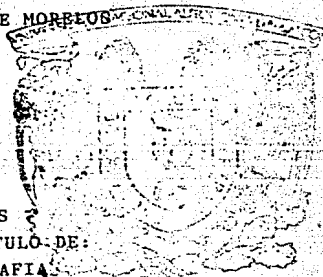


29
25

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO
FACULTAD DE FILOSOFIA Y LETRAS
COLEGIO DE GEOGRAFIA

APLICACION DEL METODO PRONOSTICO DE COSECHAS
DE LA FAO EN EL NORESTE DE MORELOS



T E S I S
QUE PARA OBTENER EL TITULO DE:
LICENCIADO EN GEOGRAFIA

P R E S E N T A
CELEDONIO ZALDIVAR TAVERA

JUL. 20 1987



SECRETARIA DE
ASUNTOS ESCOLARES



MEXICO, D.F.

1987

FACULTAD DE FILOSOFIA Y LETRAS
COLEGIO DE GEOGRAFIA



Universidad Nacional
Autónoma de México



UNAM – Dirección General de Bibliotecas Tesis Digitales Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS © PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

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

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

INDICE GENERAL

	Pág.
INTRODUCCION	1
MARCO TEORICO	3
JUSTIFICACION DEL ESTUDIO	6
OBJETIVOS	8
HIPOTESIS	9
1. MATERIALES Y METODOS	9
2. GENERALIDADES	13
2.1. Aspectos Fisicos	13
2.1.1. Localización Geográfica	13
2.1.2. Geomorfología	13
2.1.3. Climas	15
2.1.4. Edafología	16
2.1.5. Uso del Suelo y Vegetación	18
2.2. Aspectos Socioeconómicos	19
2.2.1. Población	19
2.2.2. Aspectos culturales relacionados a la agricultura	20
2.2.3. Tenencia de la tierra	22
2.2.4. Comercialización	22
3. VARIABLES	23
3.1. Definición de Variables	23

3.1.1.	Precipitación normal (P_n)	23
3.1.2.	Precipitación actual (P_a)	23
3.1.3.	Número de días con precipitación (d_a)	27
3.1.4.	Evapotranspiración potencial (ETP) ...	27
3.1.5.	Coefficiente del cultivo (K_c)	28
3.1.6.	Necesidades hídricas del cultivo (NH)	31
3.1.7.	Diferencia entre precipitación actual y Necesidades hídricas del cultivo - - ($P_a - NH$)	31
3.1.8.	Reservas hídricas del suelo (R_s)	32
3.1.9.	Excesos y déficits hídricos (E/D)	32
3.1.10.	Índice (I)	33
3.2.	Cálculo de Variables	34
3.2.1.	Precipitación normal (P_n)	34
3.2.2.	Precipitación actual (P_a)	34
3.2.3.	Número de días con precipitación (d_a)	34
3.2.4.	Evapotranspiración potencial (ETP) ...	34
3.2.5.	Coefficiente del cultivo (K_c)	36
3.2.6.	Necesidades hídricas del cultivo (NH)	38
3.2.7.	Diferencia entre Precipitación actual- y Necesidades hídricas del cultivo - - ($P_a - NH$)	38
3.2.8.	Reservas hídricas del suelo (R_s)	38
3.2.9.	Excesos y déficits hídricos (E/D)	41
3.2.10.	Índice (I)	41
4.	APLICACION DEL METODO	43
4.1.	Investigación Indirecta	43

	Pág.
4.1.1. Yecapixtla: Maíz de temporal, Ciclo Primavera-Verano 1975-1981	45
4.1.2. Ocuiluco: Maíz de temporal, Ciclo Primavera-Verano 1981-1983	51
4.1.3. Tetela del Volcán: Maíz de temporal, - Ciclo, Primavera-Verano 1975-1977	55
4.2. Investigación Directa	58
4.2.1. Yecapixtla: Maíz criollo de temporal, - Ciclo Primavera-Verano 1985	59
4.2.2. Ocuiluco: Maíz mejorado (H220) de temporal Ciclo Primavera-Verano 1985	62
4.2.3. Hueyapan: Maíz criollo de temporal Ciclo Primavera-Verano 1985	65
5. CONCLUSIONES.....	69
ANEXO I	72
ANEXO II	95
BIBLIOGRAFIA	108

INDICE DE CUADROS

No.	Pág.
1. Tabla de equivalencias	21
2. Datos de precipitación de la primera decena de junio, periodo de diez años (1972-1981) de la estación climatológica Yecapixtla, Mor.....	24
3. Precipitación actual por decena (Pa), número de días de lluvia (da) y precipitación normal (Pn). Yecapixtla, Mor. 1972-1981.....	25
4. Coeficientes de Ajuste "C" para estimar la Evapotranspiración potencial como función de la evaporación medida en tanque tipo "A".....	37
5. Rendimientos en toneladas por hectárea de maíz de temporal Ciclo Primavera-Verano 1975-1983 de Yecapixtla, Ocuituco y Tetela del Volcán.....	44
6. Rendimientos contra Índice, precipitación total de las 4 semanas anteriores al espigamiento y precipitación total desde la siembra hasta el espigamiento. Ciclo Primavera-Verano 1975-1981. Yecapixtla, Mor.	46
7. Ecuaciones de Regresión que relacionan la precipitación precedente al espigamiento con el rendimiento. Yecapixtla, Mor. 1975-1981.....	51

No.	Pág.
8. Rendimientos contra índice, Precipitación total de las 4 semanas anteriores al espigamiento y Precipitación Total desde la Siembra hasta espigamiento. Ciclo Primavera-Verano 1981-1983. Ocuituco, Mor.	52
9. Ecuaciones de Regresión que relacionan la precipitación precedente al espigamiento con el rendimiento. Ocuituco, Mor. Período 1981-1983	54
10. Rendimientos contra Índice, Precipitación Total de las 4 semanas Anteriores al espigamiento y Precipitación Total desde la Siembra hasta espigamiento, CPV 1975-1981. Tetela del Volcán, Mor.	56
11. Ecuaciones de Regresión que relacionan la precipitación precedente al espigamiento contra el rendimiento. Tetela del Volcán, Mor. 1975-1977 (Período de 3 años)	58
ANEXO I.....	72
12. Balance Hídrico para maíz de temporal ciclo Primavera-Verano 1975-1981. Yecapixtla, Mor.	74
19. Cálculos de la ecuación de Regresión de las 4 semanas anteriores al espigamiento, Yecapixtla, Mor.	81
20. Cálculos de la ecuación de Regresión desde la siembra hasta el espigamiento. Yecapixtla, Mor. 1975-1981	82

No.	Pág.
21. Balance Hídrico para maíz mejorado de temporal ciclo Primavera-Verano 1981-1983 Ocutituco, Mor.	84
24. Cálculos de la ecuación de Regresión de las 4 semanas anteriores al espigamiento. Ocutituco, Mor. 1981-1983	87
25. Cálculos de la ecuación de Regresión de la precipitación desde la siembra hasta el espigamiento. Ocutituco, Mor. 1981-1983	88
26. Balance Hídrico para maíz de temporal ciclo Primavera-Verano 1975-1977 Tetela del Volcán, Mor.	90
29. Cálculos de la ecuación de Regresión de las 4 semanas anteriores al espigamiento. Tetela del Volcán, Mor. 1975-1977	93
30. Cálculos de la ecuación de Regresión desde la siembra hasta el espigamiento. Tetela del Volcán, Mor. 1975-1977	94
ANEXO II.....	95
31. Cálculo del Período Vegetativo y Porcentaje de Desarrollo de maíz criollo de temporal CPV - 1985 para Yecapixtla, Mor.	96
32. Cálculo del Coeficiente de Desarrollo (Kc) decenal para maíz criollo de temporal CPV - 1985. Según fórmula de Carlos Grassi Yecapixtla, Mor.	97

No.	Pág.
33. Balance Hídrico para maíz criollo de temporal CPV - 1985 de Yecapixtla, Mor.	99
34. Cálculo del Período Vegetativo y Porcentaje de Desarrollo de maíz mejorado de temporal CPV- 1985 para Ocuituco, Mor.	100
35. Cálculo del Coeficiente de Desarrollo (Kc) decenal para maíz mejorado de temporal CPV - 1985. Según fórmula de Carlos Grassi Ocuituco, Mor.	101
36. Balance Hídrico para maíz mejorado (H 220) de temporal CPV - 1985 de Ocuituco, Mor.	103
37. Cálculo del Período Vegetativo y Porcentaje de Desarrollo de maíz criollo de temporal CPV - 1985. Para Hueyapan, Mor.	104
38. Cálculo del Coeficiente de Desarrollo (Kc) decenal para maíz criollo de temporal CPV - 1985. Según fórmula de Carlos Grassi Hueyapan, Mor.	105
39. Balance Hídrico para maíz criollo de temporal CPV - 1985 de Hueyapan, Mor.	107

INDICE DE FIGURAS

No.		Pág.
1.	Localización Geográfica	14
2.	Climas	17
3.	Distribución de la precipitación y evaporación a lo largo del año en Yecapixtla, Mor. 1972-1981 (período de 10 años).....	26
4.	Evolución ideal del coeficiente de los cultivos - (Kc) durante las diversas fases fenológicas de su período vegetativo.....	30
5.	Gráfica de índice contra rendimiento para Yecapixtla, Mor. Período de 7 años (1975-1981)	47
6.	Diagrama de dispersión de la precipitación Total de las 4 semanas anteriores al espigamiento contra rendimiento. Yecapixtla, Mor. 1975 - 1981 (Período de 7 años).....	49
7.	Diagrama de dispersión de la precipitación Total desde la siembra hasta espigamiento contra rendimiento. Yecapixtla, Mor. 1975-1981 (Período de 7 años)	50
8.	Índice contra rendimiento de maíz de temporal Ciclo Primavera-Verano para Ocuilco, Mor. Período 1981-1983	53

No.		Pág.
9.	Indice contra rendimiento de maíz criollo de temporal Ciclo Primavera-Verano para Tetela del Volcán, Mor. 1975-1977	57
10.	Distribución de la precipitación y evapotranspiración potencial a través del período vegetativo de maíz criollo de temporal Ciclo Primavera-Verano 1985. Yecapixtla, Mor.	61
11.	Distribución de la precipitación y evapotranspiración potencial a través del período vegetativo de maíz mejorado de temporal Ciclo Primavera-Verano 1985. Ocuituco, Mor.	64
12.	Distribución de la precipitación y evapotranspiración potencial a través del período vegetativo de maíz criollo de temporal Ciclo Primavera-Verano 1985. Hueyapan, Tetela del Volcan, Mor.	67
13.	Comportamiento del coeficiente de desarrollo de maíz criollo de temporal para Yecapixtla, Mor.	98
14.	Evolución del Kc de maíz mejorado de temporal Ciclo Primavera-Verano para Ocuituco, Mor.	102
15.	Desarrollo habitual del coeficiente de desarrollo (Kc) para maíz criollo de temporal Ciclo Primavera-Verano de Hueyapan, Tetela del Volcán, Mor.	106

INTRODUCCION

El Método de Pronóstico de Cosechas de la FAO basado en datos agrometeorológicos fué generado en el norte de Africa en la zona del Sahel a partir de la gran sequía de 1973. Su objetivo es el de pronosticar el rendimiento de la futura cosecha en base al seguimiento sistemático de la precipitación, permitiendo detectar a tiempo cualquier anomalía relativa a cantidad y distribución de la misma. Este seguimiento, permite establecer el balance hídrico del cultivo, que es la diferencia entre la precipitación que a recibido el cultivo y el agua perdida por éste y por el suelo durante sus etapas de crecimiento y desarrollo.

El cálculo del balance hídrico según el Método, va a estar representado por un índice (I), mismo que va a expresar en porcentaje la amplitud con que se satisfacen las exigencias hídricas del cultivo durante su período vegetativo, según el cálculo acumulativo en cada etapa de su crecimiento y desarrollo.

El Método se desarrolló bajo condiciones que normalmente se tienen tanto en información estadística así como en las propias estaciones climatológicas. Aplicándose a maíz criollo y mejorado de temporal en el noreste de Morelos, en las cabeceras municipales de Yecapixtla, Ocuituco y Tetela del Volcán ya que en esta zona de la entidad aunque es una área relativamente pequeña, presenta diferencias climáticas entre sí y al lugar donde se generó dicho Método.

Así se tienen altitudes que van desde los 1 550 m en el área de Yecapixtla hasta los 3 000 m sobre el nivel del mar al norte de Hueyapan en el municipio de Tetela

del Volcán.

El desarrollo del Método se hizo de dos formas, a una se le llamó Investigación Indirecta y a la otra Investigación Directa. La primera forma consistió en desarrollar el Método con información estadística de climatología y rendimientos de maíz, de por lo menos diez años, más información de épocas de siembra, cosecha y espigamiento, ésta última obtenida directamente en campo mediante encuestas. Todo esto con la finalidad de generar gráficas de índice (I) contra rendimiento para cada una de las tres localidades. Cabe aclarar que al recabar la información de rendimientos, ésta no tuvo continuidad ni por lo menos de diez años, situación por la que se tuvo que trabajar con menos años de lo deseado. También en esta parte del trabajo, se calcularon ecuaciones de Regresión que permitieran cuantificar el grado de correlación de la precipitación total desde la siembra hasta el espigamiento y de la precipitación total de las cuatro semanas anteriores al espigamiento contra el rendimiento, con el objeto de tener otra alternativa que permita pronosticar el rendimiento de la futura cosecha.

La Investigación Directa consistió en aplicar el Método en un seguimiento directo a los cultivos de temporal de maíz criollo y mejorado del ciclo Primavera-Verano 1985, en los municipios ya citados. Excepto en el pueblo de Tetela del Volcán, ya que la estación se trasladó a Hueyapan en el mismo municipio, por lo que se tuvo que trabajar en ésta localidad.

MARCO TEORICO

Considerando a la lluvia como un valioso recurso natural se hace imprescindible generar o utilizar aquellas tecnologías que permitan diagnosticar con antelación el rendimiento de las cosechas de los cultivos de secano o de temporal, sobre todo de los cultivos básicos alimenticios como son: maíz, frijol y trigo.

Los rendimientos en la producción agrícola de temporal principalmente, siempre han variado de una cosecha a otra año tras año. Esta situación a orillado al hombre sobre todo en las últimas décadas a poner un mayor acento en hallar vías para aumentar y mejorar la producción agrícola utilizando varias alternativas, entre otras se pueden citar: selección y/o rotación de cultivos, uso de fertilizantes, abonos orgánicos, prácticas mecánicas y vegetativas de conservación de suelos, etc.

Sin embargo "sólo en tiempos relativamente recientes se le ha prestado una renovada atención a la influencia del clima y el tiempo atmosférico en el crecimiento y desarrollo de los cultivos (fenología agrícola), especialmente en lo que se refiere a cosechas y/o rendimientos ya que Thiele (1885) y Smith (1920) entre otros, utilizaban y consideraban la capital importancia que reviste dicha influencia."^{1/}

En cuanto a México, el país tiene una superficie agri-

^{1/} Citados por J.J. Burgos. AGROCLIMATIC SURVEYS. Pág. 217-219.

cola aproximada de 25 millones de hectáreas, de las cuales un 20% cuenta con riego y el 80% restante produce bajo condiciones de temporal.^{2/} Esta premisa está indicando que el problema principal es la carencia de agua, situación que hace necesario tener un conocimiento anticipado de la cantidad de la cosecha venidera ya sea cualitativa o cuantitativamente, así un buen pronóstico daría la pauta a seguir para tomar medidas adecuadas y a tiempo para situaciones peligrosas de desabasto principalmente.

Se podría decir que hay un número considerable de métodos para evaluar rendimientos o cosechas. Sin embargo a pesar de esto no todos son relativamente fáciles de aplicar ya que en muchos casos las variables que utilizan requieren de un gran número de operaciones lógicas que hacen obvia la utilización de la computadora (Rojas Atencio 1978)^{3/} así como de la generación de fórmulas empíricas como resultado de profundas investigaciones (Villalpando Ibarra 1975)^{4/} y del registro y preciso y continuo de datos climatológicos (Benavides y Negrin 1977).^{5/} En algunos casos no siempre

2/ Ortiz Solorio, Carlos A. ELEMENTOS DE AGROMETEOROLOGIA CUANTITATIVA. UACH, México 1984. pág. 146

3/ MODELO DE SIMULACION DIGITAL DEL SISTEMA SUELO, PLANTA, ATMOSFERA PARA ESTIMAR RENDIMIENTOS DE CULTIVOS (Tesis M.C.) C.P. Chapingo, México 1978. pág. 39

4/ DESARROLLO DE UN METODO PARA OBTENER ECUACIONES EMPIRICAS GENERALIZADAS DEL RENDIMIENTO EN UNA REGION AGRICOLA PARA USO EN DIAGNOSTICO (Tesis M.C.) C.P. Chapingo, México 1975. pág. 191

5/ ZONIFICACION DE CULTIVOS, RELACION ENTRE RENDIMIENTOS Y VARIABLES CLIMATICAS SIMPLES, MODELOS DE PREDICION. Revista de Agronomía, Venezuela 1977. pág. 69-95.

se puede disponer de la información requerida.

Esta dificultad se debe a que en nuestro país sólo se cuenta con 76 observatorios meteorológicos y alrededor de 4 000 estaciones meteorológicas.^{6/} La mayoría de ellas son termopluviométricas y de evaporación es decir, solo miden tres elementos: temperatura, lluvia y evaporación lo que limita la obtención de otro tipo de datos. Sin embargo algunos de éstos se pueden estimar pero esto ya implica mayor abstracción. Así pues, estas consideraciones hacen que el método de Pronóstico de Cosechas de la FAO se vea como un instrumento más en cuanto a su pronta aplicación, ya que se basa en un simple balance hídrico que consiste en calcular la diferencia entre la precipitación que ha recibido el cultivo y el agua perdida por éste y por el suelo durante sus etapas de crecimiento y desarrollo. "Tomando como base los principios de Thornthwite permitiendo hacer un seguimiento cualitativo en etapas sucesivas de las condiciones hídricas de los cultivos y permite preparar evaluaciones cuantitativas del rendimiento de la cosecha si se tienen datos de rendimiento estadísticos del área de estudio".^{7/}

6/ Ortiz Solorio, C. Obra citada, pág. 147

7/ Frére, M. y Popov, G.F. PRONOSTICO DE COSECHAS DE LA FAO BASADO EN DATOS AGROMETEOROLOGICOS. FAO, ROMA 1980, pág. 8.

JUSTIFICACION DEL ESTUDIO

El método Pronóstico de Cosechas de la FAO ya ha sido aplicado en México por investigadores de la Universidad Chapingo y de la Antonio Narro de Saltillo, Coahuila entre otros. Sin embargo en las anteriores aplicaciones se contó con toda la información necesaria para satisfacer todos los requisitos que demandan las diferentes variables de dicho Método. Por lo que se trabajó en condiciones experimentales óptimas. De ésta premisa surgió la inquietud de aplicarlo bajo la situación en que normalmente se da en el campo, o sea con los recursos físicos y humanos que se tienen tanto en información estadística así como en las propias estaciones climatológicas y las labores agrícolas comunes del campo mexicano. Es decir, en estas condiciones no se van a encontrar datos de duración astronómica del día, humedad relativa, presión atmosférica, datos estadísticos no siempre suficientes y confiables, tratamiento óptimo del cultivo, etc.

Así que al carecer de esta información se tiene que estimar mediante el empleo de fórmulas empíricas que se adecuen a las necesidades de las circunstancias locales del área de estudio.^{8/} Entonces esto de alguna forma puede afectar al desarrollo y veracidad del Método ya que al calcular algunos fenómenos meteorológicos se cae más en la abstracción. Entonces al aplicarlo bajo circunstancias habituales de infraestructura presupone detectar con más apego a la realidad su

^{8/} Estudios FAO: Riego y Drenaje No. 24. LAS NECESIDADES DE AGUA DE LOS CULTIVOS. 1976 pág. 5.

eficiencia o deficiencia y así de esta forma tener la certeza de contar o prescindir de un medio más al servicio de la planeación agrícola en función a las condiciones reales de infraestructura climatológica con que cuentan normalmente nuestro país.

OBJETIVOS

Los objetivos del presente estudio son los siguientes:

- a) Aplicar el Método de Pronóstico de Cosechas de la FAO en condiciones climáticas diferentes a las que se ha aplicado en el país, además de hacerlo con la infraestructura meteorológica con que normalmente se tiene.
- b) Aplicar el Método a maíz criollo de temporal del ciclo Primavera-Verano en base a datos estadísticos climatológicos y de rendimientos en los municipios de Yecapixtla, Ocuilco y Tetela del Volcán.
- c) Aplicar el Método en un seguimiento directo del cultivo en los lugares citados a maíz criollo y mejorado de temporal en el ciclo Primavera-Verano 1985.
- d) Generar las gráficas correspondientes de índice contra rendimiento (según el Método) para cada uno de los tres municipios.
- e) Comparar los resultados del valor del Índice (I) de ambas aplicaciones del Método, para detectar si hay relación entre sí, y de esa forma proporcionar elementos de juicio para recomendar o prescindir de la eficaz utilización del mismo en esta zona de Morelos o en otras de similares características climáticas.

HIPOTESIS

Considerando los objetivos se pueden circunscribir en la siguiente hipótesis:

El Método de Pronóstico de Cosechas de la FAO es útil en condiciones normales en cuanto a infraestructura, información meteorológica e información de rendimientos agrícolas.

1.

MATERIALES Y METODOS

Para tener una mejor idea y comprensión de las actividades socioeconómicas así como del uso y manejo de los recursos naturales del área de estudio, se incluyó un capítulo que se denominó Generalidades. Para esto se analizaron e interpretaron las cartas topográficas, edafológica, uso del suelo y vegetación del INEGI-SPP el Atlas del Agua, así como el mapa de carreteras de SAHOP y el X Censo General de Población y Vivienda de Morelos 1980.

El Método de Pronóstico de Cosechas de la FAO se desarrolló de dos formas, a una se le llamó Investigación Indirecta y a la otra Investigación Directa. La primera forma consistió en desarrollar el Método con datos estadísticos de climatología y de rendimientos de maíz, cabe aclarar que al no contar ni por lo menos con 10 años continuos de información de rendimiento, se trabajó con menos años de lo deseado.

Esta circunstancia dió pie a apoyar el trabajo original con otro tipo de cálculos con fines de predicción, esto se hizo mediante ecuaciones de regresión que

permitieran cuantificar el grado de correlación entre la precipitación y el rendimiento considerando dos variables:

- a) Precipitación total desde la siembra hasta espigamiento contra el rendimiento.
- b) Precipitación total de las 4 semanas anteriores al espigamiento contra el rendimiento.

En la segunda forma se aplicó el Método en un seguimiento directo sin embargo, para ambos casos fué necesario localizar a los campesinos dueños de los terrenos que estaban ubicados casi en colindancia con la estación climatológica, para que permitieran entrar a sus milpas con el objeto de que la información obtenida directamente en la estación y la observación personal combinada con la del campesino. Reflejara con más aproximación el cálculo del balance hídrico en las diferentes etapas de crecimiento y desarrollo del cultivo.

Antes de comenzar a trabajar con el Método en las formas ya señaladas se obtuvo en la oficina de cálculo climatológico de la SARH en el D.F. la información climatológica estadística de Yecapixtla, Ocutituco y Tetela del Volcán. Posteriormente en las oficinas de Economía Agrícola y en la Residencia de Agrología de la SARH en Cuernavaca, Mor. Se obtuvo la información de rendimientos de maíz y de agrología. También fué necesario efectuar previa y posteriormente a la aplicación del Método, encuestas en el área de estudio. Estas se realizaron mediante la elaboración de un cuestionario (con el apoyo del Director del presente

trabajo) sobre épocas de siembra y cosecha, etapas de crecimiento y desarrollo, beneficios o labores agrícolas, rendimientos, comercialización y tenencia de la tierra.

Con los datos climatológicos estadísticos procesados como: información de rendimientos, datos agronómicos y etapas fenológicas del maíz, se dispuso de la siguiente información:

- Temporada normal de lluvias.
- Época de siembra y cosecha.
- Período vegetativo del maíz de las localidades citadas.
- Fecha de espigamiento, jiloteo y maduración del grano.
- Capacidad de almacenamiento de agua del suelo.
- El criterio para determinar que modelos matemáticos eran los más adecuados para estimar algunas variables del Método.

Con la información citada se procedió a desarrollar el Método en lo que se denominó Investigación Indirecta.

Para la Investigación Directa fué necesario salir nuevamente al área de estudio. Para esto se estuvieron haciendo salidas a las tres localidades cada 15 días, con el objeto de ir evaluando el crecimiento y desarrollo de los cultivos con el respectivo apoyo del campesino dueño del terreno, así como el registro de los datos climatológicos diarios para posteriormente calcular el balance hídrico de la decena correspondiente.

Finalmente se llegó al pronóstico del rendimiento de la cosecha venidera, y se procedió a compararlo con el resultado obtenido en la Investigación Indirecta, para luego deducir las conclusiones respectivas.

2. GENERALIDADES

Este capítulo se inicia dando la ubicación geográfica y política del área de estudio, posteriormente se describen y analizan los aspectos físicos y socioeconómicos, para así de esta forma tener una mejor idea del porqué se les está dando determinado uso y manejo.

2.1. ASPECTOS FISICOS

2.1.1. Localización Geográfica

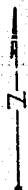
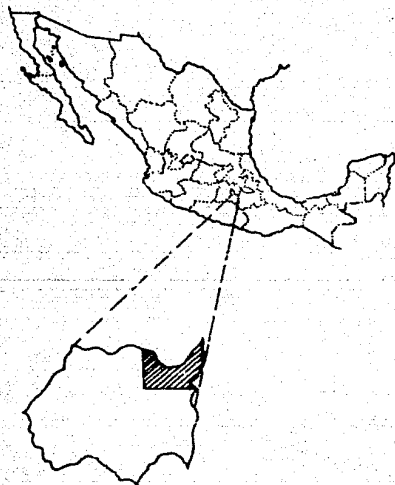
En relación a las coordenadas geográficas el área de estudio se localiza entre los paralelos 18°52' y 19°07' de latitud norte y el meridiano 98°30' y 98°55' de longitud oeste. En cuanto a la ubicación política, limita al norte con el Estado de México al Este con el Estado de Puebla y dentro del propio Estado de Morelos la zona de estudio limita al Sur con el municipio Zacualpan de Amilpas, al Suroeste con el municipio de Cuautla y al Oeste con el entronque de las carreteras número 10 y 115 de la estatal y federal respectivamente (Ver figura 1).

2.1.2. Geomorfología

El nor_este de Morelos forma parte de la llamada Región de la Cordillera Neovolcánica^{9/}. En la que está enclavada la Sierra Nevada y de la que destacan el Iztaccihuatl con 5146 m. y el Popocatepetl con 5452 m. de altura sobre el nivel del mar respectivamente.

^{9/} Tamayo, Jorge L. GEOGRAFIA MODERNA DE MEXICO. 1981 pág. 160.

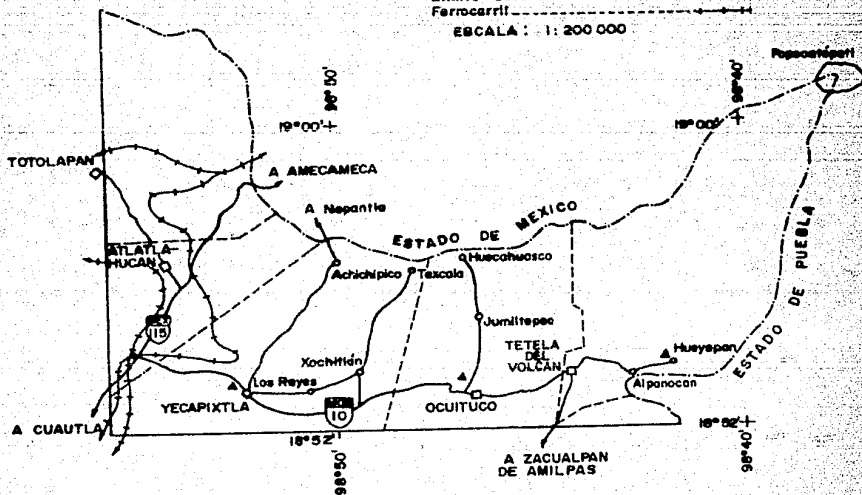
Fig. 1. NORESTE DEL ESTADO DE MORELOS
LOCALIZACION GEOGRAFICA



SIMBOLOGIA

Ubicación de los Cultivos	▲
Cabecera Municipal	□
Peñón	○
Carrteras Pavimentadas	—
Límite Municipal	- - - -
Límite Estatal	- · - · -
Ferrocarril	—+—+—+—

ESCALA : 1 : 200 000



Esta zona del Estado se caracteriza por tener gran variedad de relieve ya que sus geoformas van desde lomerios hasta cerros escarpados que conforman estrechos valles intermontanos, dando lugar a una versatilidad de paisajes naturales. Todo esto debido a la fuerte variación de la altitud, ya que va desde los 1550m. en Yecapixtla hasta los 3 000 m. sobre el nivel del mar al norte de Hueyapan.

2.1.3. Climas

Los climas del noreste de Morelos, según la clasificación de Köppen modificada por E. García (1964)^{10/} resultan de dos subtipos. Para el municipio de Yecapixtla se caracteriza por el clima $A(C)w_1^1$ (w)ig, que puede describirse como semicálido con tendencia a templado, el más fresco del grupo A, con temperatura media anual menor de 22°C y la del mes más frío mayor de 18°C, con régimen de lluvias de verano y escaso porcentaje de lluvia invernal, intermedio en cuanto a grado de humedad entre el Aw_0 y el Aw_2 , con canícula o sequía intracestival, isotermal es decir con oscilación de la temperatura media mensual menor de 5°C y la marcha de la temperatura es tipo ganges.

Para el municipio de Ocuilutco le corresponde la franja del clima (A) Cw_2 (w) ig, que pertenece también al subgrupo de los semicálidos subhúmedos con tendencia a tropical, el más cálido de los templados, con temperatura media anual mayor de 18°C y la del mes más

^{10/} MODIFICACIONES AL SISTEMA DE CLASIFICACION CLIMATICA DE KÖPPEN Instituto de Geografía, UNAM. Mexico 1981. págs. 207-209.

frío menor de 18°C, con régimen de lluvias de verano y escaso porcentaje de lluvia invernal, el más cálido de los semicálidos subhúmedos, isotermal es decir que la oscilación anual de la temperatura es tipo ganges.

En lo que respecta al municipio de Tetela del Volcán a partir de Hueyapan que es una parte más elevada de las laderas de la misma sierra, de 2 200 a 2 800 metros sobre el nivel del mar se encuentra una angosta zona de $Cw^2(w)$ big, clima templado con temperatura media anual entre 12° y 18°C, la del mes más frío entre -3 y 18°C, con régimen de lluvias de verano y escaso porcentaje de lluvia invernal, el más húmedo de los templados subhúmedos, con verano fresco largo y la marcha de la temperatura es tipo ganges (Ver figura 2).

Resumiendo: se detectan claramente dos subtipos de clima, como son: el semicálido subhúmedo para Yecapixtla y Ocuituco y el templado subhúmedo para Hueyapan y Tetela del Volcán. Estas diferencias climáticas son las que están determinando el diferente tipo de uso del suelo y vegetación; aspecto que se tratará posteriormente.

2.1.4. Edafología

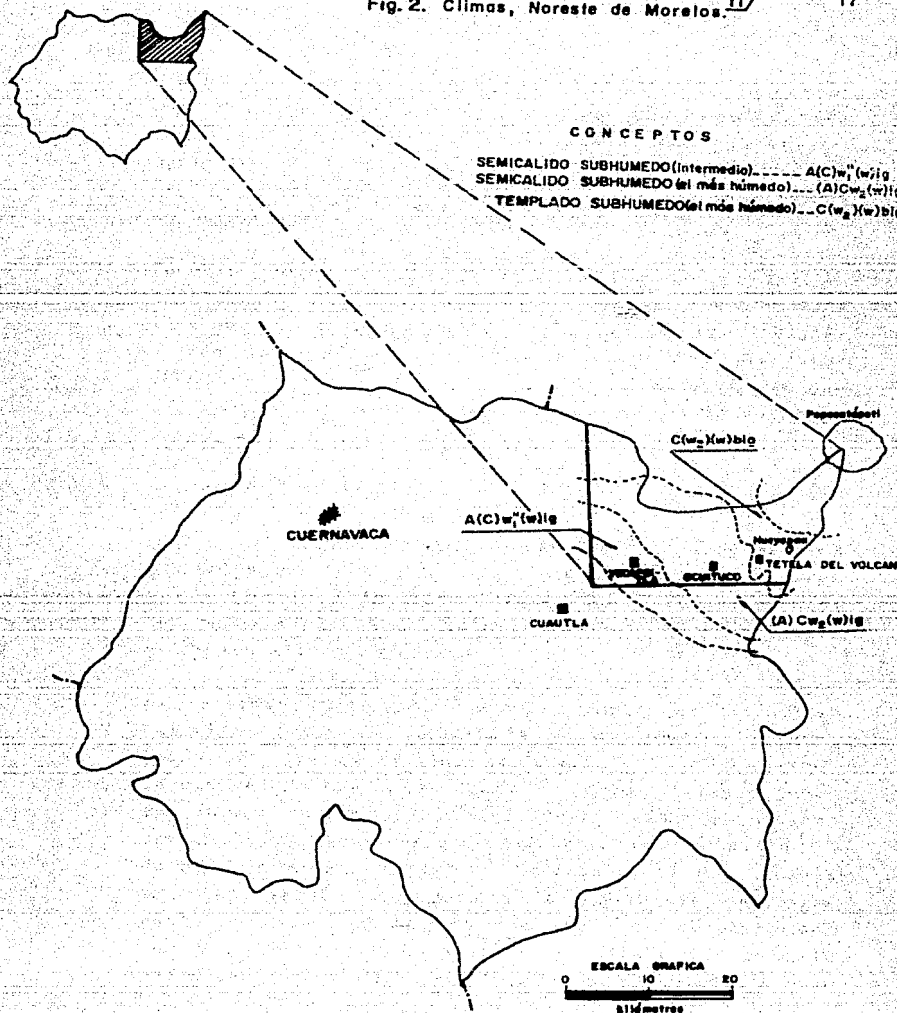
Los suelos del área de estudio son de tres clases, en el caso de Yecapixtla predominan los Regosoles eútricos de textura fina y en Ocuituco y Hueyapan los Andosoles y Cambisoles húmicos de textura media.^{12/}

^{12/} INEGI-SPP, CARTA EDAFOLOGICA CUAUTLA E14-B51. México 1983. Escala 1: 50 000.

Fig. 2. Climas, Noreste de Morelos. ^{11/}

CONCEPTOS

- SEMICALIDO SUBHUMEDO (intermedio)..... $A(C)w_1(w)ig$
- SEMICALIDO SUBHUMEDO (el más húmedo)..... $(A)Cw_2(w)ig$
- TEMPLADO SUBHUMEDO (el más húmedo)..... $C(w_2)(w)big$



Según la clasificación de suelos FAO/UNESCO (1970) modificada por DETENAL, indica que estos suelos son de rendimientos bajos a moderados cuando tienen uso agrícola ya que, aunque en el caso de fase húmica sean ricos en materia orgánica, son muy ácidos y pobres en nutrientes.

Estos conceptos se comprueban fácilmente ya que la agricultura de granos en esta zona de Morelos está limitada a pequeñas áreas con rendimientos bajos, siendo las hortalizas y los frutales los productos que ocupan la mayor superficie. Sin embargo, aunque en menor medida como ya se dijo, cultivan maíz, sorgo y frijol.

2.1.5. Uso del Suelo y Vegetación

La agricultura en el área de estudio, es caracterizada por una agricultura de temporal anual de granos básicos de hortalizas y frutales permanentes. La agricultura de granos es la que ocupa menos superficie en relación a los frutales y hortalizas.

En Yecapixtla es donde el maíz, sorgo, frijol y las hortalizas como el jitomate y tomate ocupan la mayor parte del área agrícola, no siendo así en Ocuituco, Tetela del Volcán y Hueyapan, donde los frutales leñosos como el aguacate, el higo, la ciruela y el durazno entre otros, son los que predominan en relación al cultivo de maíz y frijol. Sin embargo el maíz aunque en menor escala en cuanto a la superficie agrícola, también es importante ya que según lo revelado por las encuestas, los campesinos lo siembran porque lo necesitan para autoconsumo y para sus animales, además

prefieren sembrarlo que comprarlo. De ahí que la mayoría de ellos le dediquen una parte de sus tierras a este cultivo.

En cuanto a la vegetación, los pastos inducidos en Yacapixtla son los que ocupan la mayor superficie, en relación a la vegetación secundaria de selva baja caducifolia que se da en las barrancas. Ya en Ocuituco, Tetela del Volcán y Hueyapan, la vegetación arbórea esta caracterizada por el bosque de encino, aunque se observa que sólo se presenta en manchones en las partes de mayor elevación, este fenómeno obedece a la tala irracional que se le ha dado a este recurso con el objeto de incrementar el área agrícola de granos básicos. Pero con las consecuencias intrínsecas de degradación de los suelos y baja productividad.

2.2. ASPECTOS SOCIOECONOMICOS

2.2.1: Población

De la población económicamente activa en el noreste de Morelos, el 58 por ciento se dedica a las labores agrícolas^{13/}. Esto está indicando que en esta zona de la entidad la agricultura juega un importante papel como medio de vida para esta gente, también se pudo observar que en las partes bajas como es Yecapixtla y Ocuituco, la población es mestiza, sin embargo en la parte alta como es Tetela del Volcán y Hueyapan la población predominante es la indígena. Esta parti-

^{13/} Secretaría de Programación y Presupuesto, X CENSO GENERAL DE POBLACION Y VIVIENDA, ESTADO DE MORELOS SPP, México 1980. págs. 72, 73 y 75.

cularidad se reflejó durante las encuestas ya que al realizar las entrevistas en éstas dos últimas localidades, se notó más hermetismo y desconfianza.

2.2.2. Aspectos culturales relacionados a la agricultura.

Durante las encuestas realizadas en los tres municipios, se observó una forma muy peculiar del lenguaje de los campesinos respecto a los términos utilizados para designar las unidades de medida relacionadas a superficie y rendimientos. De ahí que al primer término le digan tarea y al segundo carga. Y resulta que una carga en promedio tiene 100 maquilas. Esta circunstancia dió pie a la elaboración de una tabla de equivalencias (ver cuadro 1) que es útil para esta zona de Morelos. Y a la vez permitió valorar en términos comunes los rendimientos por hectárea.

Por ejemplo, se le preguntó a un campesino en Ocuituco en febrero de 1985 cómo le fué en la cosecha del año pasado (CPV - 1984), dijo que bien, que la cosecha fué buena ya que sembró 20 tareas y cosechó 2 cargas por tarea.

Considerando los valores de la tabla de equivalencias (cuadro 1) se puede calcular la cosecha en toneladas por hectárea con cierta aproximación.

Planteamiento y Solución

$$\begin{aligned} \text{a) } 1 \text{ tarea} &= 1000 \text{ m}^2 \\ 20 \text{ tareas} &= 20\,000 \text{ m}^2 = 2 \text{ HA} \end{aligned}$$

$$\text{b) } 1 \text{ carga de maíz} = 155 \text{ KG}$$

COSECHA MALA	=	1/3 DE CARGA DE MAIZ COSECHADA POR UNA MAQUILA DE MAIZ SEMBRADA O SEA: 33.33 Kg. DE PRODUCCION POR MAQUILA DE MAIZ SEMBRADO EN UNA TAREA
COSECHA REGULAR	=	1 CARGA DE MAIZ COSECHADA POR UNA MAQUILA DE MAIZ SEMBRADA EN UNA TAREA O SEA: 155 Kg. DE PRODUCCION POR MAQUILA DE MAIZ SEMBRADO EN UNA TAREA
COSECHA BUENA	=	2 CARGAS DE MAIZ COSECHADAS O MAS, POR UNA MAQUILA DE MAIZ SEMBRADA O SEA: 310 Kg. DE PRODUCCION POR MAQUILA DE MAIZ SEMBRADO EN UNA TAREA

DEFINICION DE CONCEPTOS: 1 MAQUILA = 1.550 Kilogramos
1 CARGA = 100 Maquilas
1 TAREA = 1000 Metros cuadrados.

CUADRO N° 1 Tabla de Equivalencias.

c) 155 KG X 40 cargas = 6200 KG

d) 6200 KG ÷ 2 HA = 3.1 TON/HA de rendimiento en esa cosecha.

2.2.3. Tenencia de la tierra.

Así como en toda la entidad, en esta zona de Morelos la mayor parte de la superficie agrícola es ejidal, siendo la dotación desde 0.6 hasta 1.6 hectárea ^{14/} y en algunos casos más. Así que como la mayoría de los campesinos tienen menos de una hectárea, normalmente utilizan el término "tarea" que equivale a 1000 metros cuadrados.

2.2.4. Comercialización.

La producción de maíz es de temporal así como de hortalizas. En el caso del maíz cultivado en propiedad privada lo utilizan para autoconsumo y si tienen excedentes lo comercializan en el mercado de la localidad. El maíz que cultivan en el ejido lo venden a la Compañía Nacional de Subsistencias Populares (CONASUPO).

En el caso de los frutales y hortalizas venden la producción a intermediarios y éstos a su vez la revenden en Cuautla, Cuernavaca y la Central de Abasto en el Distrito Federal.

^{14/} Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas, GUIA PARA LA ASISTENCIA TECNICA AGRICOLA, INIA. Campo Experimental Zacatepec, pág. 9.

3. VARIABLES

Este capítulo se divide en dos partes, una se denomina Definición de Variables y la otra Cálculo de Variables. En el primer caso se da la definición e interpretación de cada una de las variables que conforman al Método de Pronóstico de Cosechas de la FAO. Y en el segundo, se explica como calcularlas utilizando datos de la propia investigación.

3.1. DEFINICION DE VARIABLES

3.1.1. Precipitación normal (Pn)

Se refiere a la precipitación normal por decena, calculada en base a datos climatológicos a largo plazo de las estaciones escogidas. O sea, es la suma de la cantidad de agua en promedio de los años que se hayan utilizado (ver ejemplo en el cuadro 2). La precipitación normal aparece como información para indicar la fecha "normal" de comienzo de la estación de lluvias y su duración "normal". A la vez, da una idea del grado de desviación de la precipitación real o actual respecto a la "normal" (Ver cuadro 3 y fig. 3).

3.1.2. Precipitación Actual (Pa)

La precipitación actual representa la precipitación total caída en cada decena (del 1 al 10, del 11 al 20, y del 21 al final del mes) por ejemplo: la primera decena de junio para el año 1972, la Precipitación actual es de 119 mm (cuadro 3). En este Método no se tiene en cuenta la noción de precipitación efectiva.

Es necesario mencionar que el valor de la precipitación se redondea al milímetro más cercano, eliminando las lloviznas que no tienen importancia para la agricultura. Por su poca efectividad que ni siquiera es registrada por el pluviómetro. En el otro extremo, amplias cantidades de precipitaciones registradas durante la decena penetran en el suelo y aseguran la recarga del almacenamiento hídrico de éste, hasta el nivel establecido. Cualquier cantidad de agua penetrada en el suelo más allá de este humbral, se percolará y será eliminada del balance hídrico. Puesto que el exceso de lluvia provoca un desequilibrio de éste, mismo que repercute en el rendimiento de la planta, registrado en el índice final del Método.

AÑOS	1ª DECENA DE JUNIO (Precipitación actual de la decena en mm)
1972	119
1973	18
1974	20
1975	69
1976	18
1977	68
1978	189
1979	43
1980	10
1981	134

$P_n = 69 \text{ mm}$

Cuadro Nº 2. Datos de precipitación de la primera decena de junio, período de diez años (1972-1981) de la estación climatológica: Yecapixtla, Mor.

AÑOS	MESES DECE- NAS	ENERO			FEBRERO			MARZO			ABRIL			MAYO			JUNIO			JULIO			AGOSTO			SEPT			OCTUBRE			NOVIEMBRE			DICIEMBRE		
		1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3
1972	Pa	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	3.0	1.0	0.0	6.0	2.4	1.0	2.5	3.8	11 ⁹	14.4	7.1	11	9.0	5.8	3.7	16	5.0	3.6	6.0	8.3	23	2.0	0.9	5.0	7.0	0.5	0.0	0.0	0.0
	da	0	0	0	0	0	0	0	2	1	0	2	1	1	1	5	9	8	8	3	9	10	6	4	2	6	9	5	2	1	0	1	2	1	0	0	0
1973	Pa	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	2.5	0.0	0.0	0.0	1.5	1.4	0.0	1.0	6.0	1.1	1.8	9.7	1.9	1.30	1.2	6.4	9.8	10.9	4.4	1.22	6.6	6.3	2.4	7.0	3.1	2.2	2.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	da	0	0	0	0	0	1	0	0	0	2	2	0	1	5	2	2	4	10	8	2	9	7	9	7	10	4	5	3	5	4	1	1	0	0	0	0
1974	Pa	0.0	0.0	0.0	3.5	0.0	0.0	0.0	3.0	0.0	3.0	0.0	1.3	0.0	0.0	1.7	2.0	1.9	4.8	1.28	4.7	2.2	3.1	9.1	8.1	4.6	5.8	8.5	2.0	3.3	0.9	0.0	0.0	1.2	0.0	0.0	0.0
	da	0	0	0	1	0	0	1	0	1	1	0	2	0	0	2	4	7	6	8	5	3	4	6	5	7	7	7	1	2	0	0	0	1	0	0	0
1975	Pa	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.5	3.2	6.2	6.9	5.7	1.20	1.0	1.0	1.0	1.16	9.0	7.0	8.9	9.6	8.0	6.0	3.0	1.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	da	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	6	7	6	4	10	1	7	9	6	8	5	6	6	1	2	4	3	0	0	0	0	0	0
1976	Pa	0.0	0.0	0.0	0.4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	2.3	1.1	9	9.0	9.0	7.0	1.8	1.4	4.1	2.12	8.0	4.7	1.5	1.39	1.30	2.6	4.3	9.6	2.4	2.2	2.4	0.0	4.0	0.0	0.0	4.0	0.0
	da	0	0	0	1	0	0	0	0	0	3	1	2	2	3	1	2	3	5	7	7	7	3	6	8	4	7	7	2	3	2	0	1	0	0	1	0
1977	Pa	0.0	0.0	3.6	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	7.0	2.0	5.0	3.8	2.5	8.8	1.6	6.7	1.8	5.9	7.2	4.4	1.18	1.36	6.1	4.2	2.5	3.1	0.0	1.0	2.7	0.0	0.0	0.0	3.0	0.0
	da	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	1	2	6	5	4	3	6	3	6	2	4	9	6	7	6	4	5	0	3	3	0	0	0	1	0
1978	Pa	4.0	0.0	0.0	0.0	0.0	3.0	0.0	1.4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	3.0	2.6	1.89	6.2	2.5	2.4	3.7	5.4	3.6	6.0	4.9	7.6	4.1	9.7	5.0	1.6	2.0	1.0	1.6	6.0	0.0	0.0	
	da	1	0	0	0	0	1	0	2	0	0	0	0	0	2	4	10	6	6	2	5	6	5	5	6	7	3	7	4	2	3	0	1	1	2	0	0
1979	Pa	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	3.0	0.0	2.0	0.0	5.4	4.3	4.3	1.5	1.8	9.5	8.0	9.7	2.4	1.2	9.8	7.0	4.9	1.1	0.0	7.0	3.3	1.0	0.0	1.0	1.2	0.0	0.0
	da	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0	6	7	4	4	5	5	6	10	3	4	10	7	7	3	0	1	4	1	0	1	2	0	0
1980	Pa	0.0	0.0	8.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.0	7.2	4.1	1.0	4.2	10.0	8.0	3.6	4.3	7.4	9.5	4.4	1.14	2.3	10.3	4.0	0.0	7.2	2.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	da	0	0	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	3	3	2	3	6	3	4	8	7	7	8	8	8	6	1	0	2	2	0	0	0	0	0
1981	Pa	0.0	1.8	0.0	0.0	0.0	2.0	0.0	1.1	0.0	0.0	1.0	1.7	1.0	2.0	5.3	1.34	1.44	1.13	7.7	6.7	1.44	1.7	2.7	1.54	7.2	1.1	2.6	2.1	2.2	2.3	0.0	0.0	0.9	0.0	0.0	0.0
	da	0	2	0	0	0	2	0	1	0	0	3	1	1	1	4	6	10	8	8	9	6	3	7	11	8	3	6	4	3	3	0	0	0	0	0	0

Pn: 0.4 1.8 9.5 0.4 0.0 3.3 0.0 3.1 0.1 4.0 5.0 7.0 3.0 2.2 3.2 6.9 8.9 7.2 7.0 10.0 6.9 4.9 7.2 8.1 7.2 4.9 6.0 1.9 2.0 2.2 7.0 1.4 3.0 1.8 0.5 0.0
da: 0.1 0.2 0.7 0.2 0 0.5 0 0.6 0.1 0.7 0.9 0.8 1 3.5 4 5 6 7 6 6 6 5 6 6 7 6 5 2 2 2 1 0.5 0.4 0.4 0.2 0

EPOCA NORMAL DE LLUVIAS

- Precipitación en mm

Cuadro No.3 Precipitación actual por decena (Pa), número de días de precipitación (da) y precipitación normal (Pn). Yecapixtla, Mor. 1972 - 1981

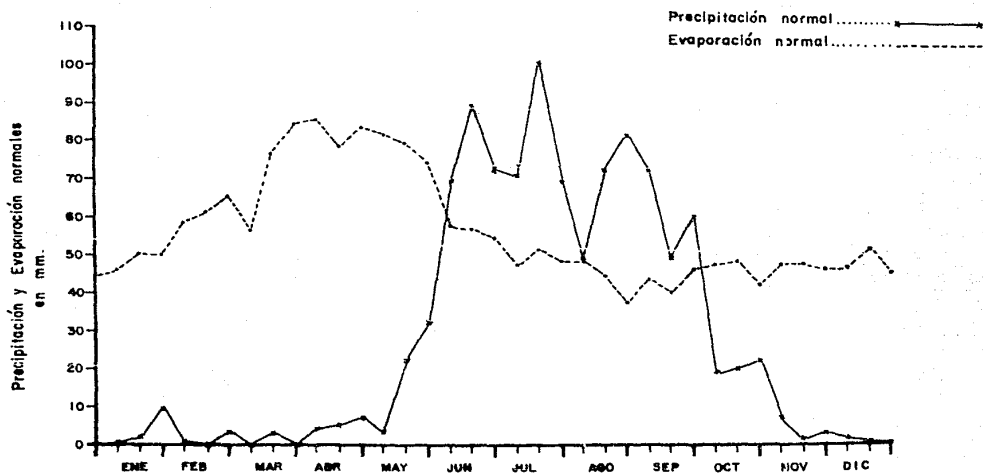


Fig. 3 Distribución de la precipitación y evaporación normales a lo largo del año en Yecapixtla, Mor. 1972 - 1981 (Período de 10 años).

3.1.3. Número de días con precipitación (da)

La observación del número de días de precipitación en la decena, permite comprender mejor la distribución de la lluvia durante el periodo. Por ejemplo, no es lo mismo una precipitación abundante en un sólo día que distribuida en 8 o 10 días. En el primer caso produciría efectos nocivos para el cultivo, sin embargo en el segundo los efectos serían benignos.

Del mismo modo, una precipitación total de 30 mm que cae en un sólo día puede significar una considerable sequía durante la decena, especialmente si en dos decenas sucesivas se registran dos lluvias de este tipo, una al comienzo de la primera decena y la otra al final de la segunda. Por esta razón, si se registra un día aislado de lluvia durante el periodo se deberá indicar la fecha exacta.

3.1.4. Evapotranspiración potencial (ETP)

La evapotranspiración potencial tomada como referencia para el presente trabajo es "la cantidad máxima de agua que puede ser evaporada por una capa uniforme de césped corto y compacto, cuando la provisión de agua es ilimitada, tal como lo definió Penman (1948).^{15/}

Para el cálculo de la ETP los autores del presente Método utilizaron la fórmula de Penman pero ésta requiere de datos como: presión atmosférica, presión de vapor de agua o humedad relativa, duración de la

^{15/} Penman. Citado por Frére y Popov, obra citada. pág. 12.

insolación, etc. Datos que en las estaciones climatológicas del área de estudio no se pueden obtener directamente por la carencia de aparatos. Aunque sí se pueden calcular cada uno de estos parámetros mediante fórmulas o tablas en algunos casos.

Solo que se tiene el inconveniente de que el resultado es muy general y además se genera más abstracción; en base a este supuesto se recurrió al análisis de fórmulas menos complejas que la de Penman para calcular la ETP, fórmulas que no por eso dejan de ser confiables. De ahí que se haya optado por la utilización de la fórmula de Carlos Grassi ya que además de ser de fácil aplicación es muy aproximada, porque como dato básico considera la evaporación medida en tanque tipo "A" y éste al estar a la intemperie está sujeto a todas las condiciones atmosféricas (oscilación térmica, viento, humedad relativa, duración astronómica del día, presión atmosférica, etc).^{16/}

Además este tipo de tanque es el que se utiliza en las estaciones climatológicas del área de estudio y en general por la Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos (SARH).

3.1.5. Coeficiente del cultivo (Kc)

Como se ha visto en los párrafos anteriores, la evapotranspiración potencial se produce en una capa tupida de vegetación corta, durante el período de crecimiento

^{16/} Palacios Vélez, Enrique. INTRODUCCION A LA TEORIA DE LA OPERACION DE DISTRITOS Y SISTEMAS DE RIEGO. Rama de Riego y Drenaje. C.P. Chapingo-México 1977. pág. 239-241.

completo. Sin embargo, los cultivos especialmente los anuales atraviesan numerosos periodos desde el nacimiento hasta la madurez.

El primer periodo de la vegetación comienza con el nacimiento de la planta y va hasta la aparición de los órganos de reproducción (espigas en el caso de los cereales de grano pequeño, y espiguillas en el del maíz). Durante este periodo la evaporación real máxima del cultivo es una fracción, que aumenta desde 0.3 en el momento del nacimiento hasta 0.9 a 1.0 en el periodo de espigamiento, esto es el coeficiente del cultivo.

El segundo periodo se caracteriza por una capa compacta y uniforme del cultivo y abarca un lapso desde 20 días antes hasta aproximadamente 30 días después de la floración (ver figura 4). Durante este lapso, el coeficiente del cultivo es caracterizado por valores de 1.0 o incluso levemente superiores hasta 1.1 a 1.2.

El tercer periodo principal de desarrollo del cultivo comienza con la formación del grano. Durante este periodo, el grano se desarrollará y madurará, mientras que el aparato vegetativo se irá marchitando. Las exigencias de agua del cultivo irán reduciéndose poco a poco, y el coeficiente del cultivo disminuirá de 0.9 hasta alrededor de 0.5-0.4 en el momento de madurez (Ver Anexo II. Figs. 13, 14 y 15).

Para calcular esta variable existen varias fórmulas empíricas de diferentes autores,^{17/} por lo que se tuvo

^{17/} Ortiz Solorio, Carlos A. obra citada, pág. 178-180.

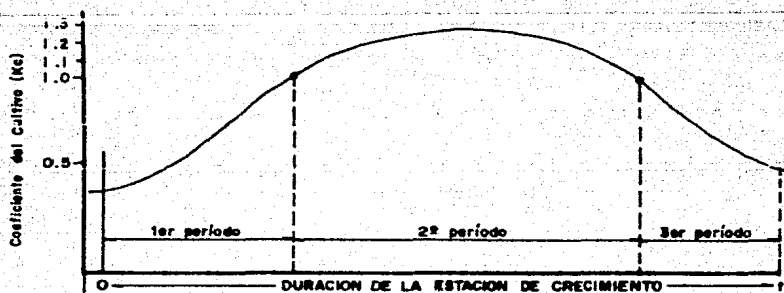


Fig. 4 Evolución ideal del coeficiente de los cultivos (K_c) durante las diversas fases fenológicas de su período vegetativo.^{18/}

ron que analizar algunas, entre las menos complejas que se compararon están la de Hargreaves, Carlos Grassi y Palacios; se optó por la de Carlos Grassi ya que por un lado para calcular la ETP también se utilizó su fórmula y por el otro, para tener un mismo criterio a lo largo del trabajo y así poder obtener resultados y conclusiones más precisas.

3.1.6. Necesidades hídricas del cultivo (NH)

Para estimar las necesidades hídricas del cultivo, se multiplica la evapotranspiración potencial correspondiente a la decena por el coeficiente (Kc) del cultivo de dicha decena.

Puesto que la evapotranspiración potencial se calcula a partir de datos climatológicos y puesto que el coeficiente del cultivo se "preestablece" de acuerdo a la duración habitual del período de crecimiento, es posible calcular al comienzo de la estación las necesidades hídricas totales del cultivo para la misma, sumando los sucesivos requisitos hídricos decena por decena (sic).

3.1.7. Diferencia entre precipitación actual y necesidades hídricas del cultivo (Pa-NH).

Esta variable indica la cantidad de agua disponible para los cultivos, sin tener en cuenta sin embargo, el agua almacenada en el terreno (cuestión que se trata en la siguiente variable). En base a esto, se puede apreciar que el efecto de una precipitación dada puede variar de acuerdo con el período de desarrollo del cultivo.

3.1.8. Reservas hídricas del suelo (Rs)

Se refiere a la cantidad de agua almacenada en el suelo que puede ser inmediatamente aprovechada por el cultivo. En otras palabras, es la reserva hídrica entre la capacidad de campo del suelo y el coeficiente de marchitez.

Las características físicas del suelo influirán también en la capacidad de retener el agua, a igual profundidad del mismo. La proporción de arcillas y suelos de arena gruesa hace que la retención hídrica de éstos por unidad de profundidad sea diferente. Por ejemplo: "una capa de 50cm de suelo arenoso retendrá probablemente menos de 30mm de agua disponible, mientras que la misma profundidad de arcilla puede retener de 60 a 80mm".^{19/}

Considerando la premisa anterior los autores del presente Método han convenido que como "en los primeros estadios de crecimiento el Kc de los cultivos es relativamente pequeño, la disponibilidad de agua existente en el suelo será suficiente, por lo tanto se ha considerado una cantidad fija de agua almacenada de 30 mm". Es decir, cuando el suelo dispone de ésta lámina mínima de agua se puede sembrar (sic).

3.1.9. Excesos y déficits hídricos (E/D)

Este renglón indica los excesos y déficits (señalados con signo menos) referidos a la capacidad de almacena-

^{19/} Frére y Popov, obra citada. pág. 16.

miento hídrico del suelo. El exceso se refiere a toda cantidad de agua que supere un determinado nivel de almacenamiento.

Los déficits se refieren a toda necesidad de agua que supere por debajo del nivel cero del almacenamiento hídrico. Es decir, "si la diferencia entre la lámina precipitada y las necesidades hídricas ($L_p - N_H$) resulta negativa, se considera que la planta tomará agua de las reservas del suelo, pero cuando no hay ($R_s = 0$), entonces quedará un resultado negativo (déficit)".^{20/}

3.1.10. Índice (I)

El índice agrometeorológico señala en porcentaje, la amplitud con que se satisfacen las exigencias hídricas del cultivo, según el cálculo acumulativo de cada diez días de cada una de las etapas del período de crecimiento.

Al final de la estación de crecimiento, el índice agrometeorológico reflejará el esfuerzo acumulativo soportado por el cultivo a través de los excesos y déficits de agua. Y por lo general tiene estrecha relación con el rendimiento final del mismo. A menos que algunos factores perjudiciales como fuertes vientos, plagas o inundaciones entre otros se hayan presentado durante su ciclo de desarrollo.

Hasta aquí, el Método permite hacer predicciones cualitativas pero si se cuenta con estadísticas históricas

^{20/} Torres Ruiz, Edmundo. AGROMETEOROLOGIA. Pág. 145.

fidedignas de los rendimientos y de la producción podrá ser cuantitativa.

3.2. CALCULO DE VARIABLES

3.2.1. Precipitación normal (Pn).

En base a los datos climatológicos diarios de precipitación se obtiene el volumen de agua acumulada para cada decena de cada mes de los años que se requieran calcular, que bien pueden ser de diez a treinta años (ver ejemplo en el cuadro 2). A la vez esto permite detectar la época normal de lluvias (ver cuadro y fig. 3).

3.2.2. Precipitación actual (Pa)

Se calcula mediante la suma de la precipitación actual diaria y representa el total de agua acumulada por decena. Esta operación se hace para cada decena de cada mes del período vegetativo del cultivo que en ese momento se le está calculando el balance hídrico (ver un ejemplo en el Anexo I, Cuadro 16).

3.2.3. Número de días con precipitación (da).

Se obtiene sumando los días de la decena que hayan registrado precipitación.

3.2.4. Evapotranspiración potencial (ETP).- Se calculó con la fórmula de Carlos Grassi, donde:

ETP = C · Ev; ETP = Evapotranspiración potencial
 Ev = Evaporación medida en tanque
 C = Coeficiente de ajuste adimensional.

Para calcular "C" se hace lo siguiente:

- a) Se calcula la Humedad Relativa promedio de la zona de estudio, para esto se utilizó la fórmula propuesta por García Benavides (1979)^{21/} o en su caso se puede hacer con los valores que da el Atlas del Agua, SARH.^{22/}

$$HR = 185.73 - 1.75L - 0.017AL - 0.104(Ne)(T) - 0.00055(PT) \\ (T) + 0.00015(AL)(T) - 0.000027(PT)(P) + 0.0055(L) \\ (P) + 0.000011(AL)(P)$$

Donde: HR = Humedad relativa en %

L = Latitud

AL = Altitud

Ne = Número de meses secos, meses donde la $P < 2T$

T = Temperatura media mensual

PR = Precipitación total anual

P = Precipitación mensual

- b) Velocidad del Viento; se calculó considerando la escala Beaufort^{23/} y ^{24/} y los valores cualitativos obtenidos directamente en la estación climatológica de cada una de las tres localidades.

^{21/} Ortiz Solorio, C. obra citada, pág. 164.

^{22/} Secretaría de Recursos Agricultura y Recursos Hidráulicos, ATLAS DEL AGUA. SARH 1976. pág. 61-63

^{23/} Ayllón Torres, T. y Gutiérrez Roa, J. EL OBSERVATORIO METEOROLOGICO. 2ª Edición E.N.S. México, D.F. 1979. Pág. 59-61

^{24/} Romo González, y Arteaga Ramirez, R. METEOROLOGIA AGRICOLA. UACH, México, 1983, pág. 373-405.

- c) Condiciones físico-ambientales del tanque; por ejemplo ver si está rodeado de pasto, tierra, etc.

Una vez obtenidos los datos de los tres incisos se recurre a la tabla: Coeficientes de Ajuste "C".

Por ejemplo para Yecapixtla el valor de "C" fué de 0.75 (ver cuadro 4).

3.2.5. Coeficiente del cultivo (Kc).

Esta variable se calculó con la fórmula de Carlos Grassi (1966)^{25/} (ver cálculos anexo II, cuadros 32, 35 y 38).

Donde:

$$Kc = 0.04053 + 0.03089C - 0.000237C^2$$

C = Representa la edad del cultivo en por ciento

Para calcular "C" se hace lo siguiente:

- 1º Según el período habitual de siembra y cosecha se obtiene el número de días del ciclo vegetativo del cultivo, en este caso para Yecapixtla es de 178 días (ver Anexo II, cuadro 31).
- 2º Conocido el período vegetativo (178 días) y los días que lleva el cultivo de haberse sembrado a la fecha deseada (82 días en el caso del ejemplo) se obtiene "C" de la siguiente forma:

^{25/} Ortíz Solorio, Carlos A. obra citada. pág.178-180.

Tanque tipo A	Tanque rodeado de hierba corta			Tanque rodeado de tierra seca				
Hum. Rel. % Promedio		Baja < 40	Media 40-70	Alta >70		Baja < 40	Media 40-70	Alta > 70
Viento Km/día	viento sup. distancia a la vegetación '''				viento sup. distancia a la tierra seca. '''			
Ligero < 175	0 10 100 1000	0.55 0.65 0.70 0.75	0.65 0.75 0.80 0.85	0.75 0.85 0.85 0.85	0 10 100 1000	0.70 0.60 0.55 0.50	0.80 0.70 0.65 0.60	0.85 0.80 0.75 0.70
Moderado 175-425 ✓	0 10 100 1000	0.50 0.60 0.65 0.70	0.60 0.70 0.75 0.80	0.65 0.75 0.80 0.80	0 ✓ 10 100 1000	0.65 0.55 0.50 0.45	0.75 ✓ 0.65 0.60 0.55	0.80 0.70 0.65 0.60
Fuerte 425-700	0 10 100 1000	0.45 0.55 0.60 0.65	0.45 0.55 0.60 0.60	0.50 0.60 0.65 0.65	0 10 100 1000	0.60 0.50 0.45 0.40	0.65 0.55 0.50 0.45	0.70 0.65 0.60 0.55
Muy fuerte > 700	0 10 100 1000	0.40 0.45 0.50 0.55	0.45 0.55 0.60 0.60	0.50 0.60 0.65 0.65	0 10 100 1000	0.50 0.45 0.40 0.35	0.60 0.50 0.45 0.40	0.65 0.55 0.50 0.45

CUADRO 4: COEFICIENTES DE AJUSTE "C" PARA ESTIMAR LA EVAPOTRANSPIRACION POTENCIAL COMO FUNCION DE LA EVAPORACION MEDIDA EN TANQUE TIPO "A" 26/

26/ J. Doorembos y W.O. Pruitt, citado por Palacios Vélez.
Obra citada, pág. 239-241.

Si se sembró el 11 de junio y se desea conocer la edad del cultivo para el 31 de agosto, se cuentan los días que hay del 11 al 31 de los respectivos meses (82 días) y se hace la siguiente operación:

$$C = \frac{82}{178} \times 100 = 46 \%$$

Por lo tanto, la edad del cultivo al 31 de agosto es del 46 por ciento.

3.2.6. Necesidades hídricas del cultivo (NH)

Se calculan simplemente multiplicando la evapotranspiración potencial (ETP) correspondiente a la decena, por el coeficiente del cultivo (Kc) de dicha decena. Y así sucesivamente decena por decena hasta el final del período vegetativo con el objeto de efectuar la suma y obtener el total de las Necesidades Hídricas.

3.2.7. Diferencia entre precipitación actual y necesidades hídricas del cultivo.

Sólo se restan las necesidades hídricas (NH) de la precipitación actual (Pa) de la decena correspondiente.

3.2.8. Reservas hídricas del suelo (Rs).

También es apropiado llamarle a éste término "Capacidad de Almacenamiento de agua del suelo". Esta cualidad va a depender de las características físico-químicas del suelo, de ahí la importancia de evaluar lo más aproximado éste factor.

Así pues, para calcular la reserva hídrica del suelo para cada uno de los terrenos del área de trabajo se empleó la fórmula de Aguilera.^{27/}

Para satisfacer los datos que la fórmula requiere se utilizaron los estudios agrológicos respectivos de los que se obtuvieron los valores de: capacidad de campo, punto de marchitez permanente y densidad aparente.^{28/}

$$L = (Ps \text{ cc} - Ps \text{ pmp}) Da Pr$$

Donde:

L = Lámina de retención máxima en cm.

Ps cc = Porcentaje de humedad a capacidad de campo.

Ps pmp = Porcentaje de humedad a punto de marchitez permanente.

Da = Densidad aparente.

Pr = Profundidad radicular en cm.

Como la densidad del agua es uno (unidad de peso entre unidad de volumen; gr/cm^3)^{29/} y el porcentaje se expresa

27/ Aguilera, Mauricio. RELACIONES; AGUA, SUELO, PLANTA, ATMOSFERA. Universidad Chapingo, 1980. pág. 131.

28/ Subdirección de Agrología. ESTUDIO AGROLOGICO DE RECONOCIMIENTO DEL DISTRITO DE TEMPORAL 083. CUERNAVACA, MORELOS. TOMO II ANEXOS. México, Diciembre 1984. pág. 6, 13 y 14.

29/ Torres Ruiz, Edmundo. MANUAL DE CONSERVACION DE SUELOS AGRICOLAS. México 1981. pág. 156.

en decimales, se tiene:

DATOS *

YECAPIXTLA Y OCUITUCO

cc = 0.3245
pmp = 0.1574
Da = 1.20
Pr = 150 cm

SUSTITUYENDO EN LA FORMULA

L = (0.3245 - 0.1574) 1.20X150cm
= 16.71 X 1.20 X 150 cm
= 30.07 cm.*. Rs = 300 mm

DATOS:

HUEYAPAN

cc = 0.5873
pmp = 0.2500
Da = 0.92
Pr = 150 cm

SUSTITUYENDO EN LA FORMULA

L = (0.5873 - 0.2500) 0.92X150cm
= 0.3373 X 0.92 X 150 cm
= 46.54 cm.*. Rs = 465 mm

Ejemplo para afectar la Rs conocida en función de Pa - NH y así de esta forma detectar si hay excesos o déficits (E/D) y que a la vez afecten al índice (I). En este caso se hará con Yecapixtla Ciclo Primavera-Verano 1981 (Ver Anexo I, cuadro 18).

Al calcular Pa-NH para la tercera decena de junio se obtuvo un valor de 101 mm, a éste valor se le suman los 300 mm de reservas hídricas de la decena anterior y da 401 mm de Rs. Entonces como éstas no deben ser mayor de 300 mm los 101 mm excedentes pasan al renglón de E/D como excesos y como éstos por regla no deben superar los 100 mm entonces al índice (I) de esta decena se le restan 3 unidades quedando 97.

* Son los mismos valores para los dos municipios porque las características edáficas son similares en este caso.

3.2.9. Excesos y déficits hídricos (E/D).

En función a los valores que se obtengan en los renglones de Pa-NH y Rs respectivamente, es como se irá llenando este renglón. Y en la medida que haya excesos mayores de 100 mm o déficits (valor negativo) se afectará al índice I (ver ejemplo cuando E/D es negativo en el punto 3.2.10).

3.2.10. Índice (I).

El índice se calcula del siguiente modo se supone que al inicio del período de crecimiento la siembra tiene lugar cuando la disponibilidad de agua en el terreno es de por lo menos 30 mm entonces se considera que el índice tiene un valor de 100 y permanece en 100 para las decenas sucesivas, hasta que en el renglón de excesos y déficits (E/D) aparezca un exceso por encima de 100 mm, o bien un déficit.

Ahora bien, si durante una decena se produce un exceso que supere los 100 mm se le restan 3 unidades al índice, y queda en 97 y así permanece hasta que se produzca un nuevo período crítico que bien podría ser el caso contrario es decir, que se presente un déficit. Así se tendrá que si después de dos decenas las reservas hídricas descienden hasta cero y además se presentara por ejemplo un déficit de -20 mm para una decena determinada y las necesidades hídricas totales son de 400 mm el índice también será afectado disminuyendo su valor de 97 a 92. Este nuevo valor (92) se calcula de la siguiente forma.

Ejemplo:

Se divide -20 mm entre el total de las necesidades hídricas que son para este caso 400 mm y el resultado

se multiplica por 100, esto indica en que por ciento las necesidades hídricas del cultivo no han sido satisfechas y a la vez cuantas unidades se le restan al índice:

$$\frac{-20}{400} \times 100 = -5\% \therefore$$

$$97 - 5 = 92\%$$

El procedimiento del cálculo se repite cuantas veces el caso de una decena determinada lo amerite teniendo en cuenta que el índice comienza en la primera decena como 100 y de ahí en adelante puede permanecer en 100 o disminuir.*

Como ya se mencionó al final de la estación de crecimiento, el índice agrometeorológico reflejará el esfuerzo acumulativo soportado por el cultivo a través de los excesos y déficits de agua. Y por lo general tiene estrecha relación con el rendimiento final del mismo. Al menos que algunos factores perjudiciales como fuertes vientos, plagas o inundaciones entre otros se hayan presentado durante el ciclo de desarrollo del mismo.

* Según el Método una vez afectado el Índice, su valor no subirá.

4. APLICACION DEL METODO

En esta parte del trabajo el Método de Pronóstico de Cosechas de la FAO se aplicó de dos formas. A una se le denominó Investigación Indirecta y a la otra Investigación Directa. En el primer caso el Método se desarrolló con datos estadísticos de climatología y de rendimiento de maíz de temporal ciclo Primavera-Verano de los municipios: Yecapixtla, Ocuituco y Tetela del Volcán. En el segundo caso, el Método se aplicó al mismo tipo de cultivos en los lugares citados pero en un seguimiento directo.

4.1 INVESTIGACION INDIRECTA

Al realizar esta parte del trabajo fué necesario previamente realizar encuestas en las cabeceras municipales de los municipios citados. Con la finalidad de obtener información lo más aproximado a la realidad, sobre todo en lo relacionado a fenología, época habitual de siembra y cosecha, espigamiento, etc.

La intención original fué la de aplicar el Método con información climatológica y de rendimientos de los últimos diez años para cada uno de los municipios ya citados, sin embargo debido a la discontinuidad de la información y a lo dificultoso para obtenerla, se tuvo que hacer el trabajo con menos años, así que para Yecapixtla se contó con información de siete años (1975-1981), para Ocuituco con tres años (1981-1983) y para Tetela del Volcán con tres años (1975-1977), ver cuadro 5.

AÑOS	YECAPIXTLA		OCUITUCO		TETELA DEL VOLCAN	
	REN.	TON / HA	REN.	TON / HA	REN.	TON / HA
1975		1.94		3.65		1.80
1976		1.64		3.41		1.63
1977		1.81		0.76		0.72
1978		2.10		—		—
1979		1.28		—		—
1980		0.71		—		—
1981		2.68		2.68		—
1982		—		0.51		—
1983		0.43		0.50		—

Cuadro N°. 5 Rendimiento en toneladas por hectárea de maíz de temporal Ciclo Primavera-Verano 1975-1983 de Yecapixtla, Ocuituco y Tetela del Volcán.*

Así pues, con la información recabada directamente en el terreno mediante la aplicación de cuestionarios se obtuvieron los siguientes datos específicos:

- a) Con los datos climatológicos estadísticos se conoció la fecha de inicio y fin de la época de lluvias. Ver ejemplo para Yecapixtla 1972-1981 (cuadro 3 y fig. 3).

* Fuente: Economía Agrícola, REPRESENTACION DE LA SARH EN EL ESTADO DE MORELOS, 1985.

- b) Con las fechas de siembra y cosecha se calculó el período vegetativo (ver Anexo II, cuadros 31, 34 y 37).
- c) Con las fechas de las fases fenológicas se calculó la edad del cultivo (se expresa en porciento) y el coeficiente de desarrollo (Kc) del mismo, así como la gráfica respectiva (ver Anexo II, cuadros 32, 35, 38, y las fig. 13, 14 y 15).
- d) Finalmente se aplicó el Método, mismo que se analiza a continuación por años y para cada uno de los tres municipios.

4.1.1. Yecapixtla, maíz de temporal ciclo Primavera-Verano 1975-1981 (período de 7 años).

Como se podrá observar en el cuadro 6 o en la figura 5, los valores del índice y los del rendimiento no coinciden es decir, el Método establece que a mayor valor del índice mayor debe ser el rendimiento. Sin embargo sucedió lo contrario por ejemplo: para 1981 el rendimiento fué el más alto y el índice fué más bajo. Esto quiere decir que el balance hídrico representado por el índice, no lo registra adecuadamente, ya que en julio y agosto hubo excesos que afectaron al índice, no así al cultivo. También se observa en este caso (1981) y en los años anteriores, que el agua estuvo bien distribuida en las cuatro semanas precedentes al espigamiento (Ver Anexo I cuadros ---

Nº	AÑOS	TON/ HA	RENDI- MIENTO	INDICE	PRECIP. TOTAL DE LAS 4 SEM. ANT. AL ESP.	PRECIP. TOTAL DESDE LA SIEM BRA HASTA ESP.
1	1975	1.94	100		183	476
2	1976	1.64	100		339	440
3	1977	1.81	97		149	496
4	1978	2.10	100		115	497
5	1979	1.28	100		252	352
6	1980	0.71	100		87	219
7	1981	2.68	91		288	696

Cuadro N° 6 Rendimientos contra Índice, precipitación total de las 4 semanas anteriores al espigamiento y precipitación total desde la siembra hasta el espigamiento. Ciclo Primavera - Verano 1975 - 1981. Yecapixtla, Mor.

12 al 18). Además según concepto de Wilsie esto es primordial para que haya una buena floración, formación del grano y por ende un buen rendimiento. Entonces considerando este concepto se tomó como base a la precipitación total de las cuatro semanas anteriores al espigamiento por un lado y por el otro el total de la precipitación desde la siembra hasta el inicio del mismo, y se optó por buscar y expresar mediante una ecuación matemática la correlación de éstas variables contra el rendimiento y así ver en que medida influyen en el mismo. Esto se hizo mediante el tipo más sencillo de curva de aproximación que es la línea recta cuya ecuación puede describirse así:

YECAPIXTLA, MOR.

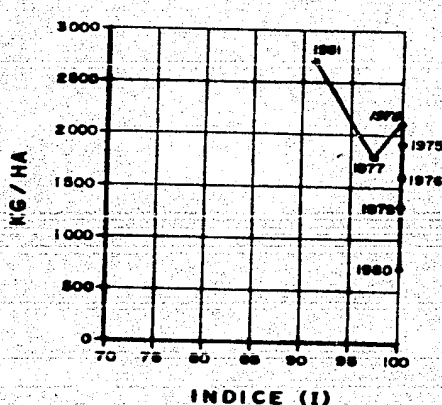


Fig. 5 Gráfica de índice contra rendimiento para Yecapixtla, Mor. Período de 7 años (1975 - 1981).

$$Y = a_0 + a_1 X$$

Donde X y Y son las dos variables; a_0 y a_1 son constantes que pueden ser calculadas por el método de mínimos cuadrados.^{31/} dende:

$$a_0 = \frac{(\sum Y) (\sum X^2) - (\sum X)(\sum XY)}{N \sum X^2 - (\sum X)^2}$$

$$a_1 = \frac{N \sum XY - (\sum X)(\sum Y)}{N \sum X^2 - (\sum X)^2}$$

También se utilizó la ecuación: ^{32/}

$$r = \pm \sqrt{\frac{\sum (\hat{Y} - \bar{Y})^2}{\sum (Y - \bar{Y})^2}}$$

modelo que permite determinar el coeficiente de correlación (r) o coeficiente de determinación (r^2).

Para esto se hizo lo siguiente: a la precipitación y al rendimiento se les asignó X y Y respectivamente, el siguiente paso fué representar estos puntos en un sistema de coordenadas rectangulares, también llamado diagrama de dispersión (ver Figs. 6 y 7).

Así pues, al darle valores a X y Y (ver cálculos Anexo I, cuadros 19 y 20) y sustituyendo en las ecuaciones descritas se obtuvieron los siguientes modelos:

^{31/} Murray R. Spiegel, TEORIA Y PROBLEMAS DE ESTADISTICA, MC Graw Hill. Serie Compendios Schaum, México 1978. pág. 242 y 249.

^{32/} la misma obra, pág. 243.

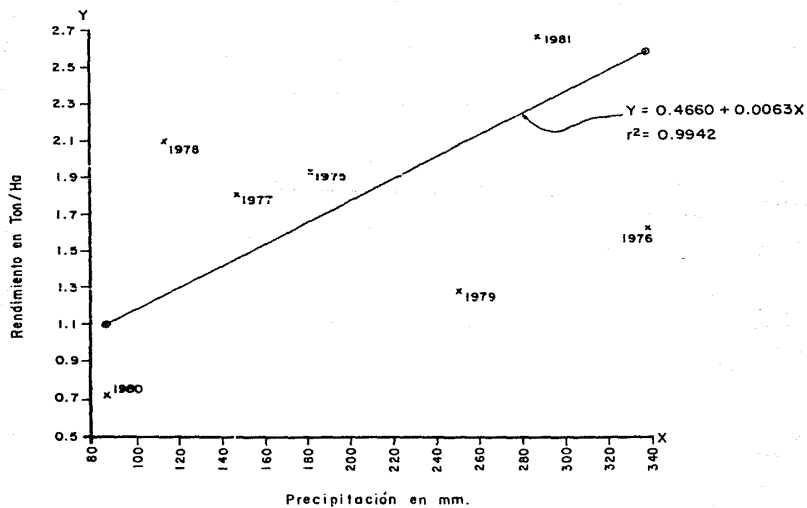


Fig. 6 Diagrama de dispersión de la Precipitación Total de las 4 Semanas anteriores al espigamiento contra rendimiento, Yecapixtla, Mor. 1975 - 1981 (Período de 7 años).

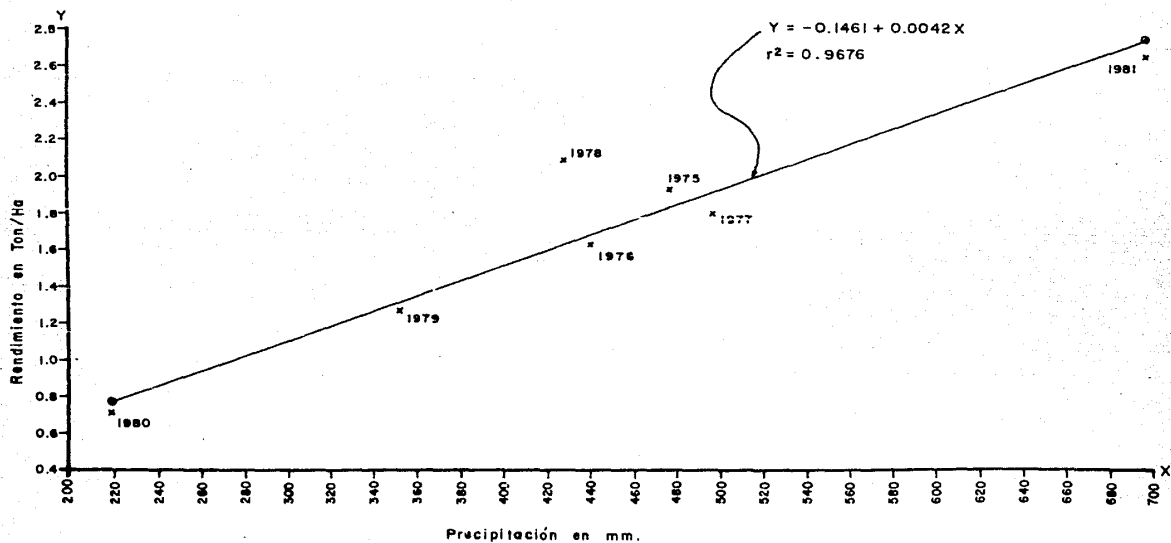


Fig. 7 Diagrama de dispersión de la Precipitación Total desde la Siembra hasta epigamio contra rendimiento. Yecapixtla, Mar. 1975 - 1981 (Período de 7 años).

No.	VARIABLES	ECUACION	r	r ²
1.	Precipitación total de las 4 semanas anteriores al espigamiento contra rendimiento.	$Y=0.4660+0.0063X$	0.9971	0.9942
2.	Precipitación total desde la siembra -- hasta espigamiento contra rendimiento	$Y=-0.1461+0.0042X$	0.9837	0.9676

Cuadro N°. 7 Ecuaciones de Regresión que relacionan la precipitación precedente al espigamiento con el rendimiento. Yecapixtla, Mor. 1975-1981.

Como se podrá observar en el cuadro 7, r está muy próxima a 1. Esto quiere decir que el coeficiente de determinación r^2 explica en un 99 por ciento la variación de los rendimientos, por lo que las ecuaciones calculadas tienen un alto valor predictivo. En las figuras 6 y 7 aparecen las líneas descritas por los modelos.

4.1.2 Ocuiluco, maíz de temporal Ciclo Primavera - Verano 1981 - 1983 (período de 3 años).

Con la información recabada directamente en el terreno ya descrita al inicio de este capítulo se aplicó el Método. Para esto se tuvo que calcular previamente el período vegetativo, coeficiente de desarrollo (Kc) y la gráfica de evolución del Kc para maíz de temporal para este municipio (ver Anexo II, cuadros 34 y 35 y figura 14).

Una vez obtenidos los valores del índice (I) según el Método, se resumieron en el cuadro 8 y se representaron en la figura 8. Observándose que los valores del índice no se relacionan con el rendimiento en la medida esperada, es decir a mayor valor del índice mayor debe ser el rendimiento. Sin embargo en este caso no sucedió así, por ejemplo para 1982 y 1983 el índice fué alto (100 y 97) y los rendimientos para estos dos años fueron de los más bajos.

Nº	AÑOS	RENDIMIENTO TON/HA	INDICE %	PRECIP. TOTAL DE LAS 4 SEMA- NAS ANT. AL - ESP. (mm)	PRECIP. TOTAL DESDE LA SIEM- BRA HASTA ESP. (mm)
1	1981	2.70	97	111	538
2	1982	0.51	100	104	324
3	1983	0.50	97	303	665

Cuadro N° 8 Rendimientos contra índice, Precipitación total de las 4 semanas anteriores al espigamiento y Precipitación total desde la siembra hasta espigamiento. Ciclo Primavera-Verano 1981-1983. Ocuituco, Mor.

Ahora bien, analizando los cuadros 22 y 23 del Anexo I en los renglones de Pa y da, se observa que en el primer caso, al cultivo le faltó agua en el segundo periodo del ciclo vegetativo (periodo crítico). ^{33/}. Aún así el índice no se vió afectado, ésto como ya

^{33/} Wilsie P. Carroll. obra citada, pág. 414 y 415.

OCUITUCO, MOR.

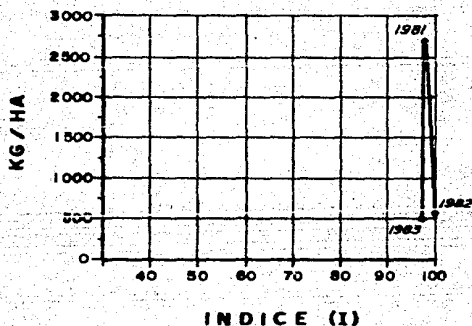


Fig. 8 Índice contra rendimiento de maíz de temporal Ciclo Primavera-Verano para Ocuiluco, Mor. Período 1981-1983.

se mencionó se debe a la alta capacidad de retención de agua de los suelos de esta zona.

En el segundo caso (cuadro 23) sucedió lo contrario es decir, hubo exceso de agua en plena floración y esto como es normal afectó a la formación del grano y por ende en el rendimiento, sin embargo al índice el efecto fué mínimo, debiéndose esto al alto valor de Rs (ver punto 3.2.8) Este factor impide que el balance hídrico representado por I, sea representativo en relación al rendimiento.

Como el comportamiento del balance hídrico fué similar al caso anterior, se optó por calcular la correlación de la precipitación con el rendimiento en las variantes ya descritas, utilizando el mismo procedimiento matemático (ver cálculos en el Anexo I, cuadros 24 y 25) obteniéndose los siguientes modelos:

Nº	VARIABLES	ECUACION	r	r ²
1.	Precipitación total de las 4 semanas anteriores al espigamiento contra rendimiento.	$Y = -0.7002 + 0.0112X$	0.9918	0.9836
2.	Precipitación total desde la siembra - hasta espigamiento - contra rendimiento.	$Y = -1.7067 + 0.0057X$	0.9430	0.8893

Cuadro Nº 9 Ecuaciones de Regresión que relaciona la precipitación precedente al espigamiento con el rendimiento. Ocuituco, Mor. Período 1981-1983.

Como se podrá observar (cuadro 9) el coeficiente de determinación r^2 está muy próximo a la unidad, lo que explica en un 98 y 88 por ciento respectivamente las variaciones del rendimiento. De tal forma que las ecuaciones calculadas tienen un alto valor predictivo.

4.1.3. Tetela del Volcán: maíz de temporal ciclo Primavera-Terrestre 1975-1977 (período de 3 años)

En base a la información obtenida en campo directamente se calculó el período vegetativo, edad del cultivo, así como el coeficiente de desarrollo (Kc) y la gráfica que muestra el período habitual de desarrollo del maíz de temporal para este municipio (ver Anexo II, cuadros 37 y 38 y figura 15).

Una vez procesada esta información se aplicó el Método considerando el mismo criterio de los dos casos anteriores (ver Anexo I, balance hídrico 1975-1977 Tetela del Volcán).

Para analizar los resultados se resumieron en el cuadro 10 y figura 9, observándose que éstos son similares a los que se obtuvieron para Yecapixtla y Ocuituco, es decir, cuando el valor del Índice es el más alto el rendimiento es el más bajo como sucedió para 1977.



FACULTAD DE FILOSOFÍA Y LETRAS
COLEGIO DE GEOGRAFÍA

Nº	AÑOS	RENDIMIENTO TON / HA	INDICE %	PRECIP. TOTAL DE LAS 4 SEMA NAS ANT. AL - ESPIGAMIENTO (mm)	PRECIP. TOTAL DESDE LA SIEM BRA HASTA ESP. (mm)
1	1975	1.80	100	221	763
2	1976	1.63	65	534	795
3	1977	0.72	100	127	589

Cuadro N° 10 Rendimiento contra Índice, precipitación total de las 4 semanas Anteriores al espigamiento precipitación total desde la Siembra hasta espigamiento CPV-1975-1981. Tetela del Volcán, Mor.

Así pues, estos valores indican una vez más que el balance hídrico calculado con este método en el Noreste de Morelos no relaciona el valor del índice con el rendimiento, debido a que la investigación indirecta no contempla algunos otros factores que pudieran haber incidido en el mismo como serían las granizadas, vientos fuertes, heladas, tormentas, plagas, etc. Sin embargo aunque las condiciones climáticas son diferentes a los dos municipios anteriores, el Método se comportó de forma similar. Entonces se hicieron las mismas consideraciones es decir, se buscó cuantitativamente con el mismo procedimiento matemático (ver cálculos Anexo I, cuadros 29 y 30) el grado de correlación que pudiera existir entre la precipitación total de las cuatro semanas anteriores al espigamiento y la precipitación total desde la siembra hasta el inicio del mismo.

Encontrándose un coeficiente de correlación (r) o

TETELA DEL VOLCAN, MOR.

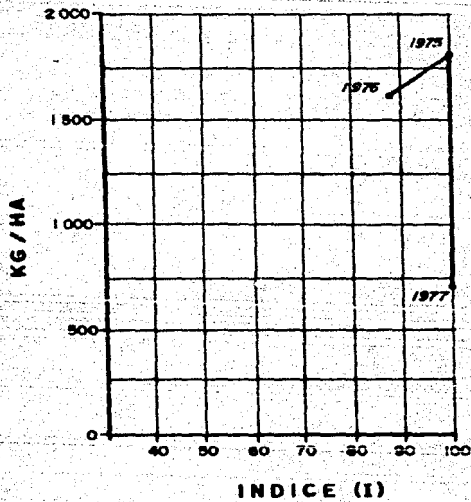


Fig. 9 Índice contra rendimiento de maíz criollo de temporal Ciclo Primavera-Verano para Tetela del Volcán, Mor. 1975 - 1977.

coeficiente de determinación R^2 muy cercanos a la unidad (cuadro 11) lo que explica en un 97 por ciento la variación de los rendimientos. A la vez indica que las ecuaciones tienen un alto valor predictivo.

Nº	VARIABLES	ECUACION	r	r ²
1.	Precipitación total de las 4 semanas — anteriores al espigamiento contra rendimiento	$Y = 0.7592 + 0.0021X$	0.9886	0.9774
2.	Precipitación total desde la siembra — hasta espigamiento — contra rendimiento.	$Y = -2.3432 + 0.0052X$	0.9886	0.9774

Cuadro Nº 11 Ecuaciones de Regresión que relacionan la precipitación precedente al espigamiento contra el rendimiento. Tetela del Volcán, Mor. 1975-1977 (Período de 3 años).

4.2. INVESTIGACION DIRECTA

En esta parte del presente trabajo el Método de Pronóstico de Cosechas de la FAO se aplicó en un seguimiento directo a cultivos de temporal de maíz criollo o mejorado del Ciclo Primavera-Verano 1985 en los municipios ya citados.

Con la información recabada en las encuestas que se realizaron previamente a la siembra en los pueblos de Yecapixtla Ocuituco y Tetela del Volcán, se hizo un seguimiento de los cultivos que fué desde la preparación del suelo, fecha de siembra, labores culturales, etapas fenológicas (nacimiento, amacoyamiento, aparición

de espigas, etc.) y cosechas.

Cabe aclarar que como en el pueblo de Tetela del Volcán la estación se trasladó a Hucyapan en el mismo municipio situado a 4.6 Km. de éste y con una altitud de 2380 m sobre el nivel del mar, el trabajo se realizó en ésta localidad.

Todo lo anterior implicó localizar a campesinos que tuvieran sus terrenos prácticamente colindantes con las estaciones climatológicas que se iban a utilizar para la obtención de la información meteorológica. Además de la cooperación que se les pidió para que observaran y si era posible anotaran las fechas de los fenómenos meteorológicos que según su propia experiencia le causaran algún daño a los cultivos y redundara a la postre en una disminución del rendimiento y calidad de la cosecha. Así una vez concertada su cooperación para realizar esta importante parte del trabajo se procedió a la aplicación del Método haciendo salidas al terreno cada 15 días y no cada 10 días como sería lo ideal.

Esta situación no afectó a la investigación ya que los campesinos mostraron mucha cooperación.

Considerando las premisas ya descritas con amplitud se detalla a continuación el seguimiento directo de cada una de las etapas fenológicas del maíz para cada una de las tres localidades.

4.2.1. Yecapixtla: maíz criollo de temporal ciclo Primavera-Verano 1985.

El campesino sembró el 10 de junio y a partir de esta

fecha el cultivo fué creciendo y desarrollándose normalmente, se utilizó fertilizante, los beneficios se hicieron en el momento oportuno, el tiempo fué favorable hasta la primera decena de agosto ya que durante las dos decenas restantes del mismo mes las lluvias disminuyeron notablemente (ver figura 10).

Ahora bien, aunque hubo escasez de agua durante 20 días y en plena floración de las plantas no las afectó ya que la capacidad de almacenamiento del suelo (Rs= 300 mm) es alta y había la suficiente humedad para que el cultivo satisficiera sus necesidades hídricas. Sin embargo se le preguntó al campesino si esta escasez de agua le afectaría al rendimiento. Dijo que esto no sucedería a menos que se prolongara por un lapso igual de tiempo la disminución de las lluvias (10 o 12 días mas con lloviznas aisladas), afortunadamente esto no sucedió, así que para la tercera decena de septiembre la milpa dió elotes grandes y jugosos. Esto de antemano predecía buena cosecha.

En cuanto al resultado que el Método arrojaba hasta la tercera decena de septiembre era favorable, ya que el índice tenía para esa fecha un valor de 100 (ver anexo II, cuadro 33), así que se comparó éste con la gráfica de índice contra rendimiento para Yecapixtla (ver figura 5).

Según la gráfica la futura cosecha sería mala ya que el rendimiento estaría entre 0.71 y 1.28 TON/HA. Considerando los resultados de gabinete.

Por otro lado, si el cálculo del balance hídrico estadístico calculado para los tres municipios hubiera

YECAPIXTLA, MOR.

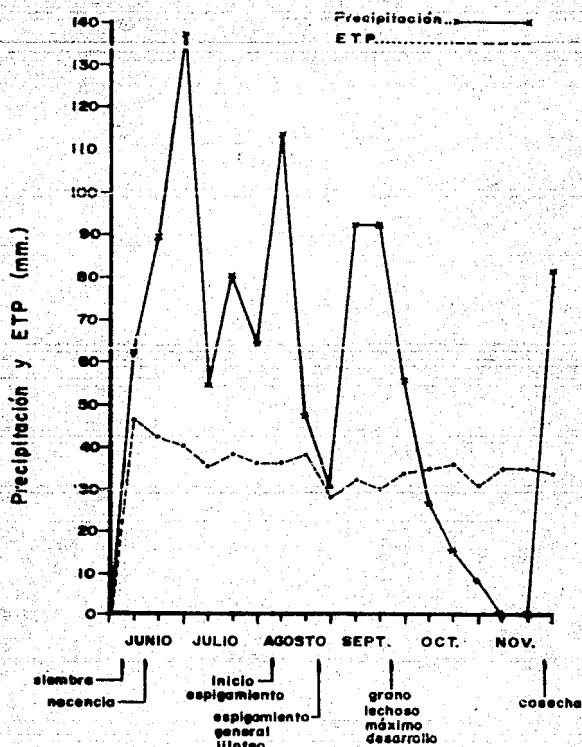


Fig. 10 Distribución de la precipitación y evapotranspiración potencial a través del período vegetativo de maíz criollo de temporal Ciclo Primavera-Verano 1985. Yecapixtla, Mor.

resultado conforme lo indica el Método, ese pronóstico sería el esperado, sin embargo como no fué así, pues no se podía dar por verdadero. Así que para conocer lo más aproximado posible el rendimiento de la futura cosecha CPV-1985, se realizaron de nuevo otras encuestas en abril de 1986 ya que en Hueyapan cosecharon hasta fines de diciembre del ciclo citado.

Ya con la información nueva debidamente procesada, se detectó que el rendimiento promedio de la cosecha CPV-1985 para Yecapixtla fué de 2.6 TON/HA.

Observando los valores de la gráfica (ver figura 5), considerando el valor del índice CPV-1985 y tomando en cuenta el rendimiento citado, se concluye que no hay relación en cuanto al valor del índice calculado directamente. Sin embargo, considerando la precipitación total desde la siembra hasta el espigamiento, (ver cálculos Anexo I, cuadro 20) se observa según la ecuación matemática respectiva, que el rendimiento esperado es de 2.32 TON/HA. Valor que es bastante aproximado al que se obtuvo (2.6 TON/HA) en las encuestas realizadas para el seguimiento directo.

4.2.2. Ocutuco; maíz mejorado(H220) de temporal ciclo Primavera-Verano 1985.

La fecha de siembra fué el 4 de junio, la planta nació el 11 del mismo mes, de ahí en adelante el cultivo se fué desarrollando normalmente. Como estuvo lloviendo con cierta abundancia en las dos últimas decenas de junio, a mediados de julio le salió plaga, esto originó que el cultivo retrasara su crecimiento así que le aplicaron insecticida el 25 de julio y días

después según observación del campesino el cultivo continuó su crecimiento normalmente. También le cayeron dos granizadas ligeras que no causaron mayor daño, salvo algunas rasgaduras en las hojas.

En las dos últimas decenas de julio disminuyeron las lluvias (ver fig. 11) en comparación a las de junio sin embargo esta no causó daño al cultivo: esta merma de agua, más la alta capacidad de almacenamiento del suelo (300 mm) no afectaron las necesidades hídricas del cultivo como se comprobó más adelante.

A mediados de la tercera decena de septiembre se dieron muy buenos elotes por lo que a pregunta hecha al campesino en relación a la producción de la futura cosecha por obtener dijo que sería buena. Se le preguntó si aproximadamente podría calcular cual sería el rendimiento; dijo que cuando el temporal es como el presente (PCV-1985) obtiene normalmente 3 toneladas por hectárea.

Por otro lado, el índice tenía para la tercera decena de septiembre 100 (ver Anexo II, cuadro 36), este valor indicaba que la cosecha sería buena. Sin embargo al compararlo con la gráfica de índice contra rendimiento para Ocuituco de la Investigación Indirecta (ver figura 8) esta indicaba que la cosecha sería mala, con un rendimiento aproximado de 0.50 TON/HA. Este valor al compararlo con el monto real de la cosecha se quedó bastante corto, ya que según los datos que se obtuvieron en las encuestas realizadas en abril de 1986, resultó que el rendimiento promedio de la cosecha CPV-1985 fué de 2.85 TON/HA.

OCUITUCO, MOR.

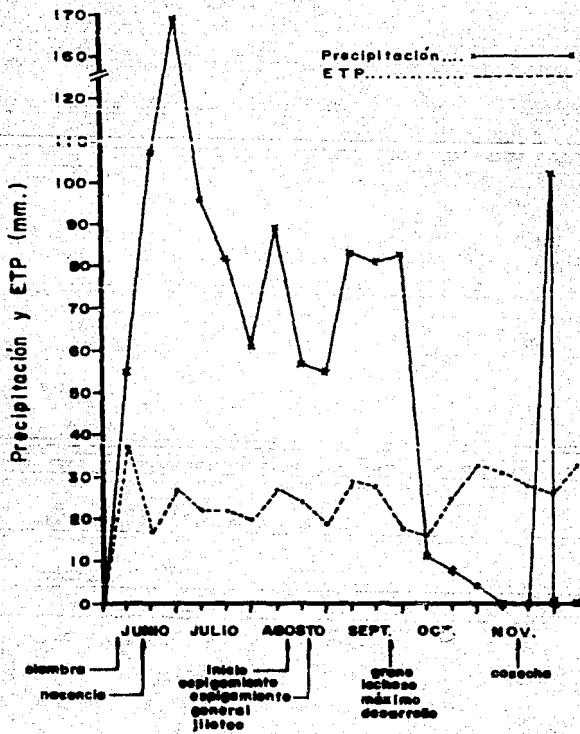


Fig. 11 Distribución de la precipitación y evapotranspiración potencial a través del período vegetativo de maíz mejorado de temporal Ciclo Primavera-Verano 1985. Ocuituco, Mor.

Además se le preguntó al campesino que dió las facilidades para entrar a su milpa siempre que se requirió y que además cooperó para observar y registrar los efectos y fechas de los fenómenos meteorológicos que afectarían al cultivo, que ¿Como le había ido en su cosecha? dijo que bien, ya que obtuvo aproximadamente tres toneladas por hectárea.

Así pues, comparando los resultados obtenidos directamente en el campo con los de gabinete, se observa que la relación no es lo aproximada que se esperaba, sin embargo considerando la precipitación total desde la siembra hasta el espigamiento y aplicando la ecuación matemática respectiva (Cuadro 9), ésta da un pronóstico de 2.37 TON/HA de rendimiento (ver cálculos Anexo I, cuadro 25'). Este valor es muy aproximado al que se obtuvo en las encuestas (2.85 TON/HA) para seguimiento directo.

4.2.3. Hueyapan, maíz criollo de temporal ciclo Primavera-Verano 1985.

El campesino sembró el 16 de abril, la planta nació a los 8 días (24 de abril); en esta zona de Morelos siembran normalmente por esta fecha aprovechando las lluvias ligeras de abril y la alta capacidad de almacenamiento de agua del suelo ($R_s = 465$ mm) así como de la alta humedad relativa (80%), así que las plantas aunque lentamente, se van desarrollando con normalidad hasta que llega la temporada de lluvias a principios de junio (Ver Aspectos Climáticos en el capítulo II.1.5).

El cultivo para el primero de junio ya tenía en prome-

dio una altura de 30 cm y buena apariencia de sanidad vegetal a pesar de que le cayó una ligera granizada la última semana de Mayo.* Esta le produjo rasgaduras en las hojas a un 70 por ciento del cultivo.

Ya en plena temporada de lluvias, por las altas precipitaciones de junio y julio (ver figura 12) le salió plaga a las plantas en un 40 por ciento aproximadamente, así que se le hizo ésta observación al campesino y dijo que no iba a fumigar su milpa porque no sufriría mayor perjuicio además no tenía dinero para comprar el agroquímico y mandarlo a aplicar.

En términos generales se puede afirmar que el cultivo se fué desarrollando normalmente, esto se comprobó en la temporada de elotes (2ª y 3ª decenas de septiembre) ya que eran grandes y de grano bien desarrollado. Se le preguntó al campesino si la cosecha sería buena y dijo que sí.

Ahora bien, en cuanto al seguimiento del cultivo con las indicaciones del Método, el índice (I) para esta fecha (11 al 20 de septiembre) tenía un valor de 100 (ver Anexo II, cuadro 39), esto quería decir que las necesidades hídricas habían sido satisfechas con normalidad, por lo tanto se pronostica una buena cosecha.

* En Hueyapan por estar en las inmediaciones del Popocatepetl, soplan vientos helados que propician granizadas en pleno mes de mayo.

HUEYAPAN, MOR.

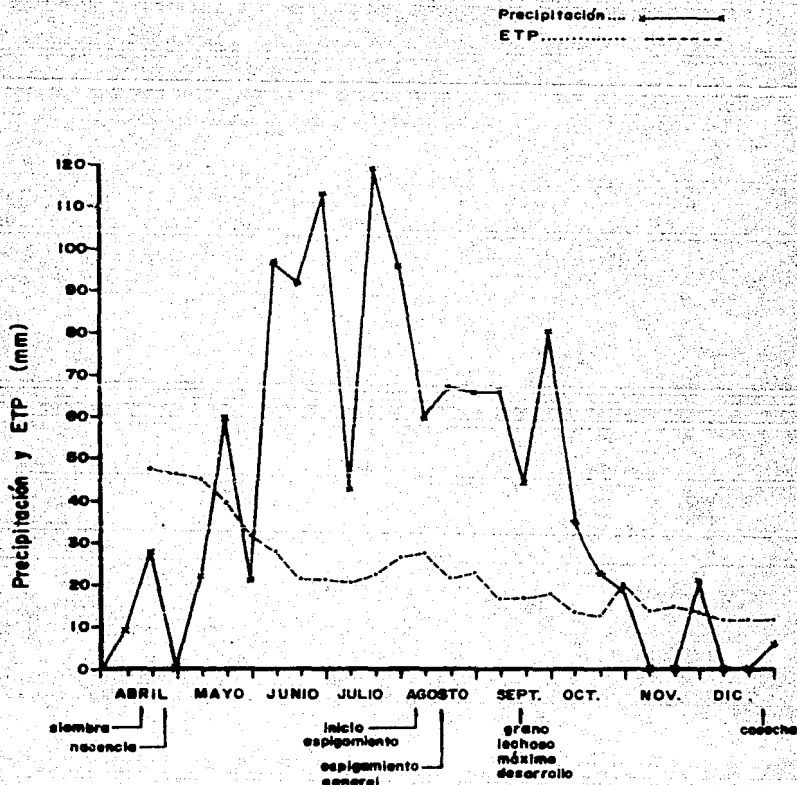


Fig.12 Distribución de la precipitación y evapotranspiración potencial a través del período vegetativo de maíz criollo de temporal Ciclo Primavera - Verano 1985. Hueyapan, Mor.

Así que comparando este valor con los de la gráfica de la figura 9 que representa los valores obtenidos por Investigación Indirecta, la cosecha tendría un rendimiento de 0.71 TON/HA.

Sin embargo el monto real de la cosecha CPV-1985 fué en promedio de 2.71 TON/HA en base a las encuestas realizadas en abril de 1986.

Como se podrá observar, los resultados obtenidos en este caso son similares a los de Yecapixtla y Ocuituco, en cuanto a que la relación del índice contra el rendimiento son de similar comportamiento, tanto en Investigación Indirecta como en Investigación Directa. Esto se debe a que el Balance Hídrico no es el único factor que incide en el desarrollo del cultivo.

Ahora bien, aplicando la ecuación matemática de la precipitación total desde la siembra hasta el espigamiento (ver cálculos Anexo I, cuadro 30) ésta predice un rendimiento de 1.56 TON/HA. Resultado que en relación al de los datos estadísticos de rendimiento promedio (ver cuadro 5) para esta zona de Morelos es muy aproximada.

5. CONCLUSIONES

En base a las experiencias y resultados obtenidos durante la aplicación del Método en las formas ya definidas, se resumen en las siguientes conclusiones:

- Según lo revelado por las encuestas, los campesinos prefieren sembrar el maíz criollo de la localidad ya que éste soporta más las adversidades climáticas, sobre todo los ventarrones, además de tener mejor sabor ya que la semilla mejorada aunque es más grande y de mejor apariencia, su sabor es menos agradable.
- El maíz no es el cultivo principal de esta región de Morelos ya que además de sembrar frijol, los frutales y hortalizas son los que ocupan mayor área. Sin embargo le destinan cierta superficie agrícola ya que éste sigue siendo la base de su alimentación y prefieren cultivarlo que comprarlo.
- Los campesinos de más recursos utilizan los agroquímicos necesarios según los requerimientos del cultivo por ejemplo; para deshierbar hacen uso de algún herbicida, o en el caso de una plaga un insecticida, etc. No siendo así en los campesinos que tienen menos posibilidad económica, este fué el caso de Hueyapan en Tetela del Volcán. En donde el deshierbe se hizo manualmente y en el caso de la plaga que le nació al cultivo ésta no fué afectada para eliminarla. Sin embargo en los tres casos utilizan fertilizante.

- La experiencia del campesino permite predecir la cosecha. Por lo que al aplicar el Método, se recomienda solicitar su cooperación, para hacer una mejor evaluación del desarrollo del cultivo.
- Tanto el instrumental así como la información climatológica obtenida ya sea en oficinas o personalmente en el terreno, cumplen con las condiciones mínimas pero suficientes para realizar este tipo de trabajos para investigación directa.
- Las personas encargadas de las estaciones climatológicas no tienen la suficiente información respecto a la importancia de su labor que desempeñan, además de ser sumamente bajo el incentivo económico que reciben por parte de la SARH, esto aunado a que no se los dan con periodicidad, trae como consecuencia que demuestren poco interés tanto en la puntualidad para hacer las observaciones así como para registrarlas con la mayor precisión posible.
- En la Investigación Indirecta, a igual índice (I) pueden presentarse diferentes rendimientos, pero no se puede saber el porque de estos resultados ya que la información no registra factores que provocaron la buena o la mala cosecha.
- A falta de información sobre el desarrollo de las cosechas no tiene mucho sentido aplicar el Método indirectamente, siendo más útil aplicarlo directamente.

- Por no parecer lógica la relación Índice - Rendimiento, se optó por calcular mediante una ecuación matemática la relación de la precipitación (con dos variantes) que precede al espigamiento y los rendimientos por hectárea de maíz, resultando las ecuaciones para Yecapixtla, Ocuituco y Hueyapan con una correlación lineal positiva. Es decir a mayor precipitación mayor es el rendimiento. Sobre todo en el caso de la precipitación total desde la siembra hasta el espigamiento.

- Así mismo, se calculó el grado de correlación lineal mediante el coeficiente de correlación (r) o coeficiente de determinación (r^2), obteniéndose un valor muy próximo a la unidad. Esto quiere decir, que las ecuaciones obtenidas para cada una de las tres localidades tienen un alto valor predictivo. Aunque cabe aclarar que por haberse hecho los cálculos con menos de diez años, las ecuaciones obtenidas no permiten llegar a conclusiones definitivas.

A N E X O I
BALANCE HIDRICO
YECAPIXTLA, OCUITUGO Y TETELA DEL VOLCAN

Y E C A P I X T L A
B A L A N C E H I D R I C O
1 9 7 5 — 1 9 8 1

YECAPIXTLA, MORELOS.

MAIZ CRIOLLO DE TEMPORAL CICLO PRIMAVERA-VERANO 1975

* C. A. = 300mm

MESES VARIABLES	MARZO			ABRIL			MAYO			JUNIO			JULIO			AGOSTO			SEPT.			OCTUBRE			NOVIEMBRE			DICIEMBRE			ENERO			FEBRERO		
	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3
P _n (mm)																																				
P _a (mm)	0	0	0	0	0	0	1	32	62	69	57	120	1	97	95	116	90	70	89	96	8	6	38	10	0	0	0	0	Σ=	1033	mm					
da	0	0	0	0	0	0	1	6	7	6	6	10	1	7	4	6	8	5	6	6	1	2	4	3	0	0	0									
ETP _(mm)								56	66	36	40	37	37	23	32	40	30	31	32	28	41	38	30	32	39	38	36	40								
Kc								0.2	0.2	0.2	0.2	0.3	0.4	0.6	0.7	0.8	0.8	0.9	1.03	1.03	1.03	1.0	1.0	1.0	0.9	0.8	0.7	0.6								
NH(mm)								11	13	7	8	11	15	14	22	32	24	25	33	29	42	38	30	32	35	30	25	24	Σ=	469	mm					
P _a -NH _(mm)								21	49	62	49	109	-14	83	63	84	66	45	56	67	-34	-32	0	-22	-35	-30	-25	-24								
R _s (mm)								21	70	132	181	210	276	300	300	300	300	300	300	266	234	234	212	177	147	122	98									
E/D _(mm)								0	0	0	0	0	59	63	84	66	45	56	67	0	0	0	0	0	0	0	0									
I (%)								100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100								

*CAPACIDAD DE ALMACENAMIENTO

SIEMBRA
NACENCIA

INICIO
ESPIGAMIENTO

ESPIGAMIENTO
GENERAL
JILOTEO

GRANO
LECHOSO
MAXIMO
DESARROLLO

COSECHA

CUADRO No. 12

YECAPIXTLA, MORELOS.

MAIZ CRIOLLO DE TEMPORAL CICLO PRIMAVERA-VERANO 1976

C. A. = 300mm

MESES VARIABLES	MARZO			ABRIL			MAYO			JUNIO			JULIO			AGOSTO			SEPT			OCTUBRE			NOVIEMBRE			DICIEMBRE			ENERO			FEBRERO		
	DECENAS	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2
Pn _(mm)																																				
Pa _(mm)	0	0	0	23	11	9	9	9	7	18	45	41	212	80	47	15	139	130	26	43	96	24	22	24	0	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	Σ=1034 mm
da	0	0	0	3	1	2	2	3	1	2	3	5	7	7	7	3	6	8	4	7	7	2	3	2	0	1	0	0								
ETP _(mm)				56	59	55	46	46	59	55	43	45	43	39	52	45	40	37	40	35	41	35	36	33	27	31	34	34								
Kc				0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.3	0.4	0.6	0.7	0.8	0.8	0.9	1.03	1.03	1.03	1.03	1.03	1.03	0.9	0.8	0.7	0.6								
NH _(mm)				11	12	11	9	9	12	11	9	13	17	23	31	36	32	33	41	36	42	36	37	34	24	25	24	20							Σ=588 mm	
Pa-NH _(mm)				12	-1	-2	0	0	-5	7	36	28	195	57	16	-21	107	97	-15	7	54	-12	-15	-10	-24	-21	-24	-20								
Rs _(mm)				12	11	9	9	9	4	11	47	75	210	300	300	279	300	300	285	292	300	288	273	263	239	218	194	174								
E/D _(mm)				0	0	0	0	0	0	0	0	47	0	0	27	16	0	86	97	0	0	46	0	0	0	0	0	0								
I (%)				100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100								

SIEMBRA
NACENCIA

INICIO
ESPIGAMIENTO

ESPIGAMIENTO
GENERAL
JILOTEO

GRANO
LECHOSO
MAXIMO
DESARROLLO

COSECHA

CUADRO No. 13

YECAPIXTLA, MORELOS.

MAIZ CRIOLLO DE TEMPORAL CICLO PRIMAVERA-VERANO 1977

C. A. = 300mm

VARIABLES	MESES			MARZO			ABRIL			MAYO			JUNIO			JULIO			AGOSTO			SEPT.			OCTUBRE			NOVIEMBRE			DICIEMBRE			ENERO			FEBRERO					
	DECENAS			1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3						
Pn(mm)																																										
Pa(mm)	0	0	0	0	7	2	5	38	25	68	168	67	18	59	72	44	118	136	61	42	25	31	0	10	27	0	0	0	0	0	0	0	0	$\Sigma=1023 mm$								
da	0	0	0	0	1	1	2	6	5	4	8	6	3	6	2	4	9	6	7	6	4	5	0	3	3	0	0	0	0	0												
ETP(mm)							60	45	46	40	49	32	46	44	35	29	28	31	31	40	28	35	28	39	39	39	32	38														
Kc							0.1	0.1	0.1	0.2	0.3	0.4	0.6	0.7	0.8	0.8	0.9	1.03	1.03	1.03	1.03	1.03	1.0	1.0	0.9	0.8	0.7	0.6														
NH(mm)							6	4	5	8	15	13	28	31	28	23	25	32	32	41	29	35	28	35	31	22	23	$\Sigma=994 mm$														
Pa-NH(mm)							32	21	63	160	52	5	31	41	16	95	111	29	10	-16	2	-35	-18	-8	-31	-22	-23															
Rs(mm)							32	53	116	276	300	300	300	300	300	300	300	300	300	284	286	251	233	225	194	172	149															
E/D(mm)							0	0	0	0	28	5	31	41	16	95	111	29	10	0	0	0	0	0	0	0	0															
I(%)							100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	97	97	97	97	97	97	97	97	97	97	97	97														

SIEMBRA
NACENCIA

INICIO
ESPIGAMIENTO

ESPIGAMIENTO
GENERAL
JILOTEO

GRANO
LECHOSO
MAXIMO
DESARROLLO

COSECHA

CUADRO No. 14

YECAPIXTLA, MORELOS.

MAIZ CRIOLLO DE TEMPORAL CICLO PRIMAVERA-VERANO 1978

C. A. = 300mm

MESES VARIABLES	MARZO			ABRIL			MAYO			JUNIO			JULIO			AGOSTO			SEPT.			OCTUBRE			NOVIEMBRE			DICIEMBRE			ENERO			FEBRERO				
	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3		
P_n (mm)																																						
P_a (mm)	0	14	0	0	0	0	0	3	26	189	62	25	24	37	54	36	60	49	76	41	97	50	16	20	0	1	16	6	$\Sigma = 902$ mm									
d_a	0	2	0	0	0	0	0	2	4	10	6	6	2	5	6	5	5	6	7	3	7	4	2	3	0	1	1	2										
ETP (mm)										56	32	37	77	38	51	32	46	34	37	37	26	38	38	44	31	34	35	32	30									
K_c										0.2	0.2	0.2	0.3	0.4	0.6	0.7	0.8	0.8	0.9	1.03	1.03	1.03	1.03	1.0	1.0	0.9	0.8	0.7	0.6									
NH (mm)										11	6	7	8	15	31	22	37	27	33	38	27	39	39	44	31	31	28	22	18	$\Sigma = 514$ mm								
$P_a - NH$ (mm)										15	183	55	17	9	6	32	-1	33	16	38	14	58	11	-28	-11	-31	-27	-6	-12									
R_s (mm)										15	198	253	270	279	285	300	299	300	300	300	300	300	300	272	261	230	203	197	185									
E/D (mm)										0	0	0	0	0	0	17	0	32	16	38	14	58	11	0	0	0	0	0										
I (%)										100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100									

SIEMBRA
NACENCIA

INICIO
ESPIGAMIENTO

ESPIGAMIENTO
GENERAL
JILOTEO

GRANO
LECHOSO
MAXIMO
DESARROLLO

COSECHA

CUADRO No. 15

YECAPIXTLA, MORELOS.

MAIZ CRIOLLO DE TEMPORAL CICLO PRIMAVERA-VERANO 1979

C. A. = 300mm

MESES VARIABLES	MARZO			ABRIL			MAYO			JUNIO			JULIO			AGOSTO			SEPT.			OCTUBRE			NOVIEMBRE			DICIEMBRE			ENERO			FEBRERO							
	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3					
P _{fi} (mm)																																									
P _a (mm)	0	0	0	3	0	9	0	54	43	43	15	18	95	60	97	24	12	98	70	49	11	0	7	33	10	0	1	12	Σ = 764 mm												
da								6	7	4	4	5	5	6	10	3	4	10	7	7	3	0	1	4	1	0	1	2													
ETP (mm)								56	43	46	64	61	43	39	36	38	36	32	24	25	47	43	50	25	37	36	38	35													
Kc								0.1	0.1	0.1	0.2	0.3	0.4	0.6	0.7	0.8	0.8	0.9	1.03	1.03	1.03	1.03	1.0	1.0	0.9	0.8	0.7	0.6													
NH (mm)								6	4	5	13	18	17	23	25	30	29	29	25	26	48	44	50	25	33	29	27	21	Σ = 527 mm												
Pa-NH (mm)								48	39	39	2	0	78	37	72	-6	-17	69	45	23	-37	-44	-43	8	-23	-29	-26	-9													
RS (mm)								48	87	126	128	128	206	243	300	274	277	300	300	300	243	219	176	184	161	132	106	97													
E/D (mm)								0	0	0	0	0	0	0	15	0	0	46	45	23	0	0	0	0	0	0	0	0													
I (%)								100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100

SIEMBRA
NACENCIA

INICIO
ESPIGAMIENTO

ESPIGAMIENTO
GENERAL
JILTEO

GRANO
LECHOSO
MAXIMO
DESARROLLO

COSECHA

CUADRO No. 16

YECAPIXTLA, MORELOS.

MAIZ CRIOLLO DE TEMPORAL CICLO PRIMAVERA-VERANO 1980

C. A. = 300 mm

MESES VARIABLES- DECENAS	MARZO			ABRIL			MAYO			JUNIO			JULIO			AGOSTO			SEPT.			OCTUBRE			NOVIEMBRE			DICIEMBRE			ENERO			FEBRERO		
	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3			
Pn _(mm)																																				
Pa _(mm)	0	0	0	0	0	0	10	72	41	10	42	100	8	36	63	74	95	144	114	23	103	4	0	72	25	0	0	0	0	0	0	0	0	1 = 0.15 mm		
da	0	0	0	0	0	0	2	5	3	2	3	6	3	4	8	7	7	8	8	8	6	1	0	2	2	0	0	0								
ETP _(mm)							63	48	61	56	63	28	41	48	30	23	29	26	25	25	24	36	31	25	38	32	33	30								
Kc							0.1	0.1	0.1	0.1	0.2	0.3	0.4	0.6	0.7	0.8	0.8	0.9	1.03	1.03	1.03	1.03	1.0	1.0	0.9	0.8	0.7	0.6								
NH _(mm)							6	5	6	6	13	8	16	29	21	18	23	23	26	26	25	37	31	25	34	26	23	18					Σ = 445 mm			
Pa-NH _(mm)							4	67	35	4	29	92	-8	7	22	56	72	21	88	-3	78	-33	-31	47	-9	-26	-23	-18								
Rs _(mm)							4	71	106	110	139	231	223	230	252	300	300	300	300	297	300	247	236	283	274	248	215	207								
E/D _(mm)							0	0	0	0	0	0	0	0	0	8	72	21	88	0	75	0	0	0	0	0	0	0								
I _(%)							100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100		

SIEMBRA
NACENCIA

INICIO
ESPIGAMIENTO

ESPIGAMIENTO
GENERAL
JILTEO

GRANO
LECHOSO
MAXIMO
DESARROLLO

COSECHA

CUADRO No. 17

YECAPIXTLA, MORELOS.

MAIZ CRIOLLO DE TEMPORAL CICLO PRIMAVERA-VERANO 1981

C. A. = 300 mm

VARIABLES	MARZO			ABRIL			MAYO			JUNIO			JULIO			AGOSTO			SEPT.			OCTUBRE			NOVIEMBRE			DICIEMBRE			ENERO			FEBRERO					
	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3			
Pn _(mm)																																							
Pa _(mm)	0	11	0	0	10	17	1	2	53	134	144	113	77	67	144	17	27	154	72	11	26	21	22	23	0	0	0	0	0	0	Σ = 1146 mm								
da	0	1	0	0	3	1	1	1	4	8	10	8	8	9	6	3	7	11	8	3	6	4	3	3	0	0	0	0	0	0									
ETP _(mm)									49	34	37	40	23	40	43	42	32	22	31	43	28	30	34	39	38	40	40	38											
Kc									0.2	0.3	0.3	0.3	0.4	0.6	0.7	0.8	0.8	0.9	1.03	1.03	1.03	1.03	1.0	1.0	0.9	0.8	0.7	0.6											
NH _(mm)									10	10	11	12	9	24	30	34	26	20	32	44	29	31	34	39	34	32	28	23	Σ = 512 mm										
Pa-NH _(mm)									43	124	133	101	68	43	114	-17	1	134	40	-33	-3	-10	-12	-16	-34	-32	-28	-23											
Rs _(mm)									43	167	300	300	300	300	300	283	284	300	300	267	264	254	242	226	192	160	132	109											
E/D _(mm)									0	0	0	101	68	43	114	0	0	118	40	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
I (%)									100	100	100	97	97	97	94	94	94	91	91	91	91	91	91	91	91	91	91	91	91	91	91	91	91	91	91	91	91		

SIEMBRA-
NACENCIA

INICIO
ESPIGAMIENTO

ESPIGAMIENTO
GENERAL
JILTEO

GRANO
LECHOSO
MAXIMO
DESARROLLO

COSECHA

CUADRO No. 18

YECAPITLA, MOR., 1975 - 1981
 PRECIPITACION TOTAL DE LAS 4 SEMANAS ANTERIORES
 AL ESPIGAMIENTO CONTRA RENDIMIENTO

No.	mm	Y rend	X ²	XY	Y ²	\hat{Y}
1	87	0.71	7569	62	0.50	1.012
2	115	1.28	13225	147	1.64	1.19
3	149	1.64	22201	244	2.69	1.40
4	183	1.81	33489	331	3.28	1.61
5	252	1.94	63504	489	3.70	2.05
6	298	2.10	82844	605	4.41	2.28
7	339	2.68	114921	908	7.18	2.60
N = 7	$\Sigma X = 1413$	$\Sigma Y = 12.16$	$\Sigma X^2 = 337853$	$\Sigma XY = 2786$	$\Sigma Y^2 = 23$	$\Sigma \hat{Y} = 12.13$

$$\bar{Y} = 1.74$$

$$\text{Ecuación de la recta: } Y = a_0 + a_1 X$$

donde:

$$a_0 = \frac{(\Sigma Y)(\Sigma X^2) - (\Sigma X)(\Sigma XY)}{N \Sigma X^2 - (\Sigma X)^2} = \frac{(12.16)(337853) - (1413)(2786)}{(7)(337853) - (1413)^2} = \frac{-171674}{368402} = 0.4660$$

$$a_1 = \frac{N \Sigma XY - (\Sigma X)(\Sigma Y)}{N \Sigma X^2 - (\Sigma X)^2} = \frac{(7)(2786) - (1413)(12.16)}{(7)(337853) - (1413)^2} = \frac{2320}{368402} = 0.0063$$

$$\hat{Y} = 0.4660 + 0.0063X$$

Si $X = 87$ mm
 $Y = 0.5664 + 0.0063(87)$
 $Y = 1.001$

Si $X = 339$ mm
 $Y = 0.4660 + 0.0063(339)$
 $Y = 2.60$

Si para 1985, $X = 239$ mm
 $Y = 0.4660 + 0.0063(239)$
 $Y = 1.97$ TOR/HA

FORMULA PARA DETERMINAR EL
 COEFICIENTE DE CORRELACION (r)

$$r = \pm \sqrt{\frac{\Sigma(\hat{Y} - \bar{Y})^2}{\Sigma(Y - \bar{Y})^2}}$$

$$r = \pm \sqrt{\frac{(12.13 - 1.74)^2}{(12.16 - 1.74)^2}}$$

$$r = \sqrt{\frac{102.95}{108.57}}$$

$$r = 0.9971$$

$$r^2 = 0.9942$$

YEGAPIXTLA, MOR. 1975 - 1981
PRECIPITACION TOTAL DESDE LA SIEMBRA HASTA
EL ESPIGAMIENTO CONTRA RENDIMIENTO

No.	X _{mm}	Y _{rend}	X ²	XY	Y ²	Y
1	219	0.71	47961	155.5	0.50	0.77
2	152	1.28	12304	450.5	1.64	1.33
3	427	1.64	182329	700.3	2.69	1.64
4	440	1.81	193600	796.4	3.28	1.70
5	476	1.92	226576	923.4	3.76	1.85
6	496	2.10	246016	1041.6	4.41	1.93
7	696	2.68	484416	1865.3	7.18	2.77
N = 7	Σ X = 3106	Σ Y = 12.16	Σ X ² = 1504802	Σ XY = 5933	Σ Y ² = 23.46	Σ Y = 11.00

$$\bar{Y} = 1.71$$

$$\text{ECUACION DE LA RECTA: } Y = a_0 + a_1 X$$

donde:

$$a_0 = \frac{(\Sigma Y)(\Sigma X^2) - (\Sigma X)(\Sigma XY)}{N\Sigma X^2 - (\Sigma X)^2} = \frac{(12.16)(1504802) - (3106)(5933)}{(7)(1504802) - (3106)^2} = \frac{-129506}{886378} = -0.1461$$

$$a_1 = \frac{N\Sigma XY - (\Sigma X)(\Sigma Y)}{N\Sigma X^2 - (\Sigma X)^2} = \frac{(7)(5933) - (3106)(12.16)}{(7)(1504802) - (3106)^2} = \frac{3762}{886378} = 0.0042$$

$$\therefore Y = -0.1461 + 0.0042X$$

si X = 219 mm

$$Y = -0.1461 + 0.0042(219)$$

$$Y = 0.77$$

si X = 696 mm

$$Y = -0.1461 + 0.0042(696)$$

$$Y = 2.77$$

si para 1985, X = 589 mm

$$Y = -0.1461 + 0.0042(589)$$

$$Y = 2.32 \text{ TON/HA}$$

FORMULA PARA DETERMINAR EL
COEFICIENTE DE CORRELACION (r)

$$r = \pm \sqrt{\frac{\Sigma(\bar{Y} - Y)^2}{\Sigma(Y - \bar{Y})^2}}$$

$$r = \pm \sqrt{\frac{(11.99 - 1.73)^2}{(12.16 - 1.73)^2}}$$

$$r = \sqrt{0.9676}$$

$$r = 0.9837$$

$$r^2 = 0.9676$$

O C U I T U C O
BALANCE HIDRICO
1981 - 1983

OCUITUCO, MORELOS.

MAIZ DE TEMPORAL CICLO PRIMAVERA-VERANO 1981

* C. A. = 300mm

VARIABLES \ MESES	MARZO			ABRIL			MAYO			JUNIO			JULIO			AGOSTO			SEPT.			OCTUBRE			NOVIEMBRE			DICIEMBRE			ENERO			FEBRERO		
	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3
Pn (mm)																																				
Pa (mm)	0	18	0	0	24	0	0	0	16	76	63	72	124	52	50	?	32	120	118	6	47	32	17	53	1	0	0	$\Sigma = 1000$ mm								
da	0	1	0	0	3	0	0	0	2	7	10	8	10	10	8	3	9	11	10	3	8	6	4	5	1	0	0									
ETP (mm)									31	25	19	29	46	29	28	29	22	22	36	21	34	28	26	27	28	27	34									
Kc									0.2	0.3	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9	0.9	1.03	1.03	1.03	1.03	1.0	1.0	0.9	0.9	0.8									
NH (mm)									6	7	6	12	23	17	20	23	20	20	37	22	35	29	26	27	25	24	27	$\Sigma = 416$ mm								
Pa-NH (mm)									10	89	77	80	101	35	30	-14	12	110	81	-16	12	3	-9	26	-24	-24	-27									
Rs (mm)									10	99	176	256	300	300	300	286	278	300	300	284	276	299	290	300	276	252	225									
E/D (mm)									0	0	0	0	57	35	30	0	0	108	81	0	0	0	0	16	0	0	0									
I (%)									100	100	100	100	100	100	100	100	100	97	97	97	97	97	97	97	97	97	97									

* CAPACIDAD DE ALMACENAMIENTO

SIEMBRA
NACENCIA

INICIO
ESPIGAMIENTO

ESPIGAMIENTO
GENERAL

GRANO
LECHOSO
MAXIMO
DESARROLLO

COSECHA

CUADRO No. 21

OCUITUCO, MORELOS.

MAIZ DE TEMPORAL CICLO PRIMAVERA-VERANO 1982

C. A. = 300mm

2º Período

VARIABLES \ MESES	MARZO			ABRIL			MAYO			JUNIO			JULIO			AGOSTO			SEPT.			OCTUBRE			NOVIEMBRE			DICIEMBRE			ENERO			FEBRERO		
	DECENAS	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2
Pn (mm)																																				
Pa (mm)	2	0	0	6	8	25	5	35	40	0	13	83	53	87	8	9	31	42	52	54	18	65	100	0	2	0	0	$\Sigma=738$ mm								
da	1	0	0	1	3	1	2	3	4	0	2	8	6	8	4	7	5	4	7	5	5	5	5	0	1	0	0									
ETP (mm)						43	46	38	38	41	37	25	29	26	31	22	29	29	27	22	22	25	24	40	26	34	25									
Kc						0.1	0.1	0.1	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9	0.9	1.03	1.03	1.03	1.03	1.0	1.0	0.9	0.9	0.8									
NH (mm)						4	5	4	4	8	11	10	14	16	22	18	26	26	28	23	23	26	24	40	23	31	20	$\Sigma=406$ mm								
Pa-NH (mm)						21	0	31	36	-8	2	73	39	71	-14	-9	5	16	24	31	-5	39	76	-40	-21	-31	-20									
Rs (mm)						21	21	52	88	80	78	151	190	261	247	238	243	259	283	300	295	300	300	260	239	208	188									
E/D (mm)						0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	14	0	34	76	0	0	0	0										
I (%)						100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100		

SIEMBRA
NACENCIA

INICIO
ESPIGAMIENTO

GRANO
LEGHOSO
MAXIMO
DESARROLLO

ESPIGAMIENTO
GENERAL

COSECHA

CUADRO No. 22

OCUITUCO, MORELOS.

MAIZ DE TEMPORAL CICLO PRIMAVERA-VERANO 1983

C. A. = 300mm

2º Período

VARIABLES	MARZO			ABRIL			MAYO			JUNIO			JULIO			AGOSTO			SEPT.			OCTUBRE			NOVIEMBRE			DICIEMBRE			ENERO			FEBRERO		
	MESES	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2
Pn _(mm)																																				
Pa _(mm)	0	7	0	0	0	0	0	0	2	83	47	67	97	77	166	60	68	3	240	85	45	0	67	3	40	0	0	Σ = 1150mm								
da	0	1	0	0	0	0	0	0	1	4	3	5	9	10	8	5	5	2	8	8	5	0	4	2	3	0	0									
ETP _(mm)										44	36	29	68	44	66	29	28	25	13	16	21	28	26	26	16	22	22									
Kc										0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8	0.8	0.9	1.03	1.03	1.03	1.03	1.0	1.0	0.9	0.9	0.8									
NH _(mm)										9	11	12	34	24	46	23	25	22	14	17	22	29	26	26	14	20	18	Σ = 394mm								
Pa-NH _(mm)										74	36	55	63	51	120	57	43	-19	226	68	23	-29	41	-23	26	-20	-18									
Rs _(mm)										74	110	165	228	279	300	300	300	281	300	300	300	271	300	277	300	280	262									
E/D _(mm)										0	0	0	0	0	99	37	43	0	207	68	23	0	12	0	3	0	0									
I (%)										100	100	100	100	97	97	97	97	97	94	94	94	94	94	94	94	94	94									



CUADRO No. 23

OCUITUCO, NOVIEMBRE, 1981 - 1983
PRECIPITACION TOTAL DE LAS 4 SEMANAS ANTERIORES
AL ESPIGAMIENTO CONTRA RENDIMIENTO

No.	X _{mm}	Y _{rend}	X ²	XY	Y ²	\hat{Y}
1	104	0.50	10816	52.0	0.25	0.46
2	111	0.51	12321	56.6	0.26	0.54
3	303	2.70	91809	818.1	7.29	2.69
N = 3	$\Sigma X = 518$	$\Sigma Y = 3.71$	$\Sigma X^2 = 114946$	$\Sigma XY = 926.7$	$\Sigma Y^2 = 7.8$	$\Sigma \hat{Y} = 3.69$

ECUACION DE LA RECTA: $Y = a_0 + a_1 X$

donde:

$$a_0 = \frac{(\Sigma Y)(\Sigma X^2) - (\Sigma X)(\Sigma XY)}{N\Sigma X^2 - (\Sigma X)^2} = \frac{(3.71)(114946) - (518)(926.7)}{(3)(114946) - (518)^2} = \frac{-53580.94}{76514} = -0.7002$$

$$a_1 = \frac{N\Sigma XY - (\Sigma X)(\Sigma Y)}{N\Sigma X^2 - (\Sigma X)^2} = \frac{(3)(926.7) - (518)(3.71)}{(3)(114946) - (518)^2} = \frac{858.32}{76514} = 0.0112$$

∴ $Y = -0.7002 + 0.0112X$

Si X = 104 mm

$$Y = -0.7002 + 0.0112(104)$$

$$Y = 0.46$$

Si X = 303 mm

$$Y = -0.7002 + 0.0112(303)$$

$$Y = 2.69$$

Si para 1985 X = 232

$$Y = -0.7002 + 0.0112(232)$$

$$Y = 1.89 \text{ TON/HA}$$

FORMULA PARA DETERMINAR EL
COEFICIENTE DE CORRELACION (r)

$$r = \pm \sqrt{\frac{\Sigma(\hat{Y} - \bar{Y})^2}{\Sigma(Y - \bar{Y})^2}}$$

$$r = \pm \sqrt{\frac{(3.59 - 1.23)^2}{(3.71 - 1.23)^2}}$$

$$r = \sqrt{\frac{0.092}{0.15}}$$

$$r = 0.99.8$$

$$r^2 = 0.9936$$

OCUITUCO, AOS 1961 - 1985

PRECIPITACION TOTAL DESDE LA SIEMBRA HASTA
EL ESPIGAMIENTO CONTRA PLUMBERO

No.	X ₁₉₆₁	Y ₁₉₈₅	X ²	XY	Y ²	Ȳ
1	324	0.50	104976	162	0.25	0.14
2	539	0.51	289444	274	0.26	1.35
3	665	2.70	442225	1795	7.29	2.08
N = 3	ΣX = 1527	ΣY = 3.71	ΣX ² = 836645	ΣXY = 2231.9	ΣY ² = 7.8	ΣȲ = 3.57
		Ȳ = 1.23				

ECCACION DE LA RECTA: $Y = a_0 + a_1 X$

donde:

$$a_0 = \frac{(\Sigma Y)(\Sigma X^2) - (\Sigma X)(\Sigma XY)}{N \Sigma X^2 - (\Sigma X)^2} = \frac{(3.71)(836645) - (1527)(2231.9)}{(3)(836645) - (1527)^2} = \frac{-396158.1}{178206} = -1.7067$$

$$a_1 = \frac{N \Sigma XY - (\Sigma X)(\Sigma Y)}{N \Sigma X^2 - (\Sigma X)^2} = \frac{(3)(2231.9) - (1527)(3.71)}{(3)(836645) - (1527)^2} = \frac{1030.5}{178206} = 0.0057$$

$$\therefore Y = -1.7067 + 0.0057X$$

Si X = 324 mm

$$Y = -1.7067 + 0.0057(324)$$

$$Y = 0.14$$

Si X = 665 mm

$$Y = -1.7067 + 0.0057(665)$$

$$Y = 2.08$$

Si para 1985, X = 716 mm

$$Y = -1.7067 + 0.0057(716)$$

$$Y = 2.37 \text{ 105/HA}$$

FORMULA PARA DETERMINAR EL
COEFICIENTE DE CORRELACION (r)

$$r = \pm \sqrt{\frac{\Sigma(Y - \bar{Y})^2}{\Sigma(Y - \bar{Y})^2}}$$

$$r = \pm \sqrt{\frac{(3.57) - 1.23)^2}{(3.71) - 1.23)^2}}$$

$$r = \sqrt{\frac{5.47}{6.15}}$$

$$r = 0.9430$$

$$r^2 = 0.8893$$

**TETELA DEL VOLCAN
BALANCE HIDRICO
1975 - 1977**

TETELA DEL VOLCAN, MOR.

MAIZ CRIOLLO DE TEMPORAL CICLO PRIMAVERA-VERANO 1975

* C. A=465mm

VARIABLES	MARZO			ABRIL			MAYO			JUNIO			JULIO			AGOSTO			SEPT.			OCTUBRE			NOVIEMBRE			DICIEMBRE			ENERO			FEBRERO		
	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3
Pn (mm)																																				
Pa (mm)	0	0	0	16	0	0	7	21	113	98	109	169	4	87	85	49	28	66	103	110	27	53	68	1	1	0	0	$\Sigma = 1215 \text{ mm}$								
da	0	0	0	1	0	0	1	6	11	7	7	9	4	10	9	4	7	7	9	8	4	4	7	2	1	0	0									
ETP (mm)								39	22	20	25	13	26	20	23	25	25	21	11	13	21	16	13	22	16	20	16									
Kc								0.40	0.50	0.58	0.66	0.73	0.79	0.85	0.90	0.94	0.98	1.01	1.03	1.04	1.05	1.04	1.03	1.01	0.99	0.96	0.92									
NH (mm)								16	11	12	16	9	20	17	21	23	24	21	11	13	22	17	13	22	16	19	15	$\Sigma = 338 \text{ mm}$								
$Pu-NH$ (mm)								5	102	86	93	160	-16	70	64	26	4	45	92	97	5	36	55	-21	-10	-19	-15									
Rs (mm)								5	107	113	286	446	430	465	465	465	465	465	465	465	465	465	465	444	434	415	400									
E/D (mm)								0	0	0	0	0	0	35	64	26	4	45	92	97	5	36	55	0	0	0	0									
I (%)								100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100									

* CAPACIDAD DE ALMACENAMIENTO

SIEMBRA
NACENCIA

INICIO
ESPIGAMIENTO

ESPIGAMIENTO
GENERAL

GRANO
LECNOSO
MAXIMO
DESARROLLO

COSECHA

TETELA DEL VOLCAN, MOR.

MAIZ CRIOLLO DE TEMPORAL CICLO PRIMAVERA - VERANO 1976

C. A. = 465 mm

MESES VARI- BLES	MARZO			ABRIL			MAYO			JUNIO			JULIO			AGOSTO			SEPT			OCTUBRE			NOVIEMBRE			DICIEMBRE			ENERO			FEBRERO		
	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3
Pn _(mm)																																				
Pa _(mm)	0	0	0	47	22	34	0	18	11	26	77	62	255	221	58	11	206	157	12	29	168	134	55	2	19	6	13	Σ=1643 mm								
da	0	0	0	6	6	6	0	5	4	5	6	7	10	8	6	3	10	9	6	8	9	8	7	2	2	2	1									
ETP _(mm)				42	47	47	42	37	45	34	28	20	13	25	28	34	19	23	19	18	15	9	7	16	12	13	10									
Kc				0.2	0.3	0.3	0.3	0.4	0.5	0.6	0.6	0.7	0.8	0.8	0.9	0.9	0.9	1.01	1.03	1.04	1.05	1.04	1.03	1.01	0.99	0.96	0.92									
NH _(mm)				8	14	14	13	15	22	20	17	14	14	20	25	31	17	23	19	19	16	9	7	16	12	12	9	Σ=386 mm								
Fa-NH _(mm)				39	8	20	-13	3	-11	6	60	48	241	201	33	-20	189	134	-7	10	152	125	48	-14	7	-6	4									
Rs _(mm)				39	47	67	54	57	46	52	112	160	401	465	465	445	465	465	458	465	465	465	451	444	438	442										
E/D _(mm)				0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	137	33	0	169	134	0	4	152	125	48	0	0	0	0									
I _(%)				100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	97	97	97	94	91	91	91	88	85	85	85	85	85								

SIEMBRA
NACENCIA

INICIO
ESPIGAMIENTO

ESPIGAMIENTO
GENERAL

GRANO
LECHOSO
MAXIMO
DESARROLLO

COSECHA

CUADRÒ No. 27

TETELA DEL VOLCAN, MOR.

MAIZ CRIOLLO DE TEMPORAL CICLO PRIMAVERA - VERANO 1977

C.A. = 465 mm

VARIABLES	MARZO			ABRIL			MAYO			JUNIO			JULIO			AGOSTO			SEPT.			OCTUBRE			NOVIEMBRE			DICIEMBRE			ENERO			FEBRERO				
	DECENAS	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	
P_n (mm)																																						
P_a (mm)	0	0	0	0	0	9	16	31	57	83	148	45	43	39	45	96	44	77	117	76	43	84	0	20	16	0	0	$\Sigma = 1074 \text{ mm}$										
d_a	0	0	0	0	0	4	5	4	9	5	9	7	8	9	8	8	8	7	10	7	6	5	0	7	2	0	0											
ETP (mm)						-44	45	45	29	30	13	33	24	25	30	25	23	26	21	21	17	16	18	21	14	13	17											
K_c						0.1	0.1	0.2	0.3	0.58	0.66	0.73	0.79	0.85	0.90	0.94	0.98	1.01	1.03	1.04	1.05	1.04	1.03	1.01	0.99	0.96	0.92											
NH (mm)						4	4	9	9	17	8	24	19	21	27	23	22	26	22	22	18	17	18	21	14	12	16	$\Sigma = 373 \text{ mm}$										
P_a-NH (mm)						5	12	27	48	46	140	21	24	18	18	73	22	51	95	54	25	67	-18	-1	2	-12	-16											
R_s (mm)						5	17	44	92	138	278	299	323	341	359	432	454	465	465	465	465	447	446	448	436	420												
E/D (mm)						0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	40	95	54	25	67	0	0	0	0	0											
I (%)						100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	

SIEMBRA
NACENCIA

INICIO
ESPIGAMIENTO

ESPIGAMIENTO
GENERAL

GRANO
LECHOSO
MAXIMO
DESARROLLO

COSECHA

CUADRO No. 28

TETELA DEL VOLCAN, MOR. 1975 - 1977
 PRECIPITACION TOTAL DE LAS 4 SEMANAS ANTERIORES
 AL ESPIGAMIENTO CONTRA RENDIMIENTO

No.	X _{mm}	Y _{REND.}	X ²	XY	Y ²	Ŷ
1	127	0.77	16129	91.64	0.5184	1.02
2	221	1.02	48841	360.73	2.0569	1.22
3	534	1.80	285156	961.20	3.2400	1.88
N = 3	ΣX = 882	ΣY = 4.15	ΣX² = 350126	ΣXY = 1412.87	ΣY² = 6.41	ΣŶ = 4.12
			Ŷ = 1.38			

ECCVACION DE LA RECTA: $Y = a_0 + a_1 X$

donde:

$$a_0 = \frac{(\Sigma Y)(\Sigma X^2) - (\Sigma X)(\Sigma XY)}{N\Sigma X^2 - (\Sigma X)^2} = \frac{(4.15)(350126) - (882)(1412.87)}{(3)(350126) - (882)^2} = \frac{306871.6}{272456} = 0.7592$$

$$a_1 = \frac{N\Sigma XY - (\Sigma X)(\Sigma Y)}{N\Sigma X^2 - (\Sigma X)^2} = \frac{(3)(1412.87) - (882)(4.15)}{(3)(350126) - (882)^2} = \frac{578.31}{272456} = 0.0021$$

∴ $Y = 0.7592 + 0.0021X$

Si X = 127 mm
 $Y = 0.7592 + 0.0021(127)$
 $Y = 1.027$

Si X = 534 mm
 $Y = 0.7592 + 0.0021(534)$
 $Y = 1.887$

Si para 1985, X = 282 mm
 $Y = 0.7592 + 0.0021(282)$
 $Y = 1.35 \text{ TON/HA}$

FORMULA PARA DETERMINAR EL
 COEFICIENTE DE CORRELACION (r)

$$r = \pm \frac{\Sigma(\hat{Y} - \bar{Y})^2}{\Sigma(Y - \bar{Y})^2}$$

$$r = \pm \frac{(6.12 - 1.38)^2}{(4.15 - 1.38)^2}$$

$$r = \pm \frac{7.50}{7.67}$$

$$r = 0.9774$$

$$r^2 = 0.9774$$

TETELA DEL VOLCAN, MOR. 1975 - 1977
 PRECIPITACION TOTAL DESDE LA SIEMBRA HASTA
 EL ESPIGAMIENTO CONTRA RENDIMIENTO

No.	Xmm	YREND.	X ²	XY	Y ²	\hat{Y}
1	588	0.72	345744	423.36	0.52	0.71
2	763	1.63	582169	1243.69	2.65	1.62
3	795	1.80	632025	1431.00	3.24	1.79
N = 3	$\Sigma X = 2146$	$\Sigma Y = 4.15$	$\Sigma X^2 = 1559938$	$\Sigma XY = 3098.05$	$\Sigma Y^2 = 6.41$	$\Sigma \hat{Y} = 4.12$
		$\bar{Y} = 1.38$				

ECUACION DE LA RECTA: $Y = a_0 + a_1 X$

donde:

$$a_0 = \frac{(4.15)(1559938) - (2146)(3098)}{(3)(1559938) - (2146)^2} = \frac{-174565.3}{74498} = -2.3432$$

$$a_1 = \frac{(3)(3098) - (2146)(4.15)}{(3)(1559938) - (2146)^2} = \frac{988.1}{74498} = 0.0052$$

$$\therefore Y = -2.3432 + 0.0052X$$

Si $X = 588$ mm
 $Y = 0.71$

Si $X = 795$ mm
 $Y = 1.79$

Si para 1985, $X = 751$ mm
 $Y = 1.55$ TON/HA

FORMULA PARA DETERMINAR EL
 COEFICIENTE DE CORRELACION (r)

$$r = \frac{\Sigma(\hat{Y} - \bar{Y})(Y - \bar{Y})}{\Sigma(Y - \bar{Y})^2}$$

$$r = \frac{(4.12 - 1.38)^2}{(4.15 - 1.38)^2}$$

$$r = \sqrt{\frac{7.50}{7.67}}$$

$$r = 0.9886$$

$$r^2 = 0.9774$$

A N E X O I I
BALANCE HIDRICO
YECAPIXTLA, OCUITUCO Y HUEYAPAN
CPV - 1985

YECAPIXTLA, MORELOS
MAIZ CRIOLLO DE TEMPORAL CICLO PRIMAVERA-VERANO 1985.

Mes	Decena	No. de Dias por decena	No. de Dias acumulados por decena	**% de De- sarrollo	**(C^2)
JUN	1	0	0	0	0
	2*	10	10	5.6	31.36
	3	10	20	11.2	125.44
JUL	1	10	30	16.8	282.24
	2	10	40	22.4	501.76
	3	11	51	28.6	817.96
AGO	1	10	61	34.3	1176.49
	2	10	71	40.0	1600.00
	3	11	82	46.0	2116.00
SEPT	1	10	92	51.6	2662.65
	2	10	102	57.3	3283.29
	3	10	112	63.0	3969.00
OCT	1	10	122	68.0	4624.00
	2	10	132	74.0	5476.00
	3	11	143	80.0	6400.00
NOV	1	10	153	86.0	7396.00
	2	10	163	91.0	8281.00
	3	10	173	97.0	9409.00
DIC	1	5	178	100.0	10000.00
	2	0	0	0	0
	3	0	0	0	0

TOTAL: 178 Dias de Periodo Vegetativo

CUADRO N° 31. CALCULO DEL PERIODO VEGETATIVO Y PORCIENTO DE DESARROLLO.

- * Se sembró el día 10 de junio, por eso son 10 días del Período Vegetativo para esta decena y corresponde a un 5.6 por ciento de desarrollo.
- ** Los valores de esta columna substituyen a C y C^2 en la fórmula para el cálculo del coeficiente del cultivo (Kc). Ver cuadro 32.

YECAPIXTLA, MORELOS

$Kc = 0.04053 + 0.03089C - 0.000237C^2$; donde C representa la edad del cultivo en porciento. Por lo tanto sustituyendo C y C^2 en la fórmula tenemos:

MES	DECENA	SIMPLIFICANDO		Kc
JUNIO	1	0.0578	- 0.000073	0.05
	2	0.2125	- 0.007422	0.20
	3	0.3864	- 0.029729	0.35
JULIO	1	0.5594	- 0.066898	0.49
	2	0.7324	- 0.118917	0.61
	3	0.9239	- 0.193856	0.73
AGOSTO	1	1.1000	- 0.278828	0.82
	2	1.2761	- 0.379200	0.89
	3	1.4614	- 0.501492	0.95
SEPTIEMBRE	1	1.6644	- 0.631048	1.00
	2	1.8105	- 0.778139	1.03
	3	1.9866	- 0.940653	1.04
OCTUBRE	1	2.1410	- 1.095888	1.04
	2	2.3263	- 1.297812	1.02
	3	2.5117	- 1.515660	0.99
NOVIEMBRE	1	2.6970	- 1.752852	0.93
	2	2.8514	- 1.962597	0.88
	3	3.0368	- 2.229933	0.80
DICIEMBRE	1	3.1295	- 2.370000	0.75
	2	-	-	-
	3	-	-	-

CUADRO N° 32. CALCULO DEL COEFICIENTE DE DESARROLLO (Kc) DE--
CENAL PARA MAIZ CRIOLLO DE TEMPORAL YECAPIXTLA,
MOR. CICLO PRIMAVERA-VERANO 1985. SEGUN FORMU-
LA DE CARLOS GRASSI (1966).

YECAPIXTLA, MOR.

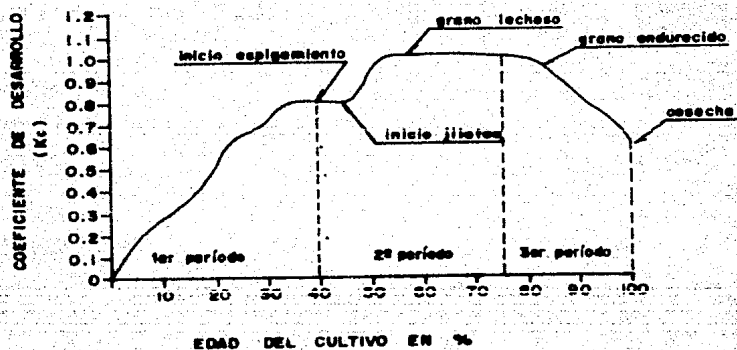


Fig. 13 Comportamiento del coeficiente de desarrollo de maíz criollo de temporal para Yecapixtla, Mor.

YECAPIXTLA, MORELOS.

BALANCE HIDRICO

MAIZ CRIOLLO DE TEMPORAL CICLO PRIMAVERA-VERANO 1985

C. A. = 300 mm

MESES VARIABLES	MARZO			ABRIL			MAYO			JUNIO			JULIO			AGOSTO			SEPT.			OCTUBRE			NOVIEMBRE			DICIEMBRE			ENERO			FEBRERO		
	DECENAS	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3		
Pn (mm)				4	5	7	5	22	32	69	89	72	70	100	69	49	72	81	72	49	60	19	20	22	7	1	3	Σ=997mm								
Pa (mm)				7	23	1	3	11	7	62	89	37	54	80	64	103	47	30	92	92	55	26	15	8	0	0	81	Σ=1087mm								
da				3	4	1	1	4	3	5	7	8	5	6	10	10	9	8	6	8	6	5	3	2	0	0	2									
ETP (mm)								59	55	46	42	40	35	38	36	34	33	28	32	30	34	35	34	31	35	35	34									
Kc								0.05	0.05	0.05	0.20	0.35	0.49	0.61	0.73	0.82	0.89	0.95	1.00	1.03	1.04	1.04	1.02	0.99	0.93	0.88	0.80									
NH (mm)								3	3	2	8	14	17	23	26	29	29	27	32	31	35	36	37	31	33	31	27	Σ=474mm								
Pa-NH (mm)								8	4	60	81	123	37	57	38	74	18	3	60	61	20	-10	-22	-23	-33	-31	54									
Rs (mm)								8	12	72	153	276	300	300	300	300	300	300	300	300	300	300	290	268	245	212	181	236								
E/D (mm)								0	0	0	0	0	13	57	38	74	18	3	60	61	20	0	0	0	0	0	0									
I (%)								100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100										

SIEMBRA
NACENCIA

INICIO
ESPIGAMIENTO

ESPIGAMIENTO
GENERAL
JILETEO

GRANO
LEGHOSO
MAXIMO
DESARROLLO

COSECHA

OCUITUCO, MORELOS.
MAIZ MEJORADO DE TEMPORAL CICLO PRIMAVERA-VERANO 1985.

Mes	Decena	No. de Días por decena	No. de Días acumulados por decena	**% de Desarrollo	**(Z^2)
JUN	1*	6	6	3	9
	2	10	16	8	64
	3	10	26	14	194
JUL	1	10	36	19	361
	2	10	46	24	576
	3	11	57	30	900
AGO	1	10	67	35	1225
	2	10	77	40	1600
	3	11	88	46	2116
SEPT	1	10	98	51	2601
	2	10	108	56	3136
	3	10	118	62	3844
OCT	1	10	128	67	4489
	2	10	138	72	6084
	3	11	149	78	6184
NOV	1	10	159	83	6889
	2	10	169	88	7744
	3	10	179	94	8836
DIC	1	10	189	99	9801
	2	2	191	100	10000
	3	0	0	-	-

TOTAL: 191 Días de Período Vegetativo.

CUADRO N° 34. CALCULO DEL PERIODO VEGETATIVO Y PORCIENTO DE DESARROLLO

* Se sembró el día 4 de junio, por eso son 6 días del Período Vegetativo para esta decena y corresponde a un 3% de desarrollo.

** Los valores de esta columna sustituyen a C y C^2 en la fórmula para el cálculo del coeficiente del cultivo (Kc). Ver cuadro 35

OCUITUCO, MORELOS

$Kc = 0.04053 + 0.03089C - 0.000237C^2$; donde C representa la edad del cultivo en porciento. Por lo tanto sustituyendo C y C^2 en la fórmula tenemos:

Mes	Decena	Simplificando	Pc
JUNIO	1	0.1332 - 0.002133	0.13
	2	0.2876 - 0.015168	= 0.27
	3	0.4729 - 0.046452	= 0.42
JULIO	1	0.6274 - 0.085557	= 0.54
	2	0.7818 - 0.136512	= 0.64
	3	0.9672 - 0.213300	= 0.75
AGOST	1	1.1216 - 0.290325	= 0.83
	2	1.2761 - 0.379200	= 0.89
	3	1.4614 - 0.501492	= 0.95
SEPT	1	1.6159 - 0.616437	= 0.99
	2	1.7703 - 0.743232	= 1.02
	3	1.9557 - 0.911028	= 1.04
OCT.	1	2.1101 - 1.063893	= 1.04
	2	2.2646 - 1.228608	= 1.03
	3	2.4499 - 1.441908	= 1.00
NOV.	1	2.6044 - 1.632693	= 0.97
	2	2.7588 - 1.835328	= 0.92
	3	2.9441 - 2.094132	= 0.85
DIC.	1	3.0986 - 2.322837	= 0.77
	2	3.1295 - 2.370000	= 0.77
	3	- -	= -

CUADRO N° 35. CALCULO DEL COEFICIENTE DE DESARROLLO (Kc) DECENAL PARA MAIZ MEJORADO DE TEMPORAL OCUITUCO, MOR., CICLO PRIMAVERA-VERANO 1985. SEGUN FORMULA DE CARLOS GRASSI (1966).

OCUITUCO, MOR.

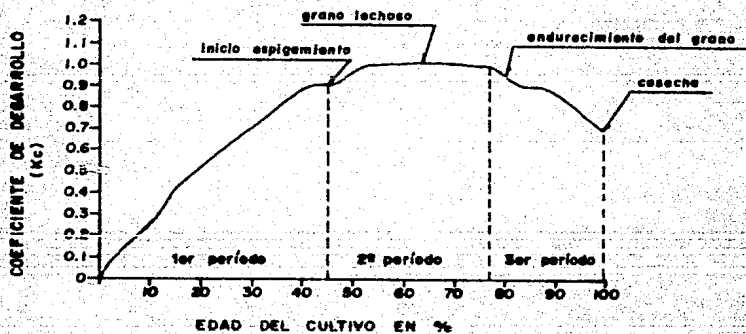


Fig.14 Evolución del Kc de maíz mejorado de tem para el Ciclo Primavera-Verano para Ocuiluco, Mor.

OCUITUCO, MORELOS.
BALANCE HIDRICO

MAIZ MEJORADO H220 DE TEMPORAL CICLO PRIMAVERA-VERANO 1985
C. A. = 300mm

VARIABLES	MESES			MARZO			ABRIL			MAYO			JUNIO			JULIO			AGOSTO			SEPT.			OCTUBRE			NOVIEMBRE			DICIEMBRE			ENERO			FEBRERO		
	DECENAS	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3					
Pu (mm)							2	12	19	60	48	81	91	72	75	26	44	58	137	48	57	32	61	19	14	0	0	1	2	937	mm								
Pa (mm)							24	1	55	107	169	96	82	61	67	57	55	83	81	83	11	8	4	0	0	102	0	2	1168	mm									
da							4	1	5	7	8	6	7	10	8	8	7	6	8	4	5	4	3	0	0	2	0												
ETP (mm)							19	39	37	31	28	34	33	36	27	26	24	26	22	24	24	25	31	25	28	27	33												
Kc							0.13	0.13	0.13	0.27	0.41	0.54	0.64	0.75	0.83	0.89	0.95	0.99	1.02	1.04	1.04	1.03	1.00	0.97	0.92	0.85	0.77												
NH (mm)							6	5	5	8	12	18	21	27	22	23	23	26	22	25	25	26	31	24	26	23	25	2	23	25	2	23	mm						
Pa-NH (mm)							18	-4	50	99	157	78	61	34	67	21	32	57	59	58	-14	-18	-27	-24	-26	81	-25												
Rs (mm)							18	14	64	163	300	300	300	300	300	300	300	300	300	300	286	268	241	217	191	272	247												
E/D (mm)							0	0	0	0	2.0	7.3	61	34	67	21	22	57	59	58	0	0	0	0	0	0	0												
I (%)							100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100			

SIEMBRA
NACENCIA

INICIO
ESPIGAMIENTO

ESPIGAMIENTO
GENERAL
JILOTEO

GRANO
LECHOSO
MAXIMO
DESARROLLO

COSECHA

HUEYAPAN, MORELOS.

MAIZ CRIOLLO DE TEMPORAL CICLO PRIMAVERA-VERANO 1985

Mes	Decena	No. de Dias por decena	No. de Dias acumulados por decena	**% de Desarrollo	**(% ²)
ABRIL	1	0	0	0	0
	2*	4	4	1.54	2.37
	3	10	14	5.40	29.16
MAYO	1	10	24	9.26	85.74
	2	10	34	13.12	172.13
	3	11	45	17.37	301.71
JUNIO	1	10	55	21.23	450.71
	2	10	65	25.09	629.50
	3	10	75	28.95	838.10
JULIO	1	10	85	32.81	1076.49
	2	10	95	36.67	1344.68
	3	11	106	40.92	1674.44
AGOST	1	10	116	44.78	2005.24
	2	10	126	48.64	2365.84
	3	11	137	52.89	2797.35
SEPT	1	10	147	56.75	3220.56
	2	10	157	60.61	3673.57
	3	10	167	64.47	4156.38
OCT	1	10	177	68.33	4668.98
	2	10	187	72.20	5212.84
	3	11	198	76.44	5843.07
NOV	1	10	208	80.30	6448.09
	2	10	218	84.16	7082.90
	3	10	228	88.03	7749.28
DIC	1	10	238	91.89	8443.77
	2	10	248	95.75	9168.06
	3	11	259	100.00	10000.00

TOTAL: 259 Días de Periodo Vegetativo.

CUADRO N° 37. CALCULO DEL PERIODO VEGETATIVO Y PORCIENTO DE DESARROLLO

* Son 4 días para esta decena porque se sembró el 16 de este mes

** Los valores de esta columna sustituyen a C y C² en la fórmula para calcular Kc (Ver cuadro 38).

HUEYAPAN, MORELOS.

$Kc = 0.04053 + 0.03089C - 0.000237C^2$; donde C representa la edad del cultivo en por ciento. Por lo tanto sustituyendo C y C^2 en la fórmula tenemos:

Mes	Decena	Simplificando			Kc
ABRIL	1				
	2	0.0881	-	0.000562	= 0.08
	3	0.2073	-	0.006910	= 0.20
MAYO	1	0.3265	-	0.203200	= 0.30
	2	0.4458	-	0.040794	= 0.40
	3	0.5761	-	0.071505	= 0.50
JUNIO	1	0.6963	-	0.106318	= 0.58
	2	0.8155	-	0.149195	= 0.66
	3	0.9347	-	0.198629	= 0.73
JULIO	1	1.0540	-	0.255128	= 0.79
	2	1.1732	-	0.318699	= 0.85
	3	1.3045	-	0.396842	= 0.90
AGOST	1	1.4237	-	0.475241	= 0.94
	2	1.5430	-	0.560704	= 0.98
	3	1.6743	-	0.662971	= 1.01
SEPT	1	1.7935	-	0.763272	= 1.03
	2	1.9127	-	0.870636	= 1.04
	3	2.0381	-	0.985060	= 1.05
OCT	1	2.1512	-	1.106548	= 1.04
	2	2.2707	-	1.235444	= 1.03
	3	2.4017	-	1.384800	= 1.01
NOV	1	2.5209	-	1.528197	= 0.99
	2	2.6402	-	1.678647	= 0.96
	3	2.7597	-	1.836579	= 0.92
DIC	1	2.8790	-	2.001173	= 0.87
	2	2.9982	-	2.172830	= 0.82
	3	3.1295	-	2.370000	= 0.75

CUADRO N° 38. CALCULO DEL COEFICIENTE DE DESARROLLO (Kc) DECENAL PARA MAIZ CRIOLLO DE TEMPORAL HUEYAPAN, MOR. CICLO PRIMAVERA - VERANO 1985. SEGUN FORMULA DE CARLOS GRASSI (1966).

TETELA DEL VOLCAN, MOR.

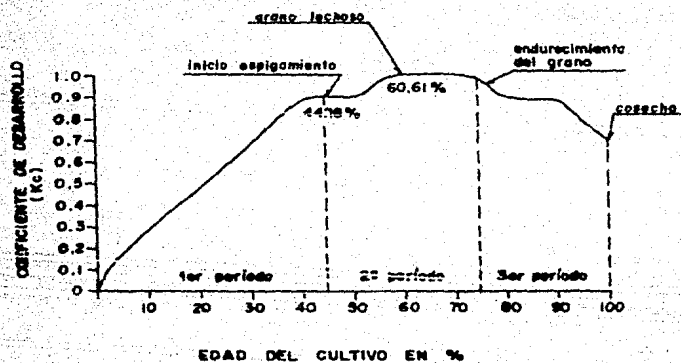


Fig. 15 Desarrollo habitual del coeficiente de desarrollo (Kc) para maíz criollo de temporal Ciclo Prima vera-Verano de Tetela del Volcán, Mor.

HUEYAPAN, MOR.
BALANCE HIDRICO
MAIZ CRIOLLO DE TEMPORAL CICLO PRIMAVERA-VERANO 1985
C. A. = 465 mm

VARIABLES	MESES			MARZO			ABRIL			MAYO			JUNIO			JULIO			AGOSTO			SEPT.			OCTUBRE			NOVIEMBRE			DICIEMBRE			ENERO			FEBRERO		
	DECENAS	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3		
Pn _(mm)																																							
Pa _(mm)				9	28	0	22	60	21	97	92	113	43	119	96	60	67	66	66	44	80	35	23	19	0	0	21	0	0	6	Σ = 1181 mm								
da				3	9	0	3	2	3	6	8	8	5	9	8	6	6	6	4	5	8	2	4	4	0	0	2	0	0	1									
ETP _(mm)				51	48	47	46	40	32	28	22	22	21	23	27	28	22	23	17	17	18	14	13	20	14	15	14	12	12	12									
Kc				0.08	0.08	0.20	0.30	0.40	0.50	0.58	0.66	0.73	0.79	0.85	0.90	0.94	0.98	1.01	1.03	1.04	1.05	1.04	1.03	1.01	0.99	0.92	0.82	0.87	0.82	0.75									
NH _(mm)				4	4	9	14	16	16	16	14	16	16	17	24	26	21	23	17	18	19	17	13	20	14	14	13	10	10	9	Σ = 409 mm								
Pa-NH _(mm)				5	24	-9	8	44	5	81	78	97	27	100	72	34	46	43	49	26	61	21	10	-1	-14	-14	8	-10	-10	-3									
Rs _(mm)				5	29	20	29	73	78	159	237	334	365	415	465	465	465	465	465	465	465	465	464	350	136	114	+34	124	221										
E/D _(mm)				0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	72	34	46	43	49	26	61	21	10	0	0	0	0	0	0										
I (%)				100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100			

SIEMBRA
NACENCIA

INICIO
ESPIGAMIENTO

ESPIGAMIENTO
GENERAL
JILOTEO

GRANO
LECHOSO
MAXIMO
DESARROLLO

COSECHA

BIBLIOGRAFIA

1. Aguilera, Mauricio. RELACIONES: AGUA. SUELO. PLANTA, ATMOSFERA. Universidad Chapingo, 1980.
2. Ayllón Torres, T. y Gutiérrez Ros, J. EL OBSERVATORIO METEOROLOGICO. UNAM Y UAEM. México 1979.
3. Burgos, J.J. AGROCLIMATOLOGICAL METHODS. PROCEEDINGS OF THE READING SYMPOSIUM. FAO/UNESCO, Francia, 1968.
4. FAO 1976. LAS NECESIDADES DE AGUA DE LOS CULTIVOS. Estudio FAO: Riego y Drenaje N° 24. Roma.
5. Frére. M. y Popov, G.F. PRONOSTICO DE COSECHAS BASADO EN DATOS AGROMETEOROLOGICOS. FAO, Roma 1980.
6. García Benavides, J. y Soto Negrin, E. ZONIFICACION DE CULTIVOS, RELACION ENTRE RENDIMIENTO Y VARIABLES CLIMATICAS SIMPLES, MODELOS DE PREDICCION. Revista de la Facultad de Agronomía, Venezuela, 1977.
7. García E. MODIFICACIONES AL SISTEMA DE CLASIFICACION CLIMATICA DE KÖPPEN Instituto de Geografía, UNAM. México, 1981.
8. INIA, GUIA PARA LA ASISTENCIA TECNICA AGRICOLA. CAMPO EXPERIMENTAL ZACATEPEC. México, SARH - 1981.
9. Murray R.S. TEORIA Y PROBLEMAS DE ESTADISTICA. Mc.Graw Hill, Serie Compendios Schaum. México 1978.

10. Ortiz Solorio, Carlos A. ELEMENTOS DE AGROMETEOROLOGIA CUANTITATIVA CON APLICACIONES A LA REPUBLICA MEXICANA. UACH, Chapingo México, 1984.
11. Palacios Vélez, Enrique. INTRODUCCION A LA TEORIA DE LA OPERACION DE DISKITOS Y SISTEMAS DE RIEGO. Rama de Riego. CP. Chapingo, México, 1977.
12. Residencia del Area de Agrologia en Cuernavaca, Mor. ESTUDIO AGROLOGICO DE RECONOCIMIENTOS DEL DISTRITO DE TEMPORAL 083, TOMO II, ANEXOS. SARH, México, 1984.
13. Rojas Atencio, M.A. MODELO DE SIMULACION DIGITAL DEL SISTEMA SUELO-PLANTA-ATMOSFERA PARA ESTIMAR RENDIMIENTOS DE CULTIVOS (TESIS M.C.), C.P. Chapingo, México, 1978.
14. Romo González, J.R. y Arteaga Ramírez, R. METEOROLOGIA AGRICOLA. Universidad Autónoma Chapingo, México, 1983.
15. SPP, X CENSO GENERAL DE POBLACION Y VIVIENDA, ESTADO DE MORELOS. México, 1980.
16. Tamayo, Jorge L. (y otros), ATLAS DEL AGUA DE LA REPUBLICA MEXICANA, Secretaría de Recursos Hidráulicos, México, 1976.
17. Tamayo, Jorge L. GEOGRAFIA MODERNA DE MEXICO. Ed. Trillas. México, 1981.
18. Torres Ruiz, Edmundo. AGROMETEOROLOGIA. Ed. Diana. México 1983.

19. Torres Ruiz, Edmundo. MANUAL DE CONSERVACION DE SUELOS AGRICOLAS. Ed. Diana, México, 1981.
20. Vidal Zepeda, Rosalia. ALGUNAS RELACIONES CLIMA-CULTIVOS EN EL ESTADO DE MORELOS. UNAM, Instituto de Geografía. México, 1980.
21. Villalpando Ibarra, J.F. DESARROLLO DE UN METODO PARA OBTENER ECUACIONES EMPIRICAS GENERALIZADAS DEL RENDIMIENTO EN UNA REGION AGRICOLA PARA USO EN DIAGNOSTICO (TESIS M.C.) C.P. Chapingo, México, 1975.
22. Wilsie P. Carrol. CULTIVOS: ACLIMATACION Y DISTRIBUCION. Zaragoza, España. Ed. Acribia, 1966.

C A R T O G R F I A

- INEGI-SPP. CARTAS TOPOGRAFICA, EDAFOLOGIA Y USO DEL SUELO Y VEGETACION: CUAUTLA E14-B51, Primera Edición 1983-Escala 1:50 000.
- SAHOP, MAPA DE CARRETERAS DEL ESTADO DE MORELOS, Secretaría de Asentamientos Humanos y Obras Públicas. México, 1982. Escala 1:200 000.
- Tamayo, Jorge L. (y otros). ATLAS DEL AGUA DE LA REPUBLICA MEXICANA. Secretaría de Recursos Hidráulicos. México 1976.



FACULTAD DE FILOSOFIA Y LETRAS
COLEGIO DE GEOGRAFIA