sobre el cultivo del frijol cuyos resultados fueron muy satisfactorios y permitieron ampliar el conocimiento sobre dicha leguminosa.

El esquema de trabajo fue poco a poco conformándose y mejorándose para dar paso a uno final el cual pudiese ser aplicado con cultivos y en lugares cuya propiedad o características fueron similares.

El estado de Campeche geográficamente tiene características similares con Costa Rica como son: latitud cercana, al Ecuador, colinda con el oceano, vegetación tropical abundante al mismo tiempo que es una zona dedicada a aspectos agropecuarios, el arroz posee un ciclo de desarrollo (entre uno y dos meses más largo) que el frijol pero sus condiciones de habitat no son tan extremas debido a la flexibilidad de sus requerimientos agroclimáticos, es por esto que se llevo a cabo el estudio, a continuación como primera instancia se expone el método del IICA en cuestión para seguir analizando las diferentes cuestiones que lo conciben y a partir del inicio 5.2.1 se realizan diferentes aspectos del mercado aplicados al cultivo del arroz y para de ahí establecer sus valores agroclimáticos que le condicionan y realizar una zonificación de la gramínea.

V ANALISIS AGROCLIMATICO DEL CULTIVO DE ORIZA SATIVA.

5.1 Metodología

En 1977 el (IICA) en su Centro Tropical de Enseñanza e Investigación Turrialba, Costa Rica desarrollo un esquema para la zonificación e cológica de cultivos que pueden ser empleados en tres etapas diversas.

En el esquema general se había introducido recientemente la modi ficación de sustituir las variables climáticas, con las que se trabajo - en proyectos realizados en los años de 1968 y 1969 por variables agrocli máticas, tanto generales como específicas.

De ésta manera se realizaron los estudios para los países del - área Centroamericana y Panamá. Se hizo incapié en el régimen hídrico - no obstante quedaban una serie de incógnicas por resolver que sólo se po dían detectar a través de un sucesivo aumento en la precisión de las di ferentes etapas, sobre todo en lo que respecta al Estudio Agroclimático.

Así el IICA manejó tres grados de aproximaciones sucesivas.

a) Primera; es resultado de la expresión cartográfica sistemática del análisis de variables agroclimáticas que inducen en el cultivo de estudio.

b) Segunda aproximación es el resultado de adicionar a la primera aproximación las variables fisioedáficas que inciden en el cultivo.

c) Tercera aproximación, resultado de la adición a la segunda - aproximación de variables medio ambientales cuya presencia es localizada.

Las escalas cartográficas recomendables para éstas aproximaciones son: para la primera escala menores de 1:500 000 para la segunda escala de 1:500 000 y 1:500 000 y para la tercera escala mayor de 1:100 000.

Aunque la expresión cartográfica final puede ser flexible de acuerdo a los usos en que se ubique el trabajo.

Así como existen tres diferentes grados de aproximación dentro del esquema establecido también hay tres niveles de precisión agroclimáticas, los que al unir con las aproximaciones nos darán combinaciones que se ajusten a las exigencias de futuros proyectos.

Primer nivel de precisión agroclimática. En éste nivel se van a estudiar las variables agroclimáticas a partir de los valores promedios de las series de tiempo. Se trabaja con el régimen hídrico caracterizado por un balance de agua en el suelo entonces se determinan los valores mensuales promedio de excesos y deficiencias de agua de la serie de años considerados, el esquema del primer nivel de precisión en general correspondería a un análisis agroclimático adecuado para integrar la primera aproximación y bajo ciertas condiciones la segunda aproximación.

El segundo nivel de precisión agroclimática: La precisión de éste, es más significativa porque considera los valores mensuales separadamente. No existen entonces valores promedios, cada valor es individual y distinto permitiéndose determinar a un nivel mensual y quincenal variabilidades de fenómenos a través del espacio y tiempo.

Este nivel es ideal para integrar la segunda aproximación, aunque también podríamos usarlo en la primera, si la zona en estudio es demasiado grande (generalmente mayor de 50 000 km²) existe allí una serie muy grande de observaciones climáticas es casi necesario la ayuda de computadores debido a lo elaborado de su manipulación.

El tercer nivel de precisión agroclimática.

Aquí el análisis mensual es abandonado para determinar análisis - diarios, a veces puede ser suficiente cálculos semestrales pero para áreas de mucha variabilidad climática es necesario el diario para el cual es muy imprescindible la computadora.

La adopción de estos niveles vino como consecuencia de tratar de - contestar más preguntas y tratar de solucionar más problemas planteados en el transcurso de la zonificación ecológica. Mediante los análisis en los tres, niveles anteriores, no solamente se puede ubicar áreas aptas para el desarrollo de cultivos específicos sino que es posible detectar entre o---tras cosas, épocas propicias para siembra, épocas óptimas de siembra por--centaje de años negativos, estudio de la variabilidad de los rendimientos obtenidos, etc. Hasta aquí es importante destacar que dentro del presente estudio agroclimático se pretende utilizar el primer nivel de precisión a--groclimática combinándolo con la primera aproximación en cierta forma con opción a la segunda aproximación.

Ello se debe a las condiciones que plantea el método que se menciona anteriormente es factible combinar la primera aproximación o segunda - con el primer nivel de precisión.

Alcance del primer nivel

Con las variablea agroclimáticas en él empleados, se puede delimitar áreas aptas para el desarrollo de cada cultivo y efectuar una jerarquízación no muy rigurosa pero suficientemente estricta para la escala cartográfica empleada.

En éste primer nivel podemos elegir una o dos variables hídricas y una termica; se incluyen también condiciones fisioedáficas. Como se dijo

anteriormente, es propósito único de éste nivel efectuar una clasificación agroclimática específica preliminar que pueda detectar especialmente las zonas aptas para el desarrollo de un cultivo, las variables a ser usadas pueden ser muchas, a través del estudio completo de zonificación y en la aplicación de los tres niveles de precisión agroclimática; se observa gran cantidad de variables climáticas y agroclimáticas. Se presentará entonces el dilema de cual escoger; lo ideal sería seleccionar una variable más explicativa de la situación, a ser posible que tuviera significado fenológico y que fuera específica para el cultivo.

Para el efecto del desarrollo de la investigación que nos compete abarcamos el primer nivel de precisión agroclimática y debido a su relación en la parte tanto hídrica como edáfica se escogió la variable denominada: duración de la época de siembra que cumple con los objetivos mismos planteados por el método respecto al alcance del primer nivel ya que ésta variable sí tiene gran significado fenológico y es específica para el caso del arroz que fué el cultivo seleccionado.

Con dicha variable se estudia la longitud de la época en que se hace posible efectuar la siembra, relacionándola con la posibilidad del desarrollo total de la planta hasta su cosecha que se determina a partir del estudio de la acumulación de los excesos y deficiencias de agua durante el ciclo de la planta, en los cuales el cultivo del arroz tiene mucho que ver ya que esta es una planta hidrocálida en la cual gran parte de su ciclo de vida depende del aprovechamiento del agua.

Es necesario el estudio de los tipos agroclimáticos del arroz ya que los excesos y deficiencias límites provienen de este.

Se optó por realizar el presente trabajo al primer nivel debido a diversas cuestiones como fueron: partir del conocimiento individual al general ya que los otros niveles van siendo más complejos y era necesario comenzar por la base de acción que era este primer nivel, de acuerdo al tipo de datos climáticos que utilizan los niveles posteriores era necesario el apoyo de computadoras para establecer análisis de medias - semanales y diarias con un mejor cálculo de los propósitos que estos niveles involucraban ello no era posible conseguir, la cuestión más importante es la siguiente: el papel que la geografía está adoptando en esta serie de actividades donde tiene una relación más estrecha con el medio aquí se contempla en el contenido global como el geógrafo a partir del enlace que realiza el clima con los suelos y las plantas cultivadas debe ubicar áreas óptimas para el desarrollo de determinado tipo de cultivo en base a sus características, ello como función principal así se introduce el término zonificación agroclimática que define la descripción en espacio y tiempo de un lugar con óptimas condiciones tanto agrícolas como climáticas para el cual un cultivo o un grupo de cultivos dados - puede generar un desarrollo fenológico que van a derivar en mejores rendimientos.

5.2 Etapas del esquema.

Se definió un total de seis etapas progresivas comprendidas dentro del esquema metodológico general a seguir, que deberán ser utilizados en cualesquiera de sus nueve combinaciones que forman las tres aproximaciones y los tres niveles de precisión que generan las zonificaciones de área, de línea y de punto.

La zonificación de área como se explicó antes ya que el tema central del presente estudio, tiene por objetivo la delimitación en el espacio geográfico de las áreas con potencial ecológico para el cultivo - que se desee generar.

La zonificación de línea trata preferentemente sobre todo lo que respecta a la determinación y ubicación en el transcurso mensual de las fases del cultivo, en ella se considera el porcentaje de años negativos o sea aquellos donde las condiciones climáticas rebasan los límites de adaptación.

La zonificación de punto en ella es de mayor interés la distribución que se observa en el tiempo que la del espacio, se particulariza más aquí al efectuar nuevas jerarquizaciones a partir del estudio característico edáficas detalladas.

Primera etapa: Definición de los requerimientos agroecológicos de los cultivos. En ésta etapa se determina para el cultivo en estudio sus requerimientos ecológicos, los cuales deben ser definidos en diversas formas según la disponibilidad de la información. En el caso ideal se determina en primera instancia, los índices agroclimáticos, para lo cual se podrán sugerir las siguientes vías:

- a) Determinación del tipo bioclimático del cultivo.
- b) Evaluación agroclimática de la región de origen de la especie.
- c) Ubicación agroclimática de las regiones del mundo de difusión de la especie.

(Estas como se vió en el capítulo tres fueron analizadas particularmente), por tanto para consultar ésta primera etapa sería conveniente regresar a dichos inicios con el objeto de tener la información a la mano mediante la aplicación de las normas anteriores se puede determi--

nar el agroclima de una especie cultivada si la amplitud comprendida entre los valores extremos de los índices se dividen en jerarquías sistemáticas se obtienen los tipos agroclimáticos que facilitan la clasificación permitiendo establecer diferencias y analogías.

Paralelamente a la determinación de los índices agroclimáticos - habrá que proceder en forma similar con los requerimientos físico-edáficos del cultivo en función de sus exigencias biológicas y la tecnología para su producción.

En los casos en que el información sobre el cultivo sea deficiente se podrá emplear, para la determinación de los rangos de tolerancia del cultivo, el análisis de variables climáticas y no agroclimáticas, - como sería en la situación ideal.

Posteriormente serán analizadas todas las variables climáticas, - agroclimáticas y fiodáficas en los incisos que refieren a: respuesta - fotoperiódica, condición térmica, respuesta hídrica, condición edáfica, etc., completando al mismo tiempo las etapas definidas para el cultivo del arroz.

Segunda etapa: Estimación de elementos meteorológicos para el área de estudio: una situación real que se presenta en los países tropicales de nuestro continente y del mundo, es la poca información meteorológica disponible, la red de estaciones es de breve densidad y de deficiente distribución.

Por medio de diversas técnicas se debe estimar, para las localidades de registro parciales, los otros elementos meteorológicos necesarios

rios para el análisis agroclimáticos, las más frecuentes son: las térmicas en sus aspectos de medias generales, de máxima o de mínimas.

Tercera etapa: Análisis agroclimáticos.

Se contempla aquí el análisis agroclimático de acuerdo con el primer nivel de precisión.

Considerando que (dentro del estado de Campeche) existen condiciones de deficiente información metereológicas o de índices agroecológicos; podrán realizarse otro tipo de análisis, como sería la determinación de isoyetas acumuladas a partir de una fecha de siembra, determinación de períodos ecosecos (entendiéndose por éstos los meses durante los cuales ocurre diferente la precipitación) etc. Dichos análisis se establecieron para la totalidad de localidades que tengan registros meteorológicos, ya que en la quinta etapa se elaboran por interpoblación y análisis de los diversos mapas factoriales teniendo como punto de referencia las localidades analizadas.

Cuarta etapa: Análisis de variables fisioedáficas.

En ésta etapa se deben analizar los aspectos edáficos y topográficos del lugar que debe ser zonificado, esto se hace con base en todas las funciones que regulan el crecimiento de los cultivos y el conocimiento de prácticas mecanizadas, el tipo de documentos más importantes son los mapas de capacidad de uso de las tierras (8 clases) o de uso potencial.

En el caso de no disponer de ellos se puede emplear mapas de sue-

los, de tipo genético (grandes grupos, series, etc) los cuales deberán ser interpretados en función del estudio.

Con la finalidad de simplificar la interpretación de las variables fisioedáficas por los utilizadores de los mapas de zonificación, se recomienda hacer una jerarquización de las unidades cartográficas de suelo en función de su aptitud para el cultivo considerado.

Las tres categorías empleadas con mayor frecuencia son las siguientes:

- 1) muy buena
- 2) buena
- 3) regular

Quinta etapa: Elaboración de mapas de componentes.

Esta etapa básicamente se inicia con la confección de un mapa base que pueda ser reproducido en copias transparentes, se debe dar una expresión cartográfica a las variables ecológicas (agroclimática y edáficas) analizadas en las etapas previas, considerando los límites dados por los tipos agroecológicos los mapas generalmente a elaborar con sus respectivas variables serán los siguientes: mapa de variables térmicas, isotermas promedio anual, isotermas promedio para los períodos vegetativos del cultivo considerado, isotermas máximas e isotermas mínimas.

Mapas de variables hídricas: isoyetas totales para los períodos vegetativos del cultivo considerando, isolíneas con excesos hídricos - isolíneas de deficiencias hídricas.

Mapa de variables fisloedáficas; categorías de capacidad de uso - de la tierra o categorías de uso potencial de la tierra.

En toda ésta etapa se procura confeccionar los mapas de componentes en una escala cartográfica uniforme, en cuyo caso se utilizó la de 2 000 000 para el estudio del arroz en este trabajo.

Sexta etapa: Síntesis cartográfica sucesiva.

Esta etapa consiste en hacer una síntesis con los mapas de componentes elaborados en la etapa precedente. El número de estos que se emplean esta dado por el grado de detalle que se desee dar al estudio, - que a su vez estará relacionado con la escala cartográfica empleada.

El método más simple de llevar a cabo esta etapa es mediante el uso de una técnica empleada frecuentemente en ciencias geográficas, la denominada síntesis cartográfica sucesiva de los mapas de los componentes.

Septima etapa : Presentación de Resultados.

Esta etapa consiste en la elaboración de los mapas e interpretación respectiva. En el marco de los proyectos de zonificación se han adoptado algunas pautas para la presentación de los mapas finales así - la zona agroclimática general será delimitada por un trazo continuo - grueso, las subdivisiones térmicas delimitada por un trazo fino cortado y las hídricas por un fino punteado. Las subdivisiones fisloedáficas - son indicadas mediante trazos finos continuos.

Se ha dejado intacto la interpretación de los pasos que da el IICA para desarrollar su esquema metodológico para la zonificación de cultivos por varias razones las indicaciones que ellos dan son entendibles y pueden ser elaborados, los datos que piden en sus pasos pueden ser obtenidos y trabajados en el país ya que tanto las condiciones meteorológicas como bibliográficas son aptas para consultar, debido a que este es el primer trabajo que elaboro al respecto no es factible cambiar los métodos ello quizá pudiera ocurrir en una futura zonificación de línea o de punto.

5.2.1 Condición fotoperiódica.

El O. Sativa es una planta sensitiva en la que el fotoperíodo afecta la duración de su última fase de desarrollo por tanto también afecta el tiempo de maduración y sus rendimientos.

El arroz florece temprano durante los días cortos, las subespecies japónesas y javánicas no son tan sensibles a la longitud del día solar.

De tal manera la radiación solar es una de las determinantes más importantes en la producción del grano de arroz en el trópico aunque las variedades más modernas del ciclo corto no son sensibles al fotoperíodo, producciones más altas y respuestas mayores al nitrógeno son esperadas en temporadas de sequía, tomando en cuenta que el suministro no es un limitante, debido principalmente a la energía disponible para el proceso de fotosíntesis. Estas áreas con radiación relativamente alta durante el año más un control de agua utilizada mediante un sistema de riego, han sido aceptados como las que tienen un potencial de producción anual más alto en el cultivo de arroz.

En Campeche por lo general se tiene un fotoperíodo de 12 - 13 horas luz el cual se modifica entre otoño - invierno en una hora menos esto es suficiente para la planta ya que en el mes de octubre su proceso de maduración requiere menos horas - luz.

Las variables del país requieren entre 10 y 12 horas - luz por otra parte, las plantas que tienen un largo período de crecimiento son - altas y con muchas hojas, pero luego, sufren por baja recepción de luz en las hojas inferiores. Para su producción de altos rendimientos en - grano, se necesita una duración óptima de crecimiento en la que el número de renuevas, la superficie de hojas, la recepción de luz y la disponibilidad de nutrientes esten equilibrados.

Se presentan en general dos conceptos: primero que el arroz es una especie muy sensible a las bajas temperaturas y al fotoperiodismo; - se ha observado que la gran cantidad de luz y calor de los subtropicos y de las regiones tibias de las zonas templadas son factores que propician los altos rendimientos, en contraste con algunas regiones tropicales de días más cortos y nublados donde los rendimientos disminuyen sensiblemente.

Segundo, con la introducción de variedades enanas o semienanas insensibles al fotoperíodo y de alto rendimiento, la longitud del día, de por sí, no plantea problemas graves para obtener, en los trópicos un alto rendimiento de grano en el arroz.

Asimismo, es importante hacer notar que la floración de la mayoría de las variedades de arroz ocurre entre las 8 de la mañana y 4 de la tarde las variedades tardías (entre 120 y 140 días) si son afectadas

por la fotosíntesis, aún se afirma que el fotoperíodo donde mayor influencia ejerce es en las etapas de crecimiento.

En consideración general parece que las variedades de arroz del Asia son más sensibles al fotoperíodo mientras que las desarrolladas cerca del Ecuador en América no los son tanto, caso de Campeche que responde a un fotoperíodo corto donde las variedades que ahí se siembran no son afectadas.

5.2.2 Respuesta térmica.

La planta de arroz se desarrolla entre 25° y 35°C de temperatura teniendo una temperatura máxima de 35°C y una mínima de 12°C para la cosecha queda así como puntos extremos los límites críticos máximos de 20°C y 35°C respectivamente, sin tomar en cuenta el declive en temperatura que se sufre durante la germinación.

Analizando la influencia térmica en las diferentes fases fisiológicas del desarrollo del O. Sativa se puede observar que dada función tiene sus exigencias bien definidas como se detallan a continuación.

Se ha definido una temperatura para la germinación desde 12°C hasta 15°C como lo que tenemos básicamente que el límite térmico inferior en el cual ya no se presenta germinación es de 11°C.

La germinación junto con el amacollamiento (que ocurre en menos de dos semanas después de ésta) forma parte de la etapa vegetativa que abarca entre 65 y 75 días ello dentro de las fases fisiológicas del proceso de crecimiento, la temperatura a la cual se produce el amacolla---

miento que es el crecimiento uniforme del grupo de plantas de arroz a partir de la raíz terminal es entre los 15°C y 30°C además la planta de arroz no requiere luz para su germinación.

Dentro de la segunda fase, la reproductiva que generaliza entre 25 y 35 días se llevan a cabo dos aspectos muy importantes: la floración que se realiza entre las 8 de la mañana y las 4 de la tarde como ya habíamos dicho depende de una temperatura de 22°C a 23°C.

El otro aspecto lo constituye la polinización que es efectuada por el viento, ya que el arroz es una especie que autopoliniza del 1 al 3%, esta se lleva a cabo a los 30°C, finalmente dentro de lo que cabe la influencia que tiene la temperatura sobre las variedades de arroz, se estima que la formación del grano ocurre entre los 19°C y 20°C esta se realiza dentro de la última etapa que es la maduración en 35 días aproximadamente.

Como observación es digno de tomar en cuenta como la temperatura fue variando en cada una de las etapas de crecimiento del arroz, se observa, para la fase vegetativa es cuando la planta requiere la menor temperatura de todo su ciclo excepto esta fase cuando ocurre el amacollamiento en el cual su necesidad de calor es mayor, en la fase reproductiva, la temperatura aumenta desde los 22° hasta los 30°C cuando en la polinización alcanza el límite térmico superior descrito anteriormente con lo cual ha llegado hasta su punto más alto para luego tender en una regresión hacia la última fase y bajar hasta 20°C que es lo último que necesita para formar el grano, así la planta de arroz ocurre hacia ambos extremos térmicos para cubrir sus necesidades de desarrollo, existen discrepancias todavía respecto a que la temperatura y el fotoperíodo se manifiestan en interrelación para afectar las distintas variedades

des de arroz a lo que opino que es factible ya que el arroz es sembrado "Desde la línea del Ecuador hasta los 40°C en el hemisferio sur y los -49°C en el hemisferio norte". (15) tenemos el caso de que en primavera se tiene una temperatura dada y un fotoperíodo largo el cual sufre una gran variación. En otras temporadas como lo es otoño, la temperatura consera un estado medio mientras que el fotoperíodo es de poca duración o corto, como ocurre en el estado de Campeche.

5.2.3 Respuesta hídrica.

En relación a los requerimientos hídricos O. Sativa, se considera que la precipitación necesaria para el cultivo de arroz en variedades - de Asia entre 1000 y 1500 mm. de 600 a 1200 mm. en variedades de América se opina que la mínima necesaria es de 300 a 400 mm., con todas ellas se obtuvo un rango de precipitación adecuada a las condiciones del trópico de 800 a 1300 mm. para cubrir sus requerimientos.

En Campeche cada 20mm. de agua que cae 2 mm. son evaporados, 5 mm se escurren mediante percolación, 3mm. son absorbidos por la planta, 10 mm. son transpirados por ella, es decir que poco más de la mitad del agua de lluvia o de riego pueden ser administrados por la planta para su sustento.

Las variedades tardías requieren una menor cantidad de agua esto entre 800 y 900 mm. ya que sus funciones las realiza en forma más lenta pero más práctica administrado sus reservas, las variedades tempranas - requieren de 1082 a 1180 mm., de agua originado por su papel más activo asimismo se calculó que entre 107 y 436 mm. se evaporan y que de 54 a - (15) Topolansky E. ob. cit.

1700 mm. se van infiltrando continuamente, la planta de arroz absorbe - una gran cantidad de agua debido a su zona de desarrollo y las condicio nes que imperan en el medio en que se desenvuelve esta se ha adaptado - para lograr absorber y acumular gran cantidad de agua con lo que la pér dida por evaporación o infiltración es muy poca.

Se calcula que la velocidad de infiltración ocurre en los suelos propiamente arroceros de una manera muy lenta, ésta es menor a 1.15 cm/ hora lo que dá una oportunidad mayor a la planta para poder absorber po co más de agua en lo que respecta a las variedades sembradas en los sue los del estado de Campeche propiamente ésta gran cantidad de agua viene ocurriendo durante la etapa reproductiva de la planta en la cual su con sumo es bastante alto ya que la temperatura lluviosa es de 5 meses, de junio a octubre, mientras que la temporada seca ocurre durante 7 meses - de noviembre a mayo, tomando las irregularidades de la lluvia.

Referente a la pérdida de agua que sufre el suelo se sabe que as- ciende la evapotranspiración en el mes de mayo donde se presenta la má- xima que es de 1631.6 mm. mientras que la mínima ocurre en enero este - dato es para el continente americano.

Con base en los datos caracterfsticos de las estaciones climatoló gicas en Campeche en el cuadro 16 se expone un balance hídrico con re- ferencia en índice agroclimático útiles para el arroz.

CUADRO 16 INDICES AGROCLIMATICOS QUE CORRESPONDEN A LA INTENSIDAD DE LA HUMEDAD Y LA SEQUIA PARA O. SATIVA EN CAMPECHE

Deficiencia de agua en cm.	Exceso de agua en cm	Denominación
150 +	0.00 -	Semiseco
100 - 150	0.00 - 150	Semihúmedo
0.00 - 100	150 - 190	Húmedo
9.00 -	190 +	Muy húmedo

Elaboro: Vicente Javier López Arellano.

Las denominaciones estructuran el rango que abarca cada una de estas es como se procedió a definir la intensidad de la humedad y la sequía para O. Sativa, es de agregar que estas apreciaciones fueron elaboradas para zona tropical a una latitud entre 10°y 19°N como lo es el Estado con el fin de consumo de agua por parte del arroz.

5.2.4 Condición edáfica.

Por lo general el arroz requiere suelos con mal drenaje, pesados compactos con baja aereación ya que el cultivo no tolera otro tipo de suelos.

El O. Sativa necesita de suelos vertisoles gleysoles y los denominados Ak'alché en la Península de Yucatán, las texturas óptimas son pesadas con más de 60% de limos y arcillas, ya que los suelos vertisoles son muy arcillosos, con un pH de 5.5 a 6.5.

La altura de la planta de arroz va desde 50 cm. hasta 1.50 mts. - el cultivo varía desde 0 hasta los 1500 mts. sobre el nivel del mar, pH

para suelos con cultivo secano entre 5.5 y 6.5 y 7.0 y 7.2 para cultivos acuáticos como los acontecidos en Asia.

El pH que necesitan los suelos arroceros es el resultado de suelos ácidos ya que este viene por debajo de los niveles neutros.

El cultivo requiere de suelos con los siguientes elementos: nitrógeno, potasio, fósforo, el primero es fundamental, por ello es recomendable combinar una cosecha de arroz con una de leguminosa ya que estas plantas conviven con las azotobacterias del género Rhizobium las que absorben y fijan en sus tejidos el nitrógeno de tal forma que el arroz pueda utilizarlo para su ciclo.

Es oportuno asimismo mencionar que en la Península de manera general se desarrollan mucho el calcio y el magnesio otros de los elementos que requiere el arroz en el suelo para su cultivo.

El tipo de suelo como se conoce en el Estado tiene otras denominaciones por las cuales fue clasificado, pero aun así este no pierde las propiedades que lo generalizan. Si dentro de la clasificación maya el arroz predomina el suelo Ak'alché, en clasificaciones FAO/UNESCO se relaciona con los vertisoles y gleysoles, dentro de 8 clases o capacidades de uso de suelos estos terrenos entran dentro de la cuarta y quinta clase.

5.3 Estimación de elementos meteorológicos.

En el siguiente cuadro se manejaron los valores de temperatura y precipitación de todas las estaciones que tomaron registro con idea de ir acercando la climatología de Campeche a las fases fenológicas del -

cultivo del arroz.

Explicación de los índices climáticos ubicados en el cuadro 17 obtenidos en las diversas estaciones del estado de Campeche con períodos de observación mayor de 10 años.

1) Temperatura media en °C durante los meses del período vegetativo del arroz meses (junio a octubre) en Campeche.

2) Precipitación media en cm. durante los meses del período vegetativo del arroz meses (junio a octubre) en Campeche.

3) Isotermas máximas y mínimas ocurridas durante los meses del período vegetativo del arroz (junio a octubre) en Campeche.

4) Sumatoria de temperaturas y precipitaciones en °C y cm. respectivamente durante el período vegetativo del arroz meses (junio a octubre) en Campeche.

5) Isoyetas máximas ocurridas durante los meses del período vegetativo del arroz (junio a octubre) en Campeche.

CUADRO 17 TEMPERATURAS Y PRECIPITACION TOTAL, MEDIAS, MINIMAS Y MAXIMAS

ESTACION	(1) °C	(2) cm	(3) °C	(4) °C cm.	(5) cm.
1) Bolonchén	27.1	14.6	38.4/26.0	135.7/73.4	19.3/10.3
2) Calkiní	28.7	14.88	29.9/27.0	143.8/74.4	20.1/ 9.2
3) Candelaria	27.6	19.9	28.7/26.4	139.1/99.9	24.8/14.9
4) Campeche	27.5	17.3	28.4/26.4	137.5/86.7	23.7/ 9.1
5) Cd. del Carmén	28.9	18.1	30.1/27.5	144.7/90.5	25.4/14.0
6) Champotón	32.4	20.7	42.2/24.3	162.1/103.6	26.5/107.
7) Dzibalchén	26.2	15.2	28.2/25.9	137.1/76.4	20.8/12.5
8) Escárcega	27.1	29.4	28.2/25.6	135.7/102.3	26.5/13.3
9) Esperanza	26.9	16.2	27.6/25.8	134.6/81.3	24.4/11.0
10) Hecelchakán	26.7	16.4	28.4/24.4	133.0/82.2	22.4/10.1

11) Hool	25.5	24.2	28.3/26.4	127.8/121.2	31.8/15.9
12) Hopelchén	27.8	12.6	23.9/27.0	139.3/63.0	18.8/3.9
13) Isla Aguada	28.9	19.0	28.8/26.9	140.3/95.2	25.6/14.4
14) Miguel Hgo.	26.9	19.0	27.8/26.0	134.8/95.0	22.7/16.0
15) Monclova	27.2	23.3	28.1/26.4	136.3/116.6	28.4/17.8
16) Nilchí	27.6	17.4	29.0/26.0	138.4/87.1	75.0/12.5
17) Palizada	17.9	27.2	28.8/26.7	139.8/136.3	35.7/23.2
18) Pixoyal	27.4	21.0	28.9/25.9	137/105.3	30.6/14.4
19) Sabancuy	27.7	22.5	28.3/27.1	138.6/112.7	28.6/15.6
20) San Isidro	26.8	24.5	27.6/25.6	133.8/122.6	27.6/16.6
21) Silvituc	27.5	18.1	28.5/25.7	136.5/90.5	25.3/14.7
22) Zoh-Laguna	23.8	14.6	24.9/20.7	119.8/72.6°	19.9/12.3

Elaboro: Vicente Javier López Arellano.

La estimación de elementos merereológicos, sobre todo en lo referente a precipitación se hace necesaria para la mayoría de las regiones tropicales debido a la escasas de estaciones observadoras. La elaboración de mapas de istoremas e isoyetas a partir de datos reales, ven menguada su precisión por la falta de valores observados y la mala toma de estos por parte del personal metereológico.

Por ello que en ocasiones es necesario interpolar para poder sacar resultados satisfactorios, o si mediante estimaciones de diversa índole y correlacionado los diversos datos del mismo parámetro como es el caso que vimos anteriormente donde tenemos un estado con una deficiente red termopluviométrica en el que hace falta diversos datos como radiación solar, temperatura del suelo, velocidad de los vientos, humedad del suelo etc. los cuales deben ser localizados a partir de combinaciones con temperatura y precipitación para que de esta manera se pueda

tomar más en cuenta la veracidad y al momento de pasarlos al mapa interponerlos con mapas de isoyetas e isotermas, Thornthwaite ayuda mucho en este caso para definir esta correlación ya que su método es flexible, - en las figuras 7 y 8 se observan la precipitación y temperatura ocurrida en el estado

5.3.1 Estimaciones térmicas.

Es necesario hacer notar que el 95% del total de las estaciones - trabajadas tienen como temperatura media entre 25.5°C y 30°C con lo que la diferencia térmica equivalente es muy representativa por ello no se acudió a tomar en cuenta el total de las estaciones.

Una vez que se estableció la temperatura que requiere el arroz durante su período vegetativo se procedió a relacionar las temperaturas - de diversos niveles como las tenemos en el siguiente capítulo para efecto de transponer los datos del cuadro se calculó el trazo sobre el plano seleccionado conformando de esta manera un primer paso así se delimita mediante ubicación de estaciones las características térmicas necesarias para el cultivo de arroz.

Segundo paso corresponderá el trazo de isolíneas para estos diferentes índices o parámetros con ello se genera una visión más global y nos comienza a dar el enfoque final.

El tercer paso se procederá a superponer como ya se explicó anteriormente los diferentes mapas originando con ello una combinación de - variables y la confirmación final.

Este mapa resultante será el final conformando una apreciación -

agrológica generada y trabajada a partir de datos climáticos donde se u bican las zonas térmicas propicias para el cultivo.

5.3.2 Estimación hídricas.

A partir del método seguido por C.W. Thornthwaite citado por la - S.A.R.H. se calcularon los parámetros de: evapotranspiración potencial, evapotranspiración real, excesos y deficiencias de agua, precipitaciones todas ellas con base en el período vegetativo que ocupa el cultivo del arroz en sus 5 variedades dentro del Estado, con los cuales se tra zaron isoyetas promedio máximas y mínimas, isolíneas de deficiencias hí dricas, isolíneas de excesos hídricos etc.

Para el análisis agroclimático que a continuación se hace con el método de Thornthwaite era necesario conocer la humedad relativa para - calcular la evapotranspiración. Este elemento climático es poco obser vado en las estaciones meteorológicas del trópico, su importancia radi ca en que interviene en el régimen de consumo de agua por las plantas - como indicativo del déficit de saturación hídrica.

Dentro del campo de la geografía la humedad relativa es un paráme tro muy poco conocido dicho a su dificultad para expresarse tanto carto gráficamente como la variación que aquella tiene lo que impide establecer gradientes generales.

No obstante se ha establecido a la precipitación como un indica- dor que va a la par con la humedad ya que sus variaciones están muy cu cadas entre ambas de tal manera que analizando tanta la precipitación r como los excesos y deficiencias de agua se analizan la humedad, en gene ral se establece que la humedad aprovechable viene siendo la diferencia

entre la capacidad de campo (CC) y el porcentaje de marchitamiento permanente (PMP) entendiéndose por (CC) el contenido de humedad de un suelo, después de un riego pesado o una lluvia fuerte una vez que se ha drenado el exceso de agua por la acción de la gravedad mientras que el contenido de humedad de un suelo en el cual se encuentran creciendo plantas indicadoras de girasol que se marchitan y que no pueden recuperarse a menos que se les agregue agua se les conoce como (PMP) existe de manera general de un 30 a 70 de (CC) y de 17 a 40 (PMP) para suelos con textura arcillosa para lo que la humedad aprovechable es de 13 a 30% en general.

5.4 Análisis agroclimático

El análisis agroclimático pretende discriminar las áreas aptas para el desarrollo del cultivo, entre los índices empleados debe figurar tanto uno térmico como uno hídrico de los que ya vimos anteriormente, - el cálculo de las magnitudes del exceso de agua en el suelo y deficiencia de agua en el mismo. Se hacía necesario estimar la evapotranspiración potencial dentro de las fórmulas climáticas empíricas acertadas - que nos permiten solucionar el problema de escogí la de Thornthwaite - aún cuando no fué generada en latitud media.

Se había hecho con anterioridad la referencia de que en este primer nivel de precisión agroclimática era necesario trabajar con la variable agroclimática elegida duración de la época de siembra.

Este nos indica el lapso durante el cual se puede sembrar entendiéndose sobre todo que las condiciones agroclimáticas permiten que se pueda efectuar la cosecha, para ello es necesario estudiar las acumulaciones de los excesos y deficiencia de agua durante un ciclo siguiendo

las siguientes advertencias propuestas adaptadas para las variedades de arroz siendo el ciclo 150 días.

- 1) La deficiencia de agua acumulada no debe ser superior a 150 cm.
- 2) El exceso de agua acumulada no debe ser superior a 150 cm.
- 3) Debe existir deficiencia en el período con posibilidades de -- siembra esta deficiencia deberá ocurrir al inicio.
- 4) El tipo ideal de ciclo buscado es aquel donde el exceso se a-- crecienta hacia el final sin perjuicio de que el deficit dismi nuya siempre y cuando no pase del límite establecido.

En sí este sería el marco agroclimático basado en condiciones hí-- dricas para el cultivo del arroz donde queda por observar en las esta-- ciones que registran regímenes pluviométricos cuales de estos son ajus-- tables a los ciclos de siembra y cosecha en el estado de Campeche.

5.5 Análisis fisioedáfico.

Los documentos que tienen información accesible de inmediato para su utilización en los proyectos de zonificación son muy escasos, los re lativos a la descripción de la capacidad de uso potencial de la tierra se ajustan bien a estos propósitos.

En la clasificación elaborada por el sistema de conservación de - suelos del departamento de agricultura de Estados Unidos se agrupan o-- cho clases donde los períodos de deterioro del suelo o las limitaciones en su uso son progresivamente mayores de la clase I a la clase VIII.

Los suelos agrupados dentro de las primeras 4 clases, bajo buen - manejo, son capaces de producir plantas que se adapten a la zona, de - las otras clases son limitadas en su uso.

Estas clases se rigen o condicionan también por determinadas sub-clases con el fin de unificar criterios estas son: suelo, erosión, clima, drenaje, en el mapa de Campeche capacidad de uso de la tierra tenemos ubicado al Estado en su mayoría dentro de las clase IV y V como aptas para cultivo del arroz, ocupando las zonas costeras la VII y VIII - respectivamente. Figura 7 capacidad de uso de la tierra.

Los suelos de IV clase tienen un drenaje superficial e interno - lento con un relieve plano, 0-05% de pendiente, tienen un alto contenido de arcilla, no son pedregosos con un espesor de 60cm. de profundidad aproximadamente, se encuentran inundados durante el período lluvioso - (de junio a septiembre) esto ocurre en Campeche cuando el arroz necesita de humedad y agua para su desarrollo aunque el clima es moderadamente adverso, en general son apropiados para la agricultura pero es conveniente implantar sólo 2 ó 3 cultivos comunes o específicos o uno no común, como el arroz y la caña de azúcar, debido a su textura retienen un alto grado de humedad con peligro, continuo de encharcamientos, las tierras ubicadas en esta clase son aptas para labores agropecuarias (cultivos, pastoreo).

En tanto los suelos de clase V son planos prácticamente con un drenaje superficial e interno muy lento y un espesor de 20 a 50 cms. de profundidad, son altamente arcillosos lo que trae como consecuencia que se encuentren inundados en un período de casi 8 meses (junio a enero) - aunque después de la temporada de lluvias en octubre su condición es - más bien pantanosa, ésta misma temporada está condicionada por las limitaciones climáticas, para ello no existe ningún peligro de erosión, esta clase no puede sostener cultivos agrícolas comunes a menos que se les dote de grandes obras de infraestructura y se les de un manejo intensivo común.

ESTADO DE CAMPECHE

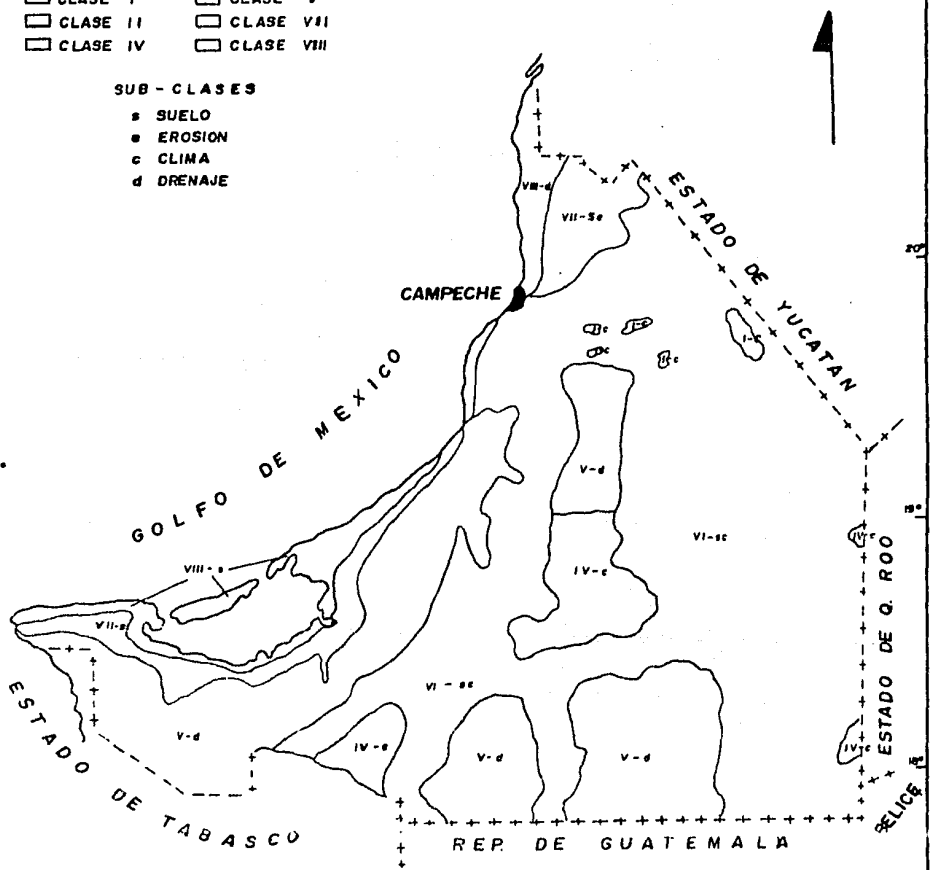
CAPACIDAD DE USO DE LAS TIERRAS

CLASES

- | | |
|------------|--------------|
| □ CLASE I | □ CLASE V |
| □ CLASE II | □ CLASE VII |
| □ CLASE IV | □ CLASE VIII |

SUB-CLASES

- s SUELO
- e EROSION
- c CLIMA
- d DRENAJE



SIMBOLOGIA

- Límite Estatal + - - -
- " Internacional + + + +
- Capital del Estado
- Límite de Capacidad

ESCALA 1 : 2,000 000

92°

Fuente: AGROLOGIA-SARH191*

90°

Fig.7

Estas dos clases observadas especialmente quinta son excelentes para el cultivo de arroz debido a que sus propiedades están muy ligadas con las necesidades de la planta de tal forma que se demuestra con este caso la relación que existe entre clima - suelo- cultivo .

El período lluvioso intenso en el Estado comprende propiamente los meses de junio a octubre tomando esto en cuenta de la irregularidad de las lluvias y aporta al suelo la cantidad de agua que el arroz utilizará en sus diversas etapas fenológicas: fases vegetativa, reproductiva, - maduración.

Los suelos Ak'alché presentan las características idóneas de inundación por ende el aprovechamiento de humedad en los meses de junio a octubre.

En el Estado ocurre que el ciclo de siembra del arroz es de 150 días para las variedades tardías, en Campeche se siembra en junio para levantar la cosecha en la primera quincena de noviembre ya que octubre es el mes de maduración de la planta, todo el sistema de siembra es mecánico por tanto el nivel de manejo es alto.

VI SINTESIS CARTOGRAFICA

6.1 Explicación del mapa hídrico.

Con base en la importancia que tiene la precipitación para el suelo y el cultivo de arroz se elaboran cinco mapas hídricos en los que el factor precipitación era primordial ubicar.

El método de trazo fué el siguiente: inicialmente se llevaron a cabo triangulaciones entre todas las estaciones, ésta operación también se conoce como isolíneas rectilíneas reducidas al nivel del mar donde de acuerdo a la escala que se trabajo, (2,000.00) para toda la cartografía se realizaron divisiones entre los valores definidos de cada estación y se trazaron las isolíneas uniendo cotas iguales hasta los límites de la triangulación, como ésta no cubre el área completa del Estado, se tomo de base el plano de isoyetas para continuar las líneas hasta los límites del Estado, se tomo en cuenta el mapa altimétrico para verificar el efecto del relieve, ésta fué determinante en el Sureste del Municipio de Hecelchakán, los mapas hídricos resultantes son:

Islíneas de excesos hídricos.

Islíneas de deficiencias hídricas.

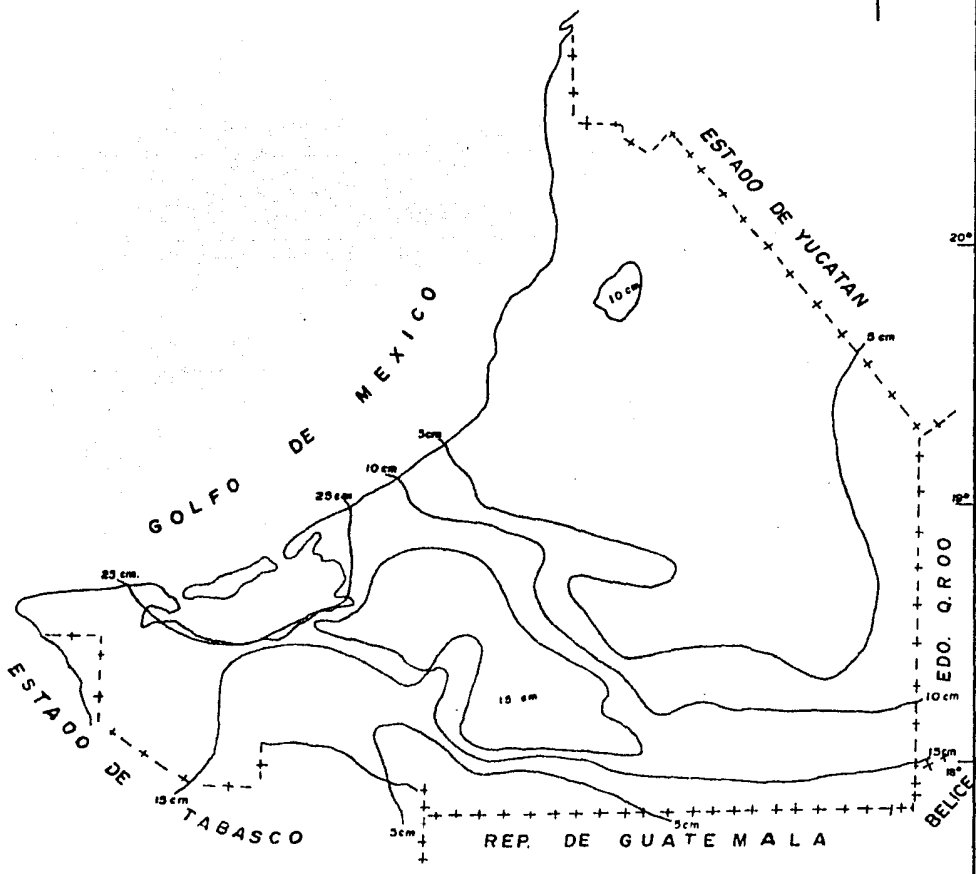
Isoyetas promedio para el período vegetativo del cultivo.

Isoyetas totales para el período vegetativo del cultivo.

Todo esto junto con el mapa de isoyetas del Estado conforman en general el mapa hídrico.

Dentro de la figura 8 de excesos hídricos se observa que la zona norte del Estado abarca los Municipios de Calkiní, Hecelchakán, Tenabo, Campeche, parte de Champotón y Hopechén, en éstos no se localiza ningun tipo de excedente hídrico, mientras que en el Carmén se encuentra un ex-

ESTADO DE CAMPECHE
ISOLINEAS DE EXCESOS HIDRICOS
 (Junio - Octubre)



SIMBOLOGIA
 Límite Estatal + - + -
 " Internacional + + + +
 Excesos Hídricos ———

ESCALA 1: 2 000 000
 80 0 80
 Km

Elaboró: VICENTE J. LOPEZ ARELLANO

Fig. 8

92°

91°

90°

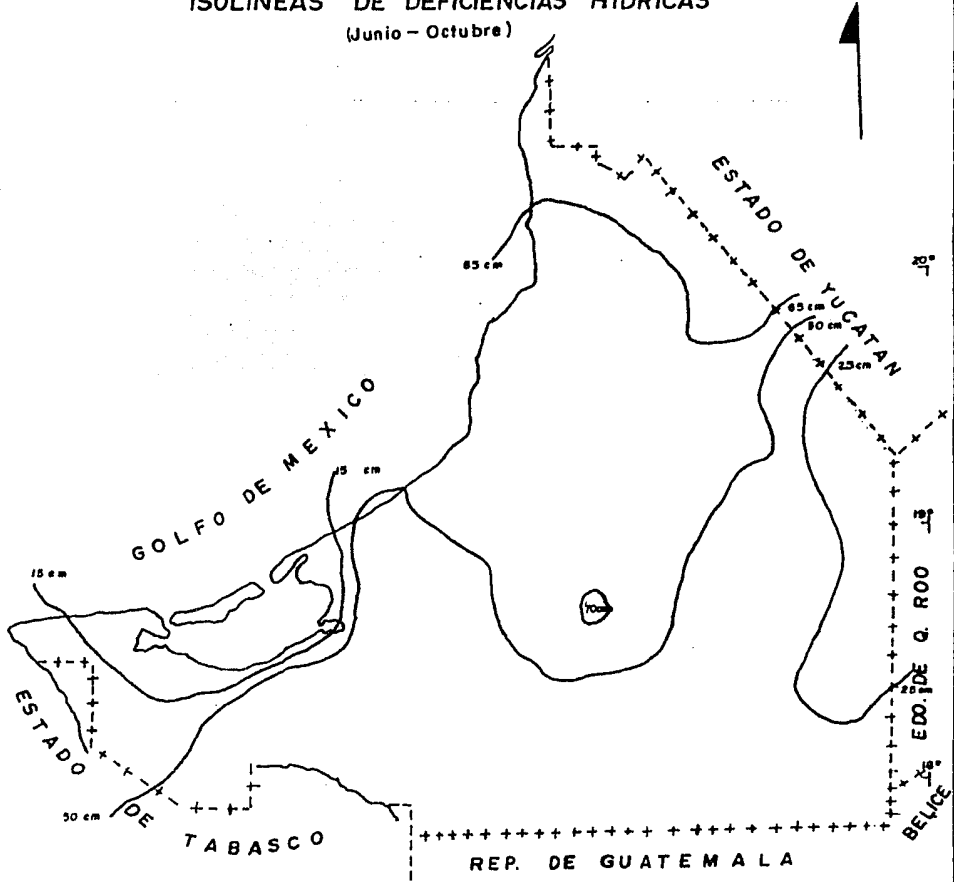
cedente mayor de 15 cms. la zona sur del municipio de Hopelchén y de Champotón, comprenden entre los 10 y 15 cms. de agua acumulada así el municipio del Carmén de acuerdo con las exigencias de consumo de agua por parte del arroz se presenta apta para su cultivo y en menor parte las zonas descritas entre 10 y 15 cms.

En compaginación con los excesos hídricos se tiene: la figura 9 - de deficiencias hídricas en el se ubican a las zonas con menor cantidad de agua acumulada, ello corresponde a la zona norte del Estado donde el requerimiento de agua es alto con rangos mayores de 50 cms. reduciéndose ésta gradualmente hacia el sur, prácticamente los Municipios de Calkiñí, Hecelchakán, Tenabo, Campeche y el Carmén, Palizada y la zona sur de Hopelchén y Champotón son lugares donde el equilibrio entre deficiencias e incrementos de agua son muy acentuadas decididamente en éste caso el estado de Campeche se encuentra dividido a partir del paralelo $18^{\circ}30'$ donde la zona norte es subhúmeda y la zona sur húmeda, éste límite geográfico es útil para ubicar zonas de cultivo de arroz a la parte sur del Estado.

Durante el período de Junio a Octubre se calcularon las isoyetas promedio y totales para las estaciones del año, ésto debido a que en ese lapso de tiempo ocurre el período de crecimiento y desarrollo del arroz, con ésta relación se trazaron índices agroclimáticos cuya función fué de terminar zonas que respondan hídricamente al arroz durante su ciclo de acuerdo a las necesidades.

Respecto a la figura 10 de isoyetas promedio para los períodos vegetativos del cultivo con base en que se requiere una cantidad de 19.0 centímetros promedio se toma a la zona oeste a partir de las poblaciones de: Miguel Hidalgo, Monclova, Escarcega, Pixoyal, Champotón, Hool y Edz-

ESTADO DE CAMPECHE
 ISOLINEAS DE DEFICIENCIAS HIDRICAS
 (Junio - Octubre)



SIMBOLOGIA

- Limite Estatal + - + -
- " Internacional + + + +
- Deficiencias Hídricas ———

Elaboró: VICENTE J. LOPEZ ARELLANO



92°

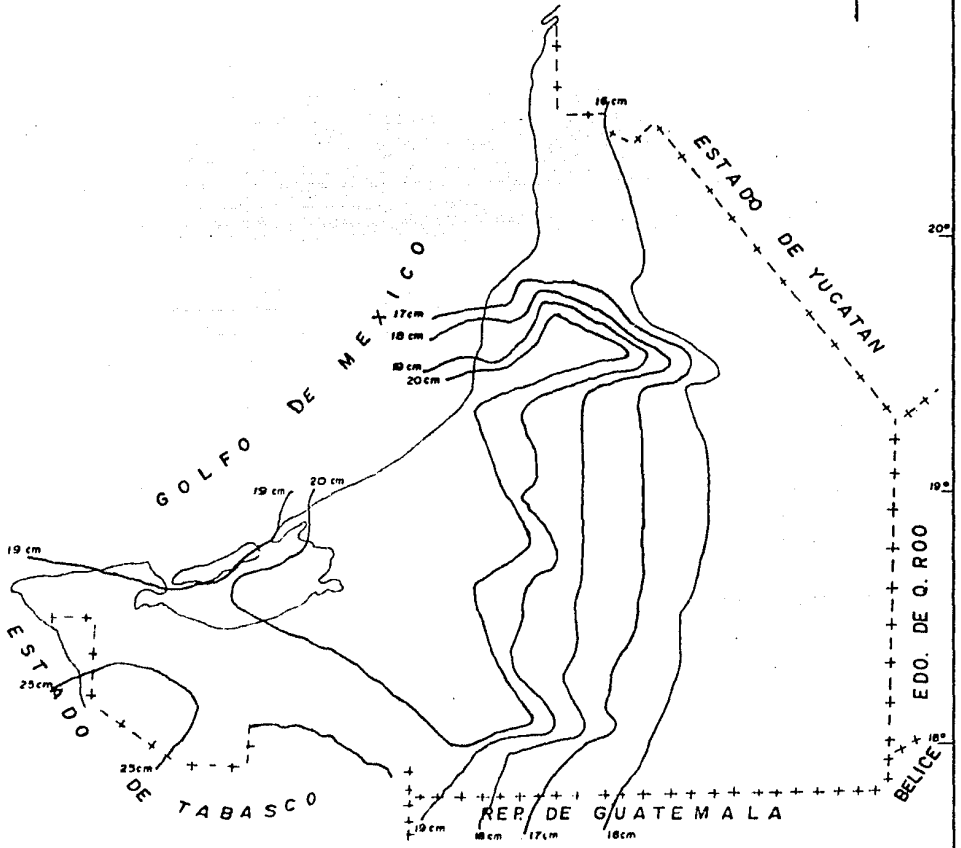
91°

90°

Fig.9

ESTADO DE CAMPECHE

ISOYETAS PROMEDIO PARA LOS PERIODOS VEGETATIVO
DEL CULTIVO DEL ARROZ
(Junio - Octubre)



SIMBOLOGIA
 Limite Estatal + - + -
 " Internacional + + + +
 Isoyetas promedio cm _____

Elaboró: VICENTE J. LOPEZ ARELLANO

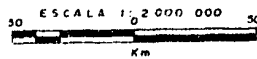


Fig. 10

92°

91°

90°

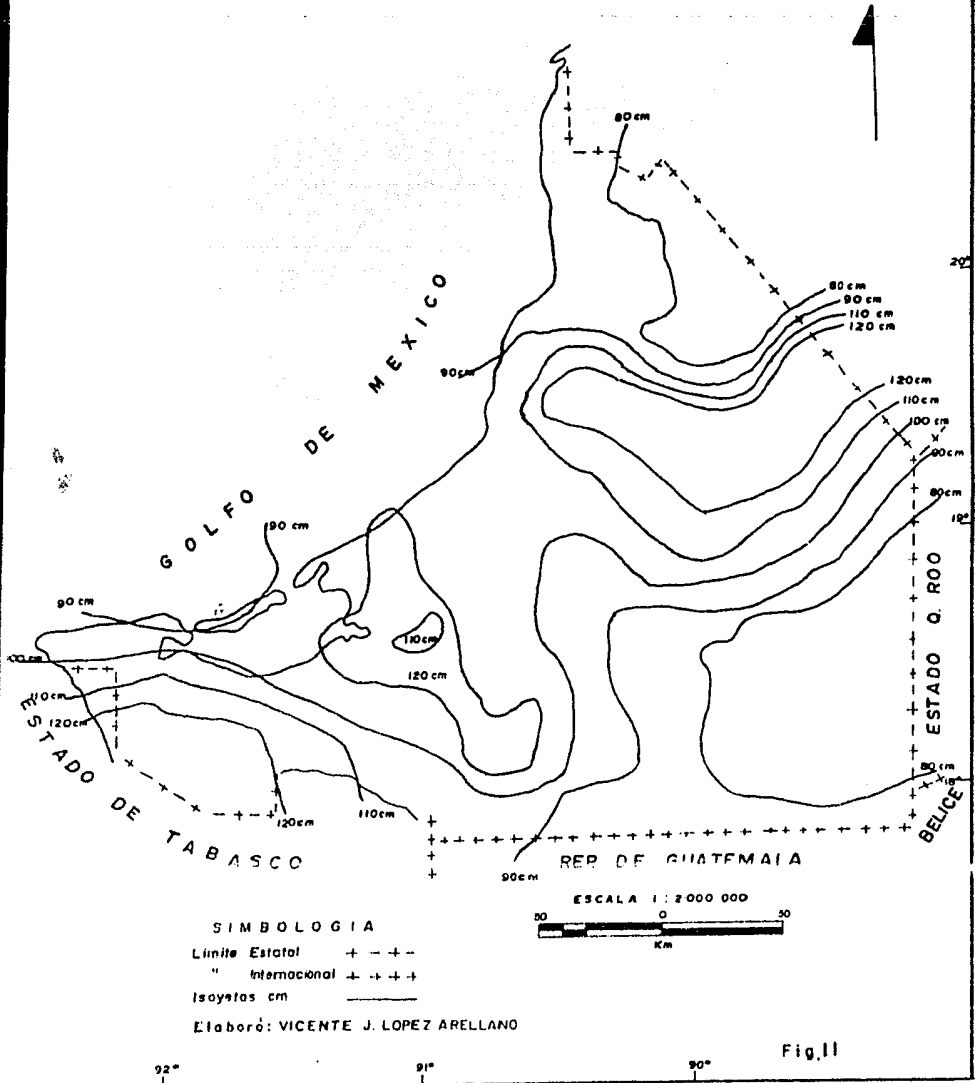
ná, como límites con la configuración que adoptaron las isoyetas, se terminó que toda la zona al oeste reúne los requerimientos promedio de agua para el arroz mientras que el meridiano $90^{\circ}35'$ aproximadamente hacia el este hasta el poblado de Hopelchén y la Esperanza con ciertas condiciones se pueden abastecer ese promedio de agua no así la porción que se establece a partir de éste poblado hasta el límite con Quintana Roo donde el promedio es menor de 16 centímetros.

La figura 11 de isoyetas totales para el período vegetativo del cultivo establece las áreas donde la precipitación total durante los meses de Junio a Octubre va desde 80 hasta más de 120 centímetros según los criterios establecidos, el cultivo de arroz requiere de 80 a 130 centímetros de agua total para satisfacer sus demandas por lo que casi todo el Estado tiene posibilidades de recibir esa cantidad total de agua excepto las zonas noroeste que comprende parte de Calkiní, Hecelchakán, Tenabo, Hopelchén, al límite con el estado de Yucatán y suroeste en la frontera de Belíce y Quintana Roo, éstas zonas reciben menos 80 centímetros de precipitación total al año, ésta última es zona de contraste topográficos ya que en ella se localiza tanto la meseta de Zoh Laguna como las zonas altas del Estado, por todo ello se hace énfasis en la diferencia que realiza el relieve para el trazado de la isolíneas por tanto la resultante del mapa hídrico determina los municipios del Carmén, Palizada, sur de Champotón y Hopelchén, como aptos para el cultivo de arroz tanto en variedades tardías como tempranas.

Es de notar por último que los cálculos realizados para determinar exigencias y deficiencias de agua fueron realizados con el método de Thornthwaite.

ESTADO DE CAMPECHE

ISOYETAS TOTALES PARA EL PERIODO VEGETATIVO DEL
CULTIVO DEL ARROZ
(Junio - Octubre)



6.2 Explicación del mapa térmico.

Dentro de la zonificación del cultivo de arroz otra de las variables a utilizar es la térmica donde la temperatura juega un papel importante en el desarrollo de la planta.

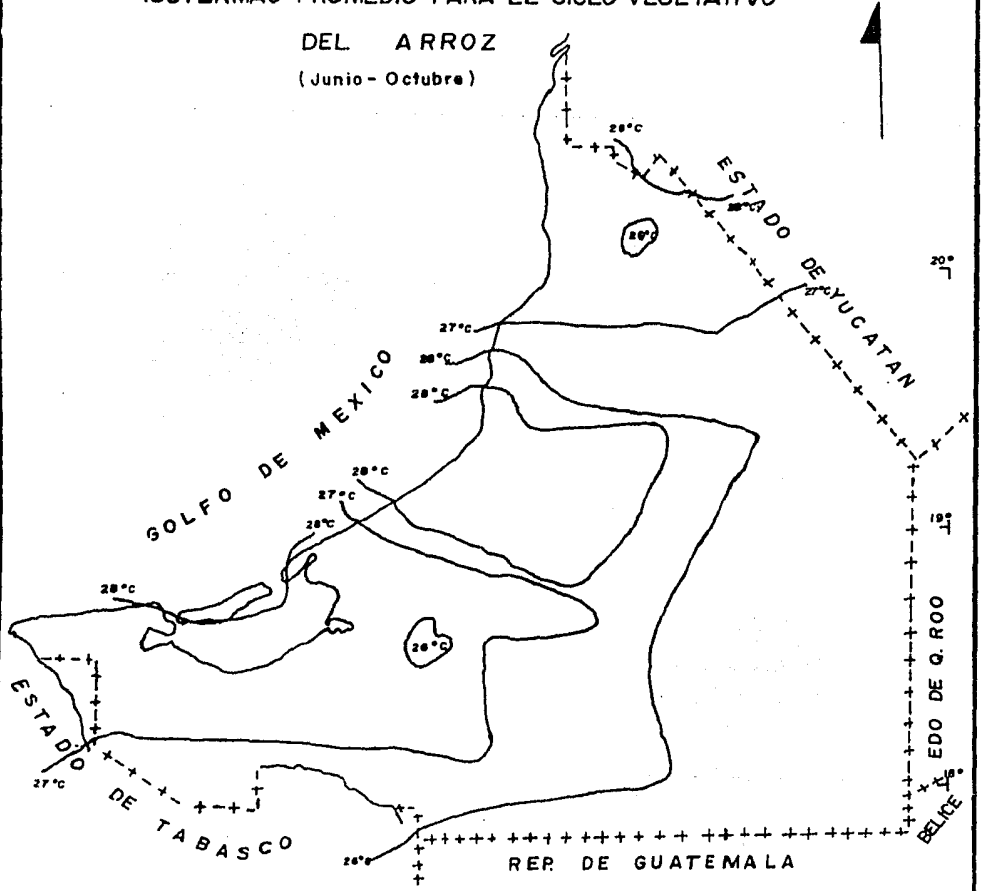
A este efecto se realizó un cálculo de temperatura con las estaciones del Estado para elaborar la figura 12 de isotermas promedio para los períodos vegetativos del cultivo de arroz, el método de trazado fue el mismo que para los mapas hídricos y se completa este capítulo con el mapa de isotermas.

Así la zona térmica propicia para el cultivo de arroz se ubica entre los 26° y los 28° los municipios de Palizada y oeste de Carmén y se ubican entre éstas temperaturas. Estos Municipios son los de mayor extensión dentro del Estado, con ello el clima es homogéneo, entre ellos que facilita el desarrollo del arroz, aparte de esta zona se encuentra la de Palizada.

Las temperaturas extremas no significan ningún obstáculo en esta zona pues las máximas registradas se ubican en las zonas costeras: Isla de Ciudad del Carmén, Champotón y Campeche, la altitud dentro del Estado tampoco tienen participación activa en caracterizar la temperatura - por ser el Estado parte de la planicie, se trazaron asimismo dos mapas en una etapa llamada combinación de variables denominadas isofanas de siembra figura 13 e isofanas de cosecha figura 14 entendiéndose por isofanas las líneas que establecen una relación directa del clima y planta, que son representadas cartográficamente, se determina también el cultivo en función del tiempo o clima y del espacio geográfico, esto se entiende como primera opción en la realización de las fichas fenológicas,

ESTADO DE CAMPECHE

ISOTERMAS PROMEDIO PARA EL CICLO VEGETATIVO DEL ARROZ (Junio - Octubre)

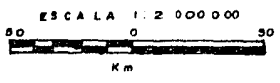


SIMBOLOGIA

Limite Estatal - - - - -

" Internacional - - - - -

Isotermas Promedio ————

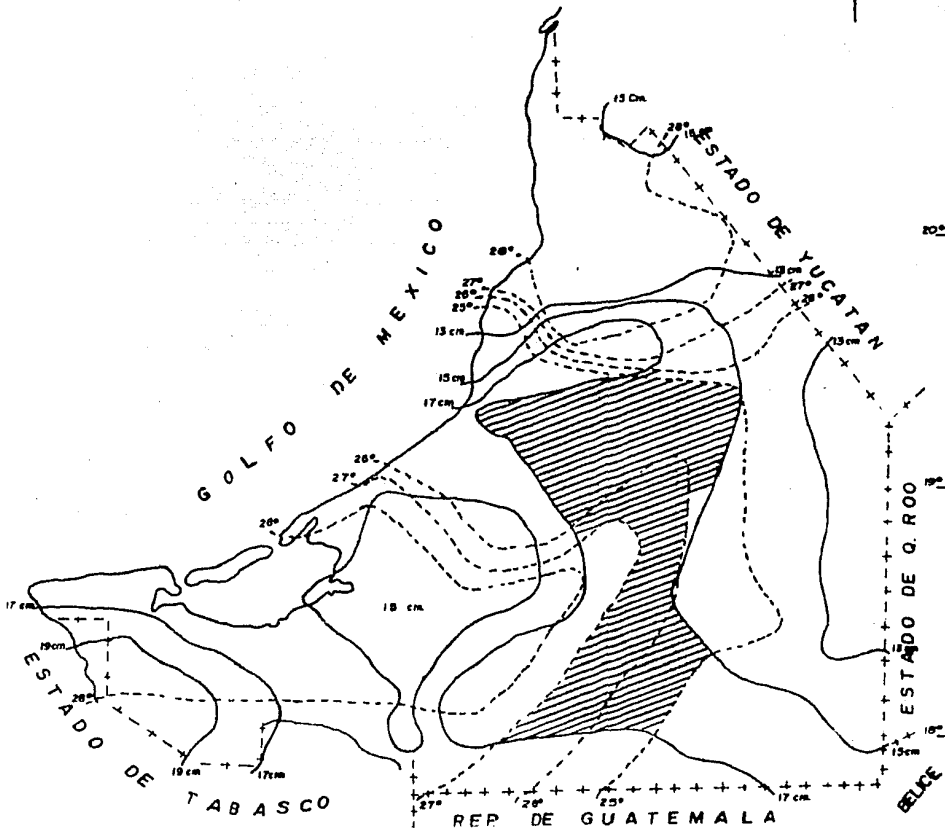


Elaboró : VICENTE J. LOPEZ ARELLANO

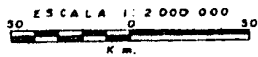
92°
91°
90°

Fig.12

ESTADO DE CAMPECHE
 ISOFANAS DE SIEMBRA
 (Mes de Junio)



SIMBOLOGIA
 Límite Estatal + - - + -
 " Internacional + + + + +
 Temperatura °C - - - - -
 Precipitación Cm. ————
 Temperatura y precipitación en el mes de junio
 Elaboró: VICENTE J. LOPEZ ARELLANO

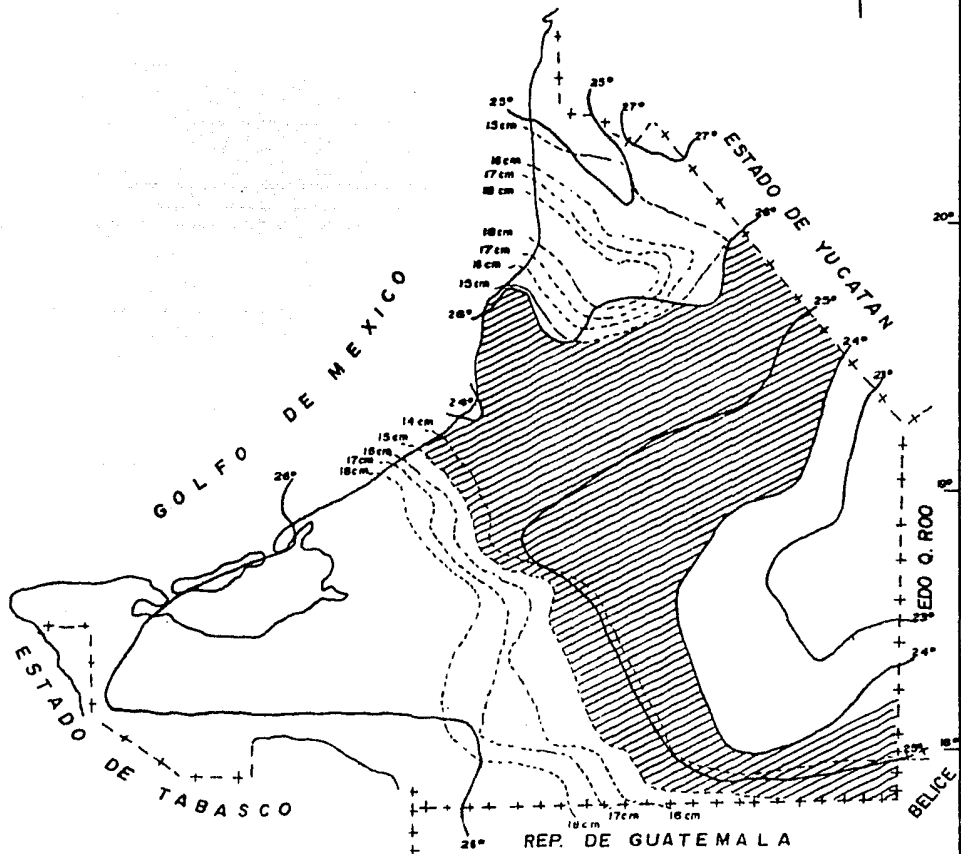


92° 91° 90° Fig.13

ESTADO DE CAMPECHE

ISOFANAS DE COSECHA

(Mes de Octubre)



SIMBOLOGIA

Límite Estatal + - - - -

" Internacional + + + +

Temperatura °C ————

Precipitación Cm - - - - -

Elaboró: VICENTE J. LOPEZ ARELLANO

ESCALA: 1:2 000 000

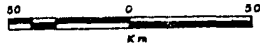


Fig. 14

para lo cual se tomaron los datos de precipitación y temperatura media y de cada una de las estaciones del mes de Junio que es la fecha en que se realiza la siembra y de Octubre cuando se lleva a cabo la cosecha, para el trazo se siguió la metodología igual que en el mapa hídrico de tal manera que las áreas que presentaron igualdad de conciones tanto térmicas como hídricas se exuraron, con todo ello se tomo a la temperatura óptima entre 25 y 29° y precipitación de 15 a 17 centímetros, debido a que en Junio es cuando las lluvias están en apogeo, en el mes anterior (mayo) - el suelo sufría una fuerte evaporación y el arroz requiere de ésta fase un excedente de agua para realizar eficientemente su etapa reproductiva, mientras que para la cosecha las zonas exuradas vienen siendo las que la temperatura detecta entre 25 y 26° y la precipitación es menor de 15.0 centímetros, definido éste como el tiempo que las espigas están maduras y facilmente pueden secarse ya que una alta temperatura o un elevado índice de humedad las haría pudrirse.

Las zonas que se ubican dentro del plano de isofanas de cosecha en la zona de Edzná, municipio de Campeche, Champotón y en los límites del Carmén y Champóton, mismo llegan hasta la frontera con Guatemala.

Compaginando con el plano de Isofanias de siembra quedaron el municipio de Champotón zona norte, zona de Edzná en el municipio de Campeche teniendo como límites los poblados de Dzibalchén, Esperanza, Pixoyal, - Champotón, en las zonas norte, sur y oeste respectivamente, es factible observar como la zona centro del Estado abarcando desde Edzná hasta Miguel Hidalgo se considera clave para el cultivo del arroz, ya que las condiciones que hasta el momento se han analizado así lo permiten respecto a lo ancho de éstas zonas ya depende propiamente de las características del suelo y de la unión de los mapas térmicos, hídricos como analizaremos a continuación.

6.3 Explicación del mapa fisiográfico.

Con el mapa de capacidad de uso de la tierra (8 clases) queda formado al final de éste inicio la síntesis cartográfica compuesta en éste trabajo por ocho mapas:

- 4 Hídricos
- 1 Térmico
- 2 Térmicos - Hídricos
- 1 Edáfico

La figura de caracter edáfico dentro de 8 clases, la IV y V con ciertas limitaciones representan zonas de mayor aprovechamiento para el cultivo, estas zonas se ubican en los municipios de Champotón, zona norte y sur de Carmén, zona sur así como parte de Hopelchén y Campeche, de hecho existen 4 tipos de limitantes o subclases que son: suelo, erosión clima y drenaje, tanto suelo como drenaje son parte muy activa en el aprovechamiento del espacio para el cultivo, los suelos debido a su poca permeabilidad, su textura en compaginación con el drenaje son fácilmente inudables por tanto éstos son propicios para el cultivo del arroz ya que reúnen sus mismas características, asimismo aquí es donde predominan los suelos Ak-alché o llamados vertisoles que provienen de procesos de erosión coluvial durante muchos miles de años de las partes altas circundantes, con éste quedaron definidos los tipos de mapas que se utilizarán para representar la síntesis cartográfica prácticamente del área del estado de Campeche quedó enfocada en un solo mapa general en el que se vació la información anterior descartando aquellas zonas que no concordaban.

RESULTADO.

En el mapa final se observa la ubicación de las áreas potenciales para el desarrollo de O. Sativa en el estado de Campeche, en el se observa una línea gruesa que corresponde al límite agroclimático general - teóricamente toda área situada fuera de éste límite no es apta para el desarrollo del cultivo.

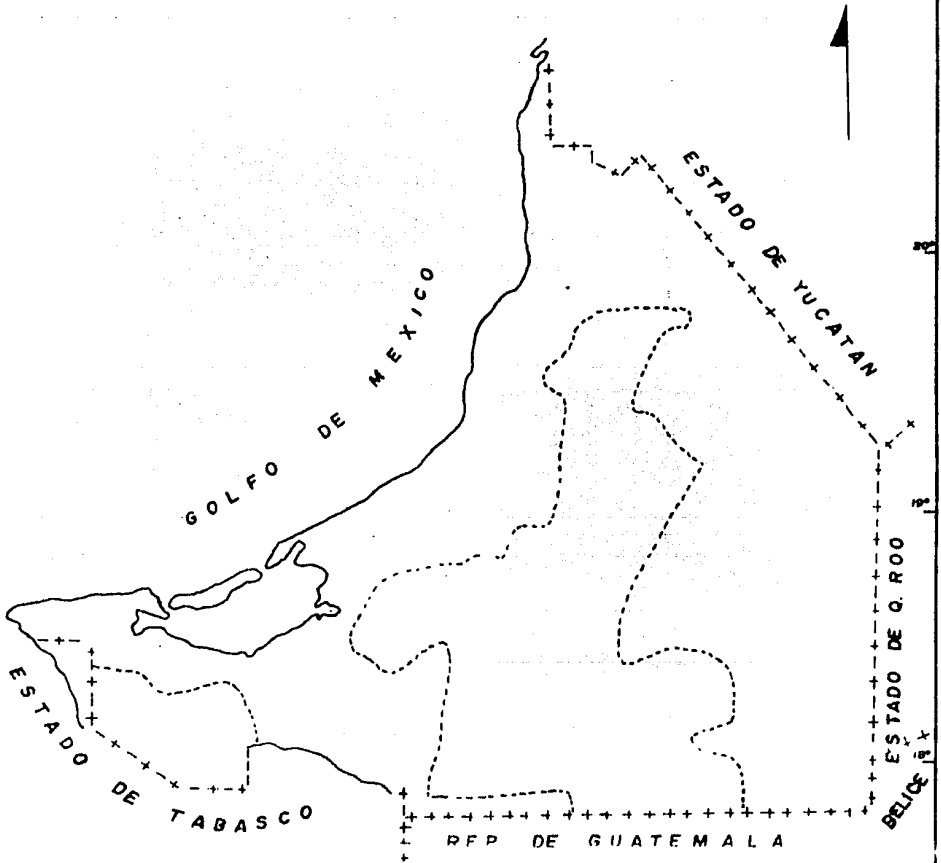
Dentro de los límites agroclimáticos generales, en las áreas que no han sido delimitadas con variables fisioedáficas, se podrá implantar el cultivo siempre y cuando las condiciones del suelo sean adecuadas o que se pueda condicionar, el área total enmarcada dentro del Estado corresponde a 18,384 Km² equivalentes a 1'834,400 has. todo ello corresponde a un 32.76%, ésta área fue obtenida por medio de un planímetro de nivel, figura 15 zonas de potencial agroclimático aptas para el cultivo de arroz.

De ello la mayor parte corresponde a los Municipios del Carmén, - Champotón, Palizada y en menor forma en pequeñas porciones a los Municipios de Campeche, Hopelchén y Tenabo, todo ello abarca el centro y sureste del País.

La delimitación de área debido a la ausencia de accidentes naturales como ríos, montañas, lagos, etc. se basa en la ubicación de las estaciones climatológicas que corresponden a poblados del mismo nombre de tal manera que en la parte norte los límites lo constituyen: Nilchí, Hopelchén, Hool, en la parte media Pixoyal, oeste San Isidro, este de Silvituc, finalmente en la parte sur ésta delimitada por el poblado de Monclova y de Esperanza, la otra parte lo constituye todo el Municipio casi de Palizada, desde el río secundario de Palizada hasta llegar a la fron

ESTADO DE CAMPECHE

ZONAS DE POTENCIAL AGROCLIMATICO APTAS PARA EL CULTIVO DEL ARROZ



SIMBOLOGIA

Limite Estatal + - - - -

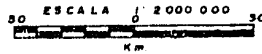
" Internacional + + + + +

Zonas Aptas - - - - -

Area Total 18,304 Km²

1,838 400 Has

Elaboró: VICENTE J LOPEZ ARELLANO



92°

91°

90°

Fig.15

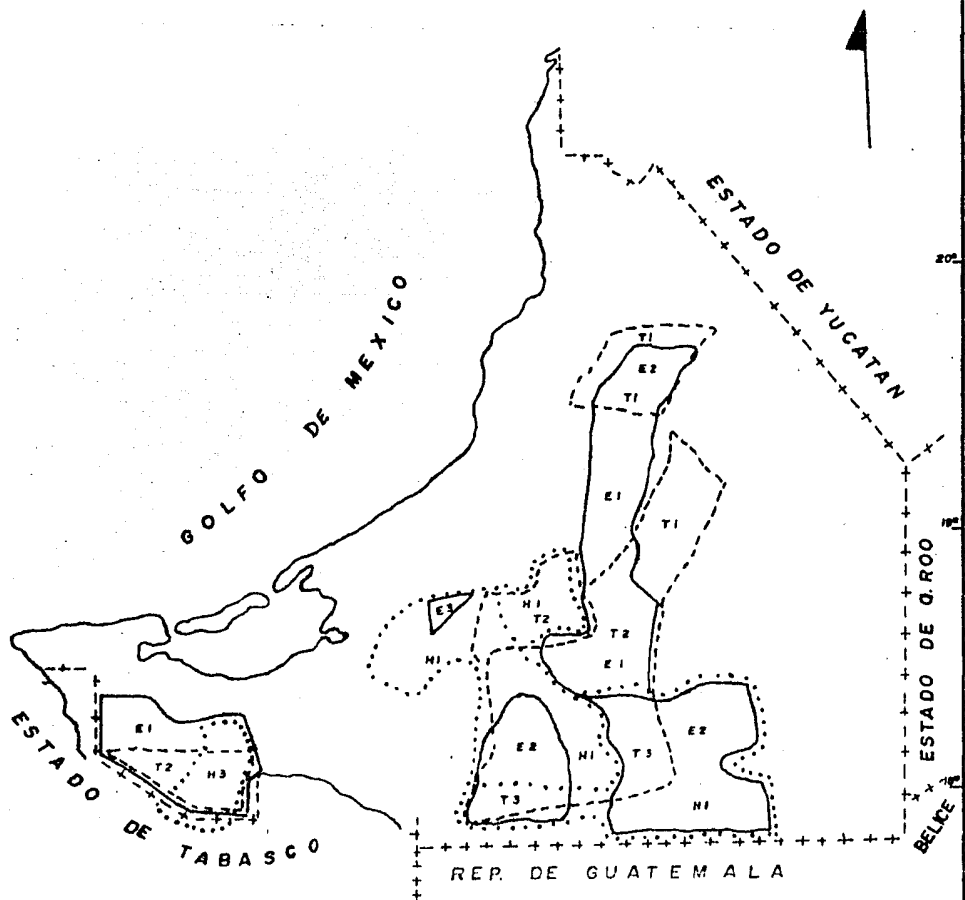
tera con el estado de Tabasco, esta porción corresponde a 860 km.² que ya se incluyeron en el área total, de tal forma que el área de mayor extensión abarca toda la zona centrada del estado de Campeche, mientras - que el área de menos extensión abarca la zona sur.

Dentro de las mismas áreas del estado de Campeche quedaron com--- prendidas pequeñas porciones denotando una cierta influencia poco más - marcada respecto a la predominancia del factor hídrico, térmico o edáfi co, según fuera el caso de tal forma la simbología adoptada para este - caso correspondió a: H en caso Hídrico, T en el Térmico y E en el Edáfi co, con categorías 1, 2 y 3 que manifiestan en orden creciente la in--- fluencia en esa área de determinado factor, esta es la figura 16 plano de combinación de variables.

Así en el mapa resultante quedaron establecidas las subdivisiones correspondientes, se aprecian en el las zonas afectadas o condicionadas por los tres factores de mayor o menor grado, queda establecida la co--- rrelación zonal y se puede manejar ésta información tomando como base - cuidar más los aspectos en que es menor el grado de inferencia para no afectar el cultivo.

ESTADO DE CAMPECHE

PLANO DE COMBINACION DE VARIABLES



SIMBOLOGIA

Limite Estatal + - - - - +

" Internacional + + + + +

Zona Hidrica
 " Termica - - - - -
 " Edifica _____

Elaboró VICENTE J. LOPEZ ARELLANO

ESCALA 1: 2 000 000

Km

92°

91°

90°

FIG. 16

CONCLUSIONES

Como parte final de la presente memoria se dan una serie de conclusiones con base en las características de los diferentes capítulos y de acuerdo a las observaciones que sobresalen, asimismo se han redactado varias recomendaciones que se estima son pertinentes para el mejor provecho del cultivo del cereal así como un mejor conocimiento del suelo, clima y los demás factores importantes que se confabulan para dar el contexto general de medio ambiente, estas medidas no afectan o alteran el balance ecológico pero si pueden elevar el rendimiento en la producción de la gramínea con el siguiente beneficio.

C O N C L U S I O N E S

El estado de Campeche en la República Mexicana, debido a su situación geográfica posee condiciones ecológicas favorables para el cultivo de arroz de temporal bajo los sistemas de mecanizado y espeque (a mano) ya que se localiza dentro de la zona subtropical húmeda cuya precipitación pluvial, temperatura y suelo llenan los requisitos apropiados para su cultivo pues el suelo Ak'alché abunda en la entidad y el único cultivo que inicialmente prospera en éste suelo, es el arroz, esto dadas sus características de elevado contenido de arcilla y deficiente drenaje que retienen durante mayor tiempo la humedad.

Tanto el clima como los suelos y de manera general el abastecimiento de agua son factores muy importantes, parcialmente condicionados y controlados, esto ocurre debido a nuestra inhabilidad para poder controlar o predecir en mediana forma el medio atmosférico, cambiar de manera sustancial las propiedades de los suelos para abastecer de agua todas las áreas donde se les requiera no obstante con todo esto los sistemas de producción agrícola se deben de adaptar a las condiciones impor-

tantes del medio y tienden a ser flexibles.

Los suelos Ak'alché presentan dos problemas: primero si la siembra se realiza en época seca la precipitación pluvial y su distribución es insuficiente e inoportuna, segundo si la siembra es de temporal los cultivos deben establecerse en la época en que se inician las lluvias para poder aprovechar el agua de la precipitación pluvial.

Existe un problema respecto a la nubosidad donde encontramos otra más de las facetas por lo cual el estudio del clima es de virtual importancia para el estudio de los suelos y los cultivos, es la frecuente persistencia de nublados durante el desarrollo vegetativo de la planta, los cuales aunados a la humedad relativa, propician la proliferación de distintas enfermedades los 90 días nublados que se presentan en el estado al año ocurren durante la época del desarrollo de la planta.

Dos elementos del clima afectan el cultivo del arroz, la radiación solar que es una de las determinantes más importantes en la producción del grano de arroz en el trópico y la temperatura cuyo rango de distribución o cambios afecta las diversas etapas del arroz.

Las variedades de arroz que se siembran en el estado son sensibles al fotoperíodo pues su fase fenológica sobre todo depende de la longitud de la luz del día, además de que pertenecen a la variedad índica.

Debido a las condiciones cálido-húmedo que se presentan en el subtrópico en las que junto con la rápida descomposición de la materia orgánica

ganica acontece la liberación de los compuestos nitrogenados, la mayoría de los suelos para arroz sufren de un empobrecimiento en nitrógeno.

De ahí que entre los nutrientes el nitrógeno desempeña el papel más importante.

La zonificación de áreas antes expuesta presenta lo que serían los elementos de juicio necesarios para la clasificación preliminar de áreas aptas para el desarrollo de un determinado cultivo.

En general se establece que dentro de los trópicos las regiones húmedas son las áreas de mayor potencial para uso agrícola.

Es importante notar que además de las aplicaciones prácticas, la información meteorológica es una herramienta indispensable para los investigadores tanto para diseñar e interpretar los experimentos y aplicar los resultados como para realizar el trazo de diversos mapas térmicos.

Antes de finalizar es interesante ubicar la interacción que presenta la geografía dentro del campo de la agroclimatología, el geógrafo cada vez se adentra más en lo que se refiere al estudio general del suelo ello se manifiesta principalmente en la relación clima-suelo-cultivo en ese orden, por lo que el clima ejerce una gran influencia en la formación y desarrollo del suelo a través de sus elementos o denominaciones también factores externos el análisis que desarrolla el Geógrafo de la triglofía anterior es principalmente absorbida para obtener mayores rendimientos óptimos en los cultivos, asimismo otra función que ejerce el geógrafoes como coordinador de la información para las diferentes actividades en que participa ya que puede desarrollar la orientación de la me

etodología a seguir.

La zonificación de área en base a las características climatológicas óptimas para el desarrollo del cultivo, el manejo de datos fenológicos son funciones activas que desarrolla el geógrafo actualmente como - se muestra en el presente trabajo cuyos fines básicos son los citados - anteriormente, es importante constatar el futuro que tiene la geografía en el campo agrícola y a su vez el futuro que tiene este en la vida del hombre, ya que es imposible aislar el término "suelo" ubicándolo solo - en cuestiones edáficas y en función de sostenedor de cultivos, ésta es una visión cerrada que se presenta aún en la actualidad pero conforme - se genera la visión general e interrelacionada se pone de manifiesto la función que cumple el geógrafo en el contexto global.

El método agroclimático para determinár áreas específicas en el - desarrollo del arroz ha cumplido con los objetivos establecidos para el arroz y los resultados obtenidos aquí deben ser tomados en cuenta para la planificación del cultivo.

Se concluye que no es posible dejar de tomar en cuenta aspectos - geográficos y por ende la participación del geógrafo sobre los proble-- mas que competen al campo, mediante al anterior trabajo era menester de mostrar tres aspectos básicos: la influencia que ejerce el clima sobre la formación de los suelos, el papel determinante que juega sobre el - desarrollo y rendimiento de los cultivos, y por último dar la idea de - lo que la geografía viene representando en la actualidad para el hombre y su papel activo que realiza para desechar la antigua idea que se te-- nía en ubicar dentro del campo estadístico.

Recomendaciones.

Tomando como base el carácter con que se plantean algunas de las conclusiones se hizo necesario realizar las recomendaciones generales - que por el carácter importante que desempeñaban era necesario introducir las.

- 1) Debido a la importancia que tienen los datos climatológicos para la planificación del desarrollo agrícola; se hace la observación de que convendría establecer una red de estaciones meteorológicas más completas en cuanto a aparatos no sólo en el estado de Campeche sino también en toda la Península.
- 2) Es necesario proporcionar los suficientes incentivos para los agricultores a fin de incrementar la producción del arroz.
- 3) Al observar las características físicas de expansión y contracción de las arcillas que presentan en épocas húmedas y secas respectivamente es muy importante la preparación de las tierras, así como la oportunidad con que se realicen estas labores.
- 4) Se deben profundizar aún más por parte del INIA-CIAPY los estudios genéticos con el fin de conformar unas variedades que respondan a la irregularidad del temporal
- 5) Sería muy importante no sólo para el arroz sino para todo cultivo realizar investigaciones sobre la aplicación de métodos de control de plagas y enfermedades sin afectar el equilibrio ecológico

- 6) Debido a la importancia en la toma de los datos climatológicos se debe contratar personal competente para la toma de lecturas o en su defecto capacitar al personal existente adecuadamente de modo que las lecturas sean confiables ya que se detecto estos problemas
- 7) Dadas las características de las precipitaciones irregulares en el Estado así como la presencia ocasional de "nortes" y dadas las propiedades de los suelos no sería posible implantar más de un ciclo de arroz en un año como se hacen en Asia donde las condiciones son diferentes.
- 8) Además también el monocultivo de arroz en dos ciclos al año incrementaría la incidencia de plagas y enfermedades.
- 9) Para realizar un trabajo de campo se debe contar con la participación del geógrafo ya que su área de estudio compete tanto condiciones y características del suelo y el cultivo.
- 10) Debido a la falta de nitrógeno para el cultivo de arroz es recomendable la implantación de una combinación, esta sería un ciclo de arroz por uno de alguna leguminosa, soya, trebol, alfalfa, sorgo - etc. pues las gramíneas absorben suficiente nitrógeno del suelo en cambio las leguminosas lo fijan de la atmósfera más el hecho de que constituyen un medio de vida y reproducción de las azotobacterias que producen gran cantidad de nitrógeno.
- 11) Se debe continuar el trabajo de las otras dos zonificaciones: de líneas y de punto así como se debe aplicar este tipo de investigaciones en otros Estados con diferentes cultivos.

B I B L I O G R A F I A

- AGUILERA HERRERA N, 1958. Suelos. Los recursos naturales del sureste y su aprovechamiento (I.M.R.N.R.) II Parte Tomo II Capítulo V, México, D.F., pp. 175 - 213
- ANONIMO, 1950. El cultivo del arroz, Campeche, México pp. 23
- B. ORTIZ - VILLANUEVA 195. Edafología. Universidad Autónoma de Chapin go, Texcoco México pp 45 - 115
- CONTRERAS ARIAS A. 1958, Bosquejo climatológico. Los Recursos Naturales del Sureste y su aprovechamiento (I.M.R.N.R.) II Parte Tomo II Capítulo III México D.F. pp 91 - 158
- CRUZ C LUIS. 1971 Orientación para la preparación de la Tesis, Colegio Superior de Agricultura Tropical, Secretaría de Agricultura y Ganadería Tabasco, México, 11p.
- EARLY, A.C. et al 1979. Criterio de Evaluación de Tierras para arroz - bajo riego en tierras bajas Tr. López Castillo J. Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos, México, D.F. pp. 114 - 144
- ESCUELA DE AGRICULTURA DE LA UNIVERSIDAD DE FILIPINAS. Instituto Internacional para la investigación del arroz. 1979 El cultivo del arroz, Linusa, México, D.F. pp. 13 - 283
- ESPINO T.S. S.a. Arroz "Milagro Filipino para uso industrial y doméstico," Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas, México - D.F. 11 p.

FLORES MATA G. 1981 Distribución y Características de climas tropicales Subdirección de Agrología, Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos, México, D.F. 38 p.

_____.- 1981 Análisis sobre las posibilidades de implantar dos cultivos consecutivos de arroz en el Valle de Edzná, Campeche. Subdirección de Agrología, Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos, México, D.F. 38 p.

FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS, 1978, Evaluación de la aptitud de la tierra para el cultivo del arroz de tierras pantanosas: Criterio y normas requeridas, Tr. Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos ROMA FAO pp 32 - 38

GARCIA BENAVIDES JAVIER.- 1972, Tesis de Grado Magister Scientiae. Una contribución a la metodología de la zonificación ecológica de cultivos anuales. Instituto Interamericano de Ciencias Agrícolas de la OFA Turrialba Costa Rica. 155 p.

GARCIA DE MIRANDA E.- 1973 Modificaciones al Sistema de Clasificación Climática de Koppen, Instituto de Geografía UNAM 2ed México, - D.F. 71 p.

_____.- 1978 Apuntes de Climatología OFFSET LARIOS UNAM México, D.F. 153 p.

GERENCIA NACIONAL DE LA INDUSTRIA AZUCARERA.- Instituto de Capacitación Técnica 1976.- Localización y Estudio de Factibilidad de la zona de abastecimiento de un Ingeniero Azucarero en la Región de Edzná Campeche. Vol. IV Anexo 1, Campeche México. 31 p.

INGENIERIA HIDRAULICA DE MEXICO.- 1970.- Peculiaridades climáticas Vol. XXIV No. 1 México, D.F. pp. 18 - 34

JARAMILLO ROBLEDO A. et. al. 1975.- Observaciones metereológicas Centro Nacioal de Investigaciones del Café, sección de Agroclimatología, Manizales Colombia, 40 p.

JIMENEZ LOPEZ J.- 1970 Consideraciones preliminares sobre climatología Dirección de Agrología. Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos. México D.F. 10 p.

_____. - 1978 Cálculo de clima de acuerdo al segundo sistema de Thornthwaite. Subdirección de Agrología. Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos. México D.F. 92 p.

KLINGEBIL Y P.H. MONTGOMERY. 1961 Clasificación de Capacidad de uso de la tierra 2a. ed. Tr. de Rodríguez Gómex et. al 1972 Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos. México, D.F. 42 p.

KOWAT J. S.A. Zonificación agroecológica para la evaluación de las potencialidades agrícolas de la tierra Ponencia, Subdirección de Agrología Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos, México, D.F. 23 p.

LOPEZ MENESES F. 1975 Algunas consideraciones sobre los suelos y el cultivo del arroz del campo experimental agrícola de Noh-Yaxché, Campeche, Mérida, México, 24 p.

MIRANDA F. 1958 Geología Geohidrología. "Los Recursos Naturales del sureste y aprovechamiento (I.M.R.N.R.) II Parte Tomo II Capítulo VI

México D.F. pp 213 - 273

MIRANDA F. 1958 Rasgos Fisiográficos. Los Recursos Naturales del Sureste y su aprovechamiento (I.M.R.N.R.) II Parte Tomo II Capítulo IV México, D.F. pp 159 -175.

OLIVER E. J. 1978, Climatología Agrícola y Agricultura. Tr. Jiménez López Subdirección de Agrología Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos, México, D.F. 70 p.

OSCHE et. al. 1980 Cultivo y mejoramiento de plantas tropicales y subtropicales Ed. Lumusa pp 1343 - 1362.

PARSONS B.D. 1982 Arroz, Editorial Trillas México, D.F. 60 p.

PEREZ ESPINOZA M. 1967 Un paso más de C.W. Thornthwaite hacia un clasificación regional del clima. Revista de Ingeniería Hidráulica - Vol. XXI No. 3 México D.F. 25 p.

ROBLES RAMOS R. 1958 Geología y Geohidrología. Los Recursos Naturales del Sureste y su aprovechamiento (I.M.R.N.R.) II Parte Tomo II - Capítulo II México, D.F. pp. 53 - 93

SECRETARIA DE AGRICULTURA Y GANADERIA 1974 Epocas de siembra y cosecha de los principales cultivos México, D.F. 142 p.

SECRETARIA DE AGRICULTURA Y RECURSOS HIDRAULICOS El cultivo de Arroz Subdirección de Agrología. México, D.F. 25 p.

_____ DIRECCION DE PEQUEÑA IRRIGACION 1969 Datos fisiográficos Región

Península de Yucatán, Mérida, México 10 map.

_____. et. al. 1981 Logros y aportaciones de la Investigación Agrícola - en el Estado de Campeche, México, 125 p.

DIRECCION GENERAL DE SERVICIO METEREOLÓGICO NACIONAL 1981 Estudio sobre la evaporación y sus aplicaciones, México D.F. 167 p.

DIRECCION DE AGROLOGIA DEPARTAMENTO DE ESTUDIOS ESPECIALES.- 1977 Cálculo de climas de acuerdo al 2o. Sistema de Thornthwaite aplicado al Estado de Campeche, México, D.F. 48 p.

_____. 1980 Plan de desarrollo agropecuario y forestal 1980 - 1982 del Estado de Campeche, México, pp. 55 - 71

_____. DIRECCION DE AGROLOGIA.- 1981. Los suelos de la Península de Yucatán, México, D.F. 64 p.

SISTEMA DE BANCOS DE COMERCIO., CAMPECHE 1969.- Estudio socio-económico Departamento de Estudios Económicos México, D.F. pp. 7 - 45

S.N. BOUL, F.D. HOLE, R.J. Mc. Braken.- 1981 Génesis y clasificación de los suelos ed. Trillas México, D.F. pp. 125 - 206

TENADIO H. 1980. Informe de labores del programa de combate de malezas en arroz, Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas, Campeche, México 91 p.

T. MALESTIC J. s.a. La relación entre los parámetros climáticos seleccionados y la producción de cosechas en las tierras irrigadas del Oeste, University Denver, Colorado. E.U.A. 34 p.

TOPOLANSKY E. 1975 El arroz, su cultivo y producción, Editorial Hemisferio sur, Buenos Aires, Argentina. 304 p.

TURNER B.L. 1975.- La Agricultura Intensiva en las tierras bajas de los antiguos mayas Tr. de Flores Mata G. Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos. Dirección de Agrología 1977 s.p.l



FACULTAD DE CIENCIAS Y LETRAS
COLEGIO DE GEOGRAFIA