

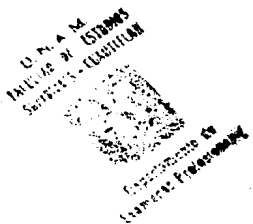
37  
29

# UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO



FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES  
"CUAUTITLAN"

SIMULACION DE LA PRODUCCION DE CULTIVOS DE  
TEMPORAL EN EL CAMPO AGRICOLA EXPERIMENTAL  
DE LA FES-CUAUTITLAN, UNAM.



## T E S I S

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE:  
INGENIERO AGRICOLA

P R E S E N T A  
LEOPOLDO SANCHEZ ESPINOZA

BAJO LA DIRECCION DE:  
DR. JESUS GRACIA SANCHEZ



CUAUTITLAN IZCALLI, EDO. DE MEXICO

ABRIL 1989

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN



## **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**

- ii. INDICE DE FIGURAS**
- iii. INDICE DE GRAFICAS**
- iv. INDICE DE TABLAS Y CUADROS**
- v. RESUMEN**

	pág
<b>I. INTRODUCCION</b> .....	1
<b>II. DESCRIPCION DEL MODELO MATEMATICO</b> .....	4
2.1. Respuesta de los cultivos a la cantidad de humedad disponible en el suelo .....	4
2.2. Evapotranspiración de comunidades vegetales .....	9
2.3. Evaluación de la humedad del suelo .....	13
<b>III. CARACTERISTICAS DEL CAE-FES.C, UNAM Y DE LOS CULTIVOS</b> .....	20
3.1. Características del CAE-FES.C, UNAM .....	20
3.2. Características de los cultivos .....	24
3.2.1. Cultivo del maíz .....	24
3.2.2. Cultivo del sorgo .....	31
3.2.3. Prácticas de cultivo de maíz y sorgo .....	35
3.2.4. Reflexión final .....	36
<b>IV. IPLEMENTACION DEL MODELO MATEMATICO</b> .....	38
4.1. Datos físicos del suelo .....	38
4.1.1. Curva de Tensión vs. Humedad .....	39
4.2. Datos climáticos .....	41
4.3. Datos biológicos .....	42
4.3.1. Coeficiente de desarrollo vegetativo (Kc) .....	42
4.3.2. Desarrollo radicular de los cultivos .....	46
4.3.3. Efecto del déficit de humedad en los diferentes estados fenológicos de los cultivos .....	46
4.3.4. Duración de las etapas fenológicas .....	47
4.3.5. Características agronómicas de los cultivos .....	49
<b>V. SIMULACIONES</b> .....	52
<b>VI. ANALISIS DE RESULTADOS</b> .....	56
<b>VII. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES</b> .....	71
<b>BIBLIOGRAFIA</b> .....	77
<b>APENDICES</b> .....	79
<b>A. LISTADO DEL PROGRAMA</b> .....	80
<b>B. REGISTROS DE PRECIPITACION, EVAPORACION Y CURVAS DE RETENCION DE HUMEDAD</b> .....	91
<b>C. RESULTADOS DE LAS SIMULACIONES</b> .....	107

## INDICE DE FIGURAS

No.	página
Fig. 2.1.	Curvas características de humedad ..... 6
Fig. 2.2.	Tasa relativa de evapotranspiración como una función del potencial de agua en el suelo para diferentes condiciones de potencial de evapotranspiración ..... 12
Fig. 2.3.	Representación gráfica del modelo de Flinn .... 13
Fig. 2.4.	Relación entre la lluvia total y la lluvia en exceso para diferentes números de escurrimiento 15
Fig. 2.5.	Diagrama de bloques ..... 19
Fig. 4.1.	Curva (promedio) de retención de humedad, correspondiente a una parcela del CAE-FES.C, UNAM 40
Fig. 4.2.	Curva de Kc del maíz forrajero y ecuación que la representa ..... 43
Fig. 4.3.	Curva de Kc del sorgo forrajero y ecuación que la representa ..... 44
Fig. 4.4.	Curva de Kc del maíz de grano y ecuación que la representa ..... 45
Fig. 4.5.	Curva que sirve para comparar el cociente evapotranspiración-transpiración con el crecimiento relativo; y a partir de la cual se determina la duración (utilizada por el modelo) de c/u de las etapas fenológicas de los cultivos ..... 48

## INDICE DE GRAFICAS

	pág.
<b>Gráfica 6.1.</b> Relación fecha de siembra-producción de maíz forrajero, obtenida en la simulación, para diferentes políticas de humedad aprovechable, en los tres años característicos .....	57
<b>Gráfica 6.2.</b> Relación fecha de siembra-producción de sorgo forrajero, obtenida en la simulación, para diferentes políticas de humedad aprovechable, en los tres años característicos .....	58
<b>Gráfica 6.3.</b> Relación fecha de siembra-producción de maíz de grano, obtenida en la simulación, para diferentes políticas de humedad aprovechable, en los tres años característicos .....	59
<b>Gráfica 6.4.</b> Variación de la "humedad real" del suelo (en porciento), obtenida en la simulación, en el ciclo vegetativo del sorgo forrajero, bajo condiciones de temporal de los tres años característicos .....	63
<b>Gráfica 6.5.</b> Producción del maíz forrajero, obtenida en la simulación, en las siete fechas de siembra y bajo las políticas; Punta de Riego, 10, 40 y 70% de H.A., en los tres años característicos.	68
<b>Gráfica 6.6.</b> Incremento ( $\Delta$ ) en la producción de maíz forrajero, por cada milímetro de agua aplicado de más con respecto a la de la lluvia (en las políticas de humedad; Punta de Riego, 10, 40 y 70% de H.A.), en las siete fechas de siembra y tres años característicos .....	70

## INDICE DE TABLAS Y CUADROS

	pág.
<b>Tabla 2.1.</b> Selección del número de escurrimiento N .....	16
<b>Cuadro 2.1.</b> Clasificación de los suelos según afecten las características del material en el escurrimiento .....	17
<b>Cuadro 3.2.1.</b> Contenido de elementos nutritivos del maíz forrajero, en porciento .....	28
<b>Cuadro 3.2.2.</b> Contenido de elementos nutritivos del sorgo forrajero, en porciento .....	33
<b>Cuadro 4.1.</b> Duración de las etapas fenológicas de los cultivos; maíz forrajero, sorgo forrajero y maíz de grano, las cuales fueron determinadas a partir de la figura 4.5 .....	50
<b>Cuadro 4.2.</b> Algunos datos y recomendaciones, para el cultivo de las variedades y/o híbridos, de las cuales se simuló su producción en este trabajo .....	51
<b>Cuadro 5.1.</b> Fechas de siembra, humedades iniciales y láminas de riego, con las cuales se llevó a cabo la simulación de la producción de los cultivos; maíz y sorgo forrajero y maíz de grano ..	53
<b>Cuadro 6.1.</b> Comparación de la producción de los cultivos, obtenida en las simulaciones del año medio (1978), con respecto al rendimiento máximo esperado de estos; maíz de grano 7 ton/ha; maíz forrajero 80 ton/ha; sorgo forrajero 75 ton/ha. ..	61
<b>Cuadro 6.2.</b> Rendimiento de los cultivos, obtenido en las simulaciones, del maíz forrajero, sorgo forrajero y maíz de grano, bajo la política de humedad aprovechable del 70% y en los tres años característicos .....	64
<b>Cuadro 6.3.</b> Rendimiento de los cultivos; maíz forrajero, sorgo forrajero y maíz de grano, obtenidos en la simulación, en el ciclo de temporal del año seco (1982) .....	65

## RESUMEN

En este trabajo se presentan los resultados obtenidos de la simulación del uso del agua y la producción de cultivos, bajo las condiciones edafoclimáticas del Campo Agrícola Experimental de la FES-Cuautitlán, UNAM. (CAE-FES.C UNAM).

Tales simulaciones fueron realizadas empleando un modelo matemático propuesto anteriormente (4). Para esto se elaboró un programa para computadora (en BASIC) y se realizaron varias simulaciones. Dicho programa fué alimentado con datos climáticos, constituidos por registros diarios de lluvia y evaporación, parámetros característicos del suelo y del cultivo. Cargado el programa con dichos datos se procedió a simular la producción de los cultivos maíz y sorgo forrajeros y maíz de grano, en el ciclo de temporal de tres años característicos: seco, medio y húmedo (1982, 1978 y 1980 respectivamente).

De los resultados obtenidos en dichas simulaciones se desprenden las siguientes conclusiones: a). Bajo el ciclo de temporal del año seco (1982) se obtienen los rendimientos más bajos, comparados estos con el máximo rendimiento esperado de cada uno de los cultivos, siendo del orden del 41, 29 y 41%, de maíz forrajero, sorgo forrajero y maíz de grano respectivamente; b). En el año medio (1978) se obtienen los más altos rendimientos, siendo estos del 96, 56 y 92% de maíz forrajero, sorgo forrajero y maíz de grano respectivamente; dichos resultados se deben a la buena distribución de la lluvia más que a la cantidad de agua precipitada.

Por otra parte, se simuló la producción de los cultivos antes mencionados, bajo condiciones de riego, siendo las

políticas: punta de riego, 10, 40 y 70% de H.A., y siete fechas de siembra; 15 de marzo, 10. y 15 de abril, 10. y 15 de mayo y 10. y 15 de junio.

De los resultados obtenidos en dichas simulaciones se desprenden las siguientes conclusiones: a). La mejor época de siembra, en general para los tres cultivos, es la comprendida entre el 15 de mayo y el 15 de junio; b). El rendimiento más alto de los cultivos, en las siete fechas de siembra, se obtiene bajo la política del 70% de H.A; siendo dicho rendimiento del orden del 88 al 98% de la producción máxima esperada de los cultivos; y c). La mejor relación agua-producción, para los tres cultivos, se obtiene con la política del 40% de H.A., siendo el año seco el que presenta la mejor relación (165 Kg/ha-mm, en promedio).



## 1. INTRODUCCION

En la agricultura de temporal, se ha observado que el factor más importante en lo que respecta a la producción de los cultivos lo constituye la lluvia; esto dado su escasez y lo variable de su ocurrencia, por lo cual el interés de los investigadores en observar el comportamiento de los cultivos sujetos a diferentes regímenes pluviométricos es cada vez más creciente. Dicho interés se debe a que las zonas áridas y semiáridas comprenden poco más de la mitad de la superficie del territorio nacional y en estas, el 80% de las tierras cultivadas son de temporal. (16,20).

En el caso de la agricultura bajo condiciones de riego, la investigación se ha enfocado, por una parte, a encontrar cual es el régimen de humedad óptimo que permita maximizar el ren-

dimiento de los cultivos y por otra, la búsqueda de mejores estrategias de manejo del agua para su óptimo aprovechamiento económico; esto último es debido a que más del 90% del agua aprovechada y/o producida en las zonas áridas y semiáridas (presas y pozos), se dedica a las prácticas agropecuarias, en las cuales se hace un manejo deficiente de este recurso; ya que, por una parte hay una sobre explotación de los mantos acuiferos del subsuelo y por otra, se da el desperdicio del agua almacenada en las presas así como el desaprovechamiento de ciertos escurrimientos importantes. (15, 19).

Aparentemente, la producción de biomasa de un cultivo es una función directa de la cantidad de agua que puede disponer dicho cultivo durante su desarrollo; sin embargo, la cantidad y calidad de los frutos no siempre tienen una relación directa con la cantidad de agua consumida.

En general, existe un creciente interés tanto de investigadores como de los ingenieros prácticos por conocer las relaciones entre las variaciones de la humedad en el suelo, debido al régimen pluviométrico o a un cierto programa de riego y el rendimiento que puede obtenerse de los cultivos. (20).

Considerando lo anterior, en este trabajo se presenta la aplicación de un modelo matemático que simula el consumo de agua y a la vez la producción de cultivos básicos; dicho trabajo tiene como objetivos:

a). Implementar el modelo matemático para las condiciones edafo-climáticas del Campo Agrícola Experimental de la FES-Cuautitlán, UNAM.

b). Simular la producción de los dos principales cultivos de temporal (maíz y sorgo forrajeros) que se siembran en el CAE-FESC-UNAM.

c). Determinar las relaciones agua-producción de los dos cultivos anteriores al emplear diferentes políticas de humedad.

## **2. DESCRIPCION DEL MODELO MATEMATICO**

El modelo empleado está basado en los trabajos de J. C. Flinn (4), y ha sido desarrollado por el Instituto de Ingenieria de la UNAM para las condiciones de México (22).

En general, éste modelo simula el uso del agua y la producción de cultivos básicos; para lo cual se basa en la relación que existe entre la tensión de la humedad en el suelo, la evapotranspiración y la producción de un cultivo.

A continuación se presentan las teorías e hipótesis en las que se basa el modelo y a la vez las ecuaciones que utiliza para calcular los factores con los cuales se simula la producción de los cultivos.

### **2.1. Respuesta de los cultivos a la cantidad de humedad dis-**

**ponible en el suelo.**

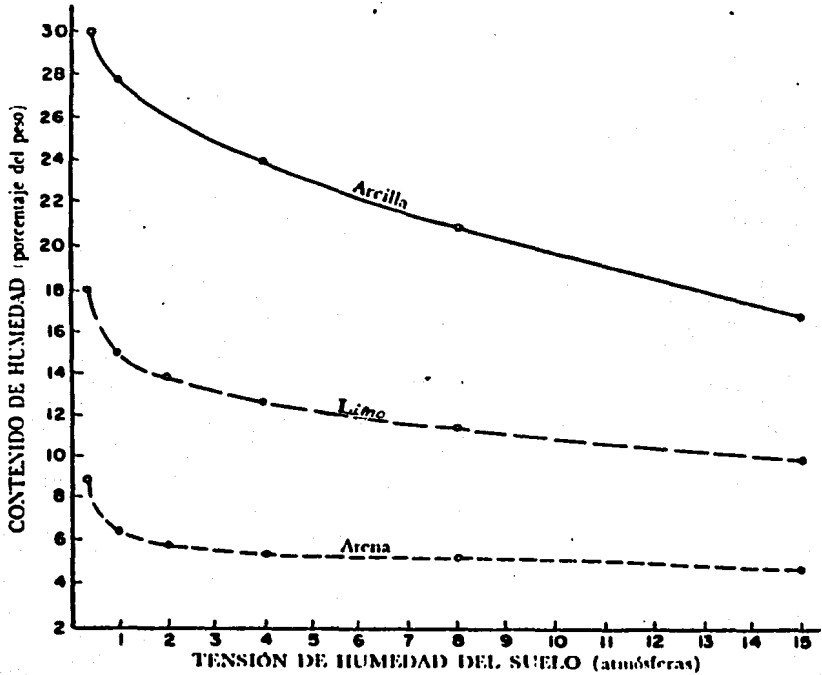
El punto de vista aceptado actualmente, es el que considera que el crecimiento y/o producción de un cultivo depende directamente de "un índice de esfuerzo" (tensión), realizado por éste, para extraer el agua contenida en el suelo; la cual es aportada por la lluvia y/o riego.

Por otra parte, todas las plantas soportan un cierto rango de tensión antes de sufrir serios daños. Este rango de tensión determina en el suelo un intervalo de humedades, que se llama humedad aprovechable (H.A), y está acotado por los puntos de capacidad de campo (CC) y de marchitez permanente (PMP) (Fig 2.1). CC representa la máxima cantidad de humedad que puede retener un suelo antes de perderla por infiltración profunda y/o por escurrimiento superficial. En este punto el "esfuerzo" que realiza la planta para quitarle el agua al suelo es mínimo y se considera generalmente que equivale a 0.33 atmósferas o bien 33 Joules/kg.

El PMP representa la humedad mínima contenida en el suelo que puede ser extraída por la planta es decir, que en este punto y abajo de él, la planta es incapaz de tomar agua del suelo y por lo tanto se marchita permanentemente. Se considera generalmente una tensión correspondiente a 15 atmósferas o bien 1500 Joules/kg.

En la figura 2.1 se muestran diferentes relaciones entre la tensión del suelo y la humedad contenida en este. Se puede

Fig. 2.1. Curvas características de humedad. (Tomado de (28))



observar que son diferentes para cada tipo de suelo. Una aproximación a tal familia de curvas se puede obtener mediante la siguiente ecuación

$$T_s = \frac{10^m}{W_s^b} + c \dots\dots\dots(2.1)$$

donde:

$T_s$  = tensión de la humedad contenida en el suelo en el

día  $i$ , en Joules/kg.

$W_i$  = humedad contenida en el suelo en el día  $i$ , adim.

$a$ ,  $b$  y  $c$  = constantes de ajuste de los datos del suelo.

Ahora bien, cuando no se atienden todas las necesidades de agua del cultivo, el déficit de agua en la planta puede llegar hasta el punto que se vean afectados tanto el crecimiento como el rendimiento. Actualmente se acepta que una buena aproximación es aceptar que cualquier esfuerzo impide el crecimiento, es decir, cualquier desviación del punto de CC hacia PMP altera el desarrollo del cultivo. El modelo empleado acepta esta hipótesis, pero además supone que la razón o proporción de crecimiento se reduce proporcionalmente (linealmente) con la intensidad del esfuerzo, desde la unidad, cuando el cultivo prácticamente no realiza "esfuerzo" alguno (suelo a CC), hasta cero, cuando la relación de la evapotranspiración real ( $E_a$ ) con la evapotranspiración potencial ( $E_{Tp}$ ) vale 0.5. La ecuación de la recta, de la relación  $E_a/E_{Tp}$  vs.  $P$ , propuesta, es la siguiente

$$P_i = 2 * (E_a/E_{Tp})_i - 1 \dots\dots\dots(2.2)$$

donde:

$P_i$  = producción del cultivo en el día  $i$ , en porcentaje, y donde  $P \leq 1$ .

$(E_a/E_{Tp})_i$  = relación de la evapotranspiración real y la evapotranspiración potencial en el día  $i$ , en mm.

Por otra parte, se ha demostrado que el "esfuerzo" o tensión

que realiza el cultivo para absorber agua del suelo, depende de la etapa de desarrollo en la que se encuentre y de la tensión de la humedad en el suelo. Dicho efecto afectará en forma distinta tanto el desarrollo como la producción final del cultivo. El modelo empleado considera lo anterior y además supone que el efecto de la tensión, en cada etapa del ciclo vegetativo, no repercute en las demás y que la recuperación del cultivo al desaparecer la tensión o "esfuerzo" es rápida. Para tomar en cuenta esto se divide en cuatro etapas al ciclo vegetativo de los cultivos (nacimiento, desarrollo vegetativo, floración y madurez) y se propone un coeficiente de ponderación para cada una de ellas

nacimiento = 0.05

desarrollo vegetativo = 0.30

floración = 0.50

madurez = 0.15

dichos coeficientes son utilizados en la fórmula 2.3, para calcular el rendimiento de cultivos de grano pequeño, en cada una de las etapas fenológicas en las que se ha dividido el ciclo vegetativo de éstos.

$$R_j = \frac{C_j (\sum P_k)_j}{N_j} \dots\dots\dots(2.3)$$

donde:

$R_j$  = rendimiento obtenido en la etapa  $j$ , en porcentaje.



$C_j$  = coeficiente de ponderación para la etapa  $j$ , adim.  
 $(\sum P_i)_j$  = suma de los porcentajes de crecimiento diario ( $i$ ),  
 para la etapa fenológica ( $j$ ).

$N_j$  = número de días que dura la etapa fenológica ( $j$ ).

## 2.2. Evapotranspiración de comunidades vegetales.

La evaporación y la transpiración de comunidades vegetales suele llamarse frecuentemente evapotranspiración (principal componente del consumo de agua por parte de las plantas) para describir la naturaleza compleja de plantas y suelo, de las superficies evaporantes.

El proceso evapotranspirativo es complejo, en el intervienen no solo factores climáticos (radiación solar y terrestre, temperatura del aire, humedad relativa y el viento), sino también de la planta (desarrollo radicular y cubierta foliar) y el suelo (disponibilidad de agua). De estos, los factores climáticos son los que establecen una demanda evapotranspirativa y los factores edáficos y de la planta los que regulan la oferta de agua.

Un indicador de la demanda evapotranspirativa por los factores atmosféricos es la llamada evapotranspiración potencial. Se llama evapotranspiración potencial (ETp) a la cantidad de agua que un cultivo debería evapotranspirar, de acuerdo con las condiciones climáticas y a su estado de desarrollo.

Existen varios criterios para evaluar la ETP; el modelo utiliza el criterio de Penman, este relaciona la evaporación de una superficie libre de agua ( $E_o$ ) con el valor de ETP, mediante un coeficiente de desarrollo vegetativo o "factor de cultivo" ( $K_c$ ), estableciendo que

$$ETP_i = K_{c_i} \cdot E_{o_i} \dots\dots\dots(2.4)$$

donde:

$ETP_i$  = en mm.

$K_{c_i}$  = coeficiente de cultivo para el día i, adim.

$E_{o_i}$  = evaporación dada en la zona en el día i, en mm.

Relacionando ETP con  $E_m$  (cantidad máxima de agua que puede sacar la planta del suelo), resulta el concepto "evapotranspiración real" ( $E_a$ ), la cual representa la cantidad de agua realmente evapotranspirada por el complejo planta-suelo, en las condiciones meteorológicas, edáficas y biológicas existentes. En estas últimas se incluye el tipo de cultivo y su fase de desarrollo. En las condiciones edáficas se incluye el contenido de humedad y la fuerza con que ésta es retenida; y cumple con las siguientes relaciones

$$E_{a_i} = ETP_i \text{ si } ETP_i < E_{m_i}$$

$$E_{a_i} = E_{m_i} \text{ si } ETP_i > E_{m_i}$$

En el modelo se expresa la misma idea introduciendo un "factor de humedad del suelo", dicho factor es por definición la relación de  $E_a$  y ETP, y es una función de ETP y la humedad

aprovechable.

$$(Ea/ETp)_z = F(ETp_z, H.A) \dots\dots\dots(2.5)$$

La humedad aprovechable depende a su vez, del tipo de suelo (Fig. 2.1), de la profundidad y de la densidad del sistema radicular del cultivo. Denmead y Shaw (1962), citados en (24), han propuesto relaciones para el factor de humedad del suelo (Fig. 2.2), donde cada curva corresponde a un valor de ETP. Una aproximación a tal familia de curvas, se obtiene con las siguientes ecuaciones

si  $0 < ETp_z < 2$  mm, entonces

$$(Ea/ETp)_z = \frac{1}{1 + (T_z / 4118 - 1613 ETp_z)} \dots\dots\dots(2.6)$$

si  $2 \leq ETp_z \leq 4.1$  mm, entonces

$$(Ea/ETp)_z = \frac{1}{1 + (T_z / 1386 - 250 ETp_z)} \dots\dots\dots(2.7)$$

si  $4.1 < ETp_z < 7$  mm, entonces

$$(Ea/ETp)_z = \frac{1}{1 + (T_z / 888 - 128 ETp_z)} \dots\dots\dots(2.8)$$

donde:

$(Ea/ETp)_z$  y  $ETp_z$  = en mm.

$T_z$  = en Joules/kg.

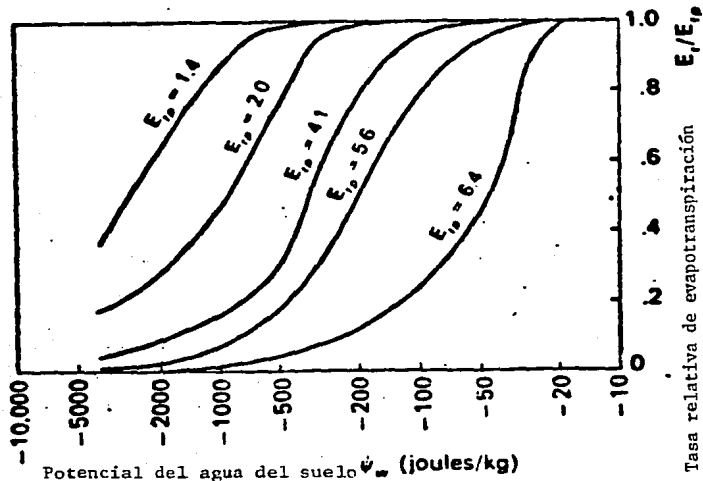


Fig. 2.2. Tasa relativa de evapotranspiración, como una función del potencial de agua en el suelo para diferentes condiciones del potencial de evapotranspiración. Los valores de ETP para la curva son expresados en milímetros de agua evapotranspirada en un periodo de 24 horas (Denmead y Shaw, 1962. Tomado de (24)).

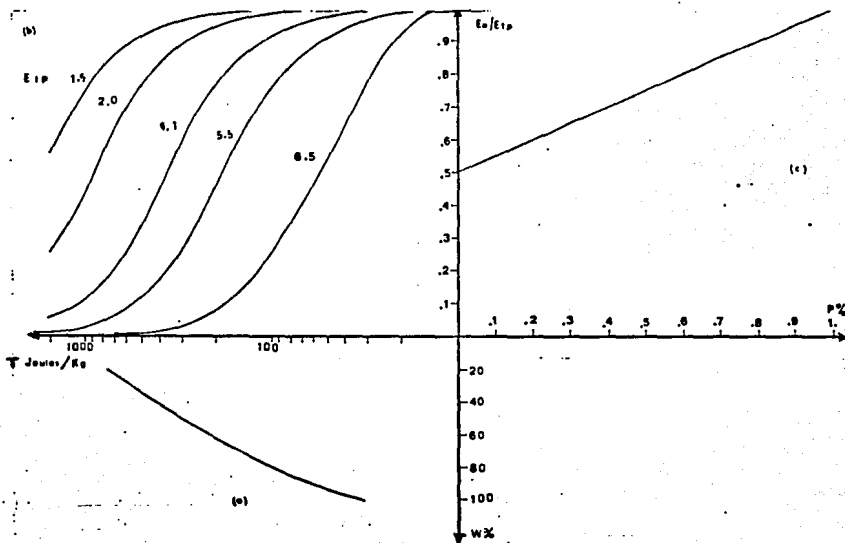
Con lo expuesto hasta aquí es posible hacer una representación gráfica del modelo de simulación; de la siguiente manera. (Fig. 2.3).

donde:

La gráfica  $W\%$  vs  $T$  Joules/Kg (cuadrante a), representa la relación entre el contenido de agua en el suelo y la tensión con la que es retenida por éste.

Las curvas  $T$  Joules/Kg vs  $E_a/ET_p$  adm., (cuadrante b), representan la relación entre la tensión del agua en el suelo y el

Fig. 2.3. Representación gráfica del modelo de Flinn.



cociente de evapotranspiración real y potencial, para diferentes valores de evapotranspiración potencial.

La curva  $E_a/E_{T_p}$  adim. vs P% (cuadrante c), representa la relación entre el cociente de evapotranspiración real y potencial y la producción diaria del cultivo, en porciento.

### 2.3. Evaluación de la humedad del suelo.

La humedad en el suelo está determinada por el agua de lluvia, el riego y la ascensión capilar desde el nivel freático (si existe); esta última no se toma en cuenta en la versión del modelo aquí presentado, aunque también sería

posible hacerlo (11).

En cuanto al agua de lluvia y riego, en el modelo se hacen las siguientes consideraciones:

a). Según sean las características de la lluvia y del suelo, variará la cantidad de agua infiltrada (lluvia efectiva), y por lo tanto la cantidad de agua almacenada en la zona radicular (Fig. 2.4). El modelo utiliza la siguiente fórmula para calcular la lluvia efectiva

$$Y_i = I_i - Q_i \dots\dots\dots(2.9)$$

donde:

$Y_i$  = lluvia efectiva en el día  $i$ , en mm.

$I_i$  = precipitación dada en el día  $i$ , en mm.

$Q_i$  = escurrimiento directo en el día  $i$ , en mm, y se calcula de la siguiente manera

$$Q_i = (I_i - 0.2S) \div I + 0.8S \dots\dots\dots(2.10)$$

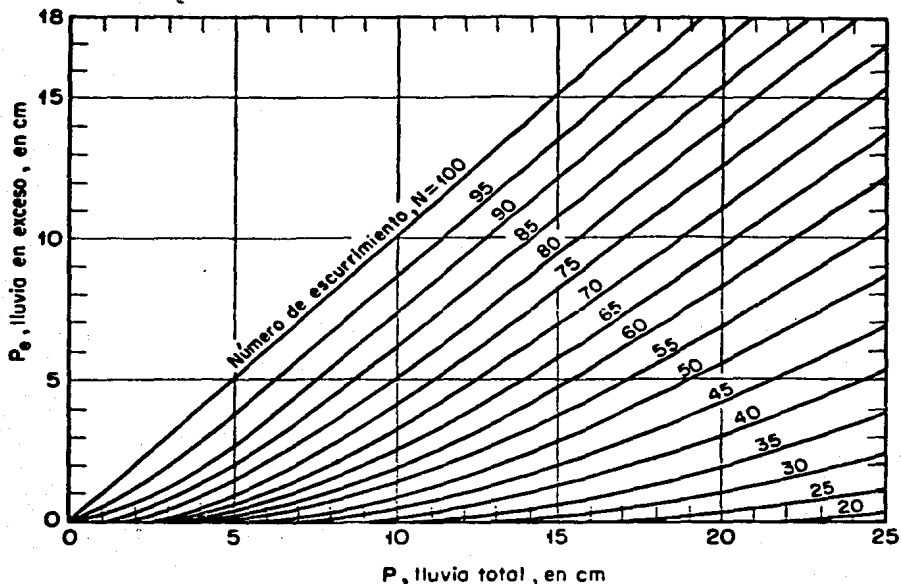
donde:

$$S = \frac{25400}{N} - 254 \dots\dots\dots(2.11)$$

y donde:

$S$  = diferencia máxima de capacidad entre lluvia y escurrimiento, en mm.

Fig. 2.4. Relación entre la lluvia total y la lluvia en exceso para diferentes números de escurrimiento. (Tomado de (27)).



$N$  = se obtiene de la Figura 2.4, auxiliándose con la Tabla 2.1 y del Cuadro 2.1.

b). El momento de riego debe fijarse de acuerdo con una política de mantener cierto nivel de humedad en el suelo. La dosis (lámina) debe de ser la necesaria para restaurar, en el suelo, el estado de CC. Se emplean las siguientes fórmulas para calcular la humedad existente en el suelo, así como la lámina de agua necesaria para recuperar la humedad de CC, respectivamente

**Tabla 2.1. Selección del número de escurrimiento N. (Tomado de (27)).**

Uso de la tierra o cobertura	Condición de la superficie	Tipo de suelo			
		A	B	C	D
Bosques (sembrados y cultivados)	Ralo, baja transpiración	45	66	77	83
	Normal, transpiración media	36	60	73	79
	Espeso o alta transpiración	25	55	70	77
Caminos	De tierra	72	82	87	89
	Superficie dura	74	84	90	92
Bosques naturales	Muy ralo o baja transpiración	56	75	86	91
	Ralo, baja transpiración	46	68	78	84
	Normal, transpiración media	36	60	70	76
	Espeso, alta transpiración	26	52	62	69
	Muy espeso, alta transpiración	15	44	54	61
Descanso (sin cultivo)	Surcos rectos	77	86	91	94
Cultivos de surco	Surcos rectos	70	80	87	90
	Surcos en curvas de nivel	67	77	83	87
	Terrazas	64	73	79	82
Cereales	Surcos rectos	64	76	84	88
	Surcos en curvas de nivel	62	74	82	85
	Terrazas	60	71	79	82
Leguminosas (sembradas con maquinaria o al voleo) o potrero de rotación	Surcos rectos	62	75	83	87
	Surcos en curvas de nivel	60	72	81	84
	Terrazas	57	70	78	82
Pastizal	Pobre	68	79	86	89
	Normal	49	69	79	84
	Bueno	39	61	74	80
	Curvas de nivel, pobre	47	67	81	88
	Curvas de nivel, normal	25	59	75	83
	Curvas de nivel, bueno	6	35	70	79
Potrero (permanente)	Normal	30	58	71	78
Superficie impermeable		100	100	100	100



**Cuadro 2.1. Clasificación de los suelos, según afecten las características del material en el escurrimiento. (Tomado de (27)).**

**Tipo A. (Escorrimento mínimo).** Incluye gravas y arenas de tamaño medio, limpias, y mezcla de ambas.

**Tipo B.** Incluye arenas finas, limos orgánicos e inorgánicos, mezclas de arena y limo.

**Tipo C.** Comprende arenas muy finas, arcillas de baja plasticidad, mezclas de arena, limo y arcilla.

**Tipo D. (Escorrimento máximo).** Incluye principalmente arcillas de alta plasticidad, suelos poco profundos con subhorizontes casi impermeables cerca de la superficie.

$$W_i = W_{i-1} - Ea_i + Y_i + r \dots\dots\dots(2.12)$$

donde:

$W_i$  = humedad en el suelo en el día  $i$ , en mm.

$W_{i-1}$  = humedad del suelo en el día  $i-1$ , en mm.

$Ea_i$  = evapotranspiración real en el día  $i$ , en mm.

$Y_i$  = lluvia efectiva en el día  $i$ , en mm.

$r$  = lámina de riego dada en el día  $i$ , en mm.

$$D = hr (\gamma_s/\gamma_w) (W_{cc} - W_i) \dots\dots\dots(2.13)$$

donde:

$D$  = dosis de riego, en m.

$hr$  = profundidad radicular del cultivo, en m.

$\gamma_s$  = densidad aparente del suelo, g/cc.

$\gamma_w$  = densidad del agua, 1 g/cc.

$W_{cc}$  = humedad en capacidad de campo, adim.

$W_s$  = humedad correspondiente a la política de riego, adim.

c). Una vez que el suelo está en CC, todo intento de incrementar la humedad se pierde por escurrimiento superficial o bien por infiltración profunda, dicho de otra manera

si  $W_i > W_{cc}$  entonces  $W_i = W_{cc}$ .

La forma de utilizar dicho modelo se presenta en el diagrama de bloques (Fig. 2.5), y en síntesis es como sigue: con los datos  $W_{0_1}$ ,  $E_{0_1}$  y  $K_{c_1}$ ; primeramente calculamos  $ETP_1$ ; teniendo  $ETP_1$  se determina  $T_1$ ; con  $T_1$  y  $ETP_1$  obtenemos  $(Ea/ETP)_1$  y, conocida  $(Ea/ETP)_1$  se puede encontrar  $Ea_1$  y también  $P_1$ . Con estos resultados y la ecuación de continuidad (2.12) se puede determinar la humedad del día siguiente ( $W_{0_{1+1}}$ ) según si se dió riego o llovió. Esto se hace para todos los días del periodo vegetativo y al final de éste se calcula el rendimiento total del cultivo mediante la siguiente fórmula

$$R = R' \left[ \begin{array}{cc} m & N_j \\ \sum_{j=1} E (C/N)_j & \sum_{i=1} E P_i \end{array} \right] \dots\dots\dots (2.14)$$

donde:

$R$  = rendimiento neto del cultivo, en ton/ha.

$R'$  = rendimiento del cultivo, en ton/ha, correspondiente al 100% de aprovechamiento del cultivo.

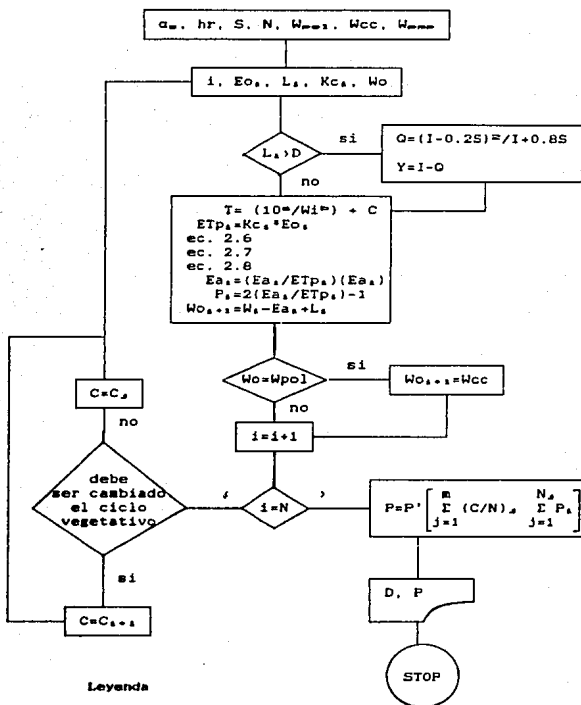
$m$  = número de etapas en que se divide el ciclo vegetativo.

$C_j$  = coeficiente de ponderación para la etapa  $j$ .

$N_j$  = número de días correspondientes a la etapa  $j$ .

$P_i$  = rendimiento del cultivo en el día  $i$ , en porcentaje.

Fig. 2.5. Diagrama de bloques.



Leyenda

- $g_a$  : densidad aparente del suelo  
 $hr$  : profundidad radicular  
 $S$  : diferencia máxima de capacidad entre lluvia y escurrimiento  
 $N$  : días del ciclo vegetativo  
 $W_{max}$  : política de humedad  
 $W_{cc}$  : humedad a capacidad de campo  
 $W_{wp}$  : humedad de punto de marchitez permanente  
 $i$  : día  
 $E_o$  : evaporación real  
 $L$  : lluvia  
 $K_c$  : coeficiente de cultivo  
 $W_o$  : humedad inicial  
 $D$  : lámina total de agua  
 $Q$  : escurrimiento  
 $Y$  : lluvia efectiva  
 $T$  : tensión de la humedad del suelo  
 $ETP$  : evapotranspiración potencial  
 $E_a$  : evapotranspiración real  
 $P_i$  : producción del cultivo  
 $j$  : estado vegetativo  
 $C_j$  : coeficiente del estado vegetativo  
 $P$  : producción neta del cultivo  
 $P^*$  : producción correspondiente al 100% de rendimiento

### **3. CARACTERISTICAS DEL CAE-FES.C, UNAM Y DE LOS CULTIVOS**

#### **3.1. Características del CAE-FES.C, UNAM.**

El presente trabajo se llevó a cabo para las condiciones del Campo Agrícola Experimental de la FES-Cuautitlán, UNAM. A continuación se hace una descripción de su localización geográfica y principales características edafoclimáticas.

##### **3.1.1. Ubicación Geográfica.**

El Ex-Rancho Almaráz, actual Facultad de Estudios Superiores Cuautitlán U.N.A.M, se localiza en el Km. 36.5 de la carretera México-Teoloyucan, en el municipio de Cuautitlán Izcalli, Edo. de México; estando ubicado geográficamente entre los 19°37' y los 19°45' de latitud norte y entre los 99°07' y los 99°14' de longitud oeste, estando a una altura de 2,250 msnmm.

### 3.1.2. Características Climatológicas.

El clima de la región, según la clasificación de Koppen modificada para México por García (1969), citado en (2), es de tipo templado C ( $w_{\ominus}$ )(w) b (i'), el más seco de los subhúmedos; con una temperatura media anual de 15.7°C y una oscilación media mensual de 6.5°C, siendo enero el mes más frío, con una temperatura media de 11.8°C y junio el mes más caliente, con 18.3°C en promedio.

En la región se presenta un régimen de lluvias de verano, concentrándose entre los meses de mayo a octubre, con invierno seco. La precipitación media anual es de 605 mm, siendo julio el mes más lluvioso (128.9 mm), y febrero el más seco (3.8 mm). Las probabilidades de lluvia de esta zona son menores del 50%, por lo que es conveniente contar con riego para el buen rendimiento de las actividades agrícolas.

El periodo de heladas abarca desde el mes de octubre hasta el mes de abril (primera quincena), siendo alto el promedio anual (64 días), y más frecuentes durante los meses de diciembre, enero y febrero. Pueden presentarse heladas tempranas, entre el 8 y 10 de septiembre y heladas tardías hasta el mes de mayo. La frecuencia de granizadas en la zona es muy baja, observándose principalmente durante el verano.

### 3.1.3. Características Edáficas.

Los suelos del CAE-FES.C, UNAM, son de origen aluvial y se formaron a partir de depósitos de material ígneo, proveniente

de las partes altas que circundan la zona. Son suelos profundos (más de un metro).

De acuerdo con la clasificación FAO-DETNAL, éstos suelos han sido clasificados como Vertisoles pélicos (Vp); presentan una textura fino-arcillosa, por lo que es difícil su manejo, al ser duros cuando están secos, mientras que húmedos son plásticos y adhesivos. Forman grietas profundas cuando están secos y pueden ser impermeables al agua, tanto de lluvia como de riego.

De acuerdo con el sistema de clasificación de capacidad de uso agrícola, estos suelos se consideran de Clase I, los cuales presentan muy pocas o ninguna limitación para su uso agrícola y si estas existen son fáciles de corregir. Presentan una textura que va de arcillosa a migajón-arcillosa, teniendo una estructura bien desarrollada en bloques angulares y subangulares de tamaño fino. Tanto la densidad aparente como la real son bajas (de 0.89 a 1.24 g/cc y de 1.91 a 2.50 g/cc respectivamente). Son abundantes los poros pequeños (50% en promedio), teniendo un drenaje que va de bueno a lento.

Su conductividad eléctrica en el extracto de saturación es menor de 1 mmhoms/cm a 25°C; su pH va de neutro a ligeramente ácido (6 a 7), mientras su contenido de materia orgánica varía de medio a alto (2.11 a 4.32%), tiene una capacidad de intercambio catiónico total alta (30 a 35 meq/100 g). En

general, se puede decir que son ricos tanto en fósforo como en potasio disponible para las plantas (180-250 Kg/ha de  $P_2O_5$ ) y alrededor de 2,500 Kg de  $K_2O$ /ha. (2).

### **3.2. Características de los cultivos**

#### **3.2.1. Cultivo del maíz (*Zea mays*, L.)**

##### **3.2.1.1. Descripción botánica.**

**3.2.1.1.1. Ciclo vegetativo.** El maíz es una especie vegetal, en general, con hábito de crecimiento anual, su ciclo vegetativo tiene un rango muy amplio según las variedades, encontrando algunas tan precoces con alrededor de 80 días, hasta las más tardías con alrededor de 200 días desde la siembra hasta la cosecha. En general, las variedades de mayor rendimiento son de 100 a 140 días.

**3.2.1.1.2. Sistema radicular.** Es fibroso y se localiza propiamente en la corona, para ramificarse en raíces secundarias, terciarias, etcétera, hasta rematar en cada uno de los pelos radiculares.



por no ser pivotante, la raíz no profundiza mucho, pero en cambio tiene un gran desarrollo lateral que se extiende en la capa arable del suelo y lo aprovecha al máximo: sin embargo, existen reportes de raíces que han profundizado alrededor de los dos metros.

El maíz tiene la particularidad de desarrollar raíces adventicias en los primeros nudos del tallo, las cuales dan mayor estabilidad a la planta y el problema de "acame" es menor; también son favorables por aumentar la eficiencia del aprovechamiento del agua y nutrientes del suelo, pues existe un sistema radicular más amplio.

**3.2.1.1.3. Tallo.** Es más o menos cilíndrico, formado por nudos y entrenudos. El número de éstos es variable; generalmente son de 8 a 21. Los entrenudos de la base de la planta son cortos, y van siendo más largos a medida que se encuentran en posiciones más superiores, hasta culminar con el entrenudo más largo que lo constituye la base de la espiga (panoja).

La altura del tallo también depende de la variedad, de las condiciones ecológicas y edáficas de cada región, variando de más o menos 80 cm hasta alrededor de 4 metros. (1, 6).

**3.2.1.1.4. Hojas.** El número de hojas por planta (sin incluir hijuelos) es variable, encontrándose plantas con 8 hojas y algunas con alrededor de 21; siendo estas de forma larga y

angosta con venación paralelinerve, y constituida por vaina, ligula y limbo. La vaina es envolvente y con sus extremos desunidos. la ligula es incipiente. El limbo es sésil, plano y con longitud variable desde más o menos 30 cm hasta de un metro. La anchura también es variable de más o menos 5 a más de 10 cm; desde luego, estas variaciones dependen de la constitución genética de las variedades y de las condiciones ecológicas y edáficas.

3.2.1.1.5. Flores. En el maíz, existen dos tipos de flores y en diferentes lugares de la planta, las que se denominan flores estaminadas y flores pistiladas.

Las flores estaminadas se encuentran dispuestas en espiguillas, las cuales, se distribuyen en ramas de la inflorescencia conocida comúnmente como "espiga", que propiamente es una panícula abierta y más o menos laxa según las variedades. Cada flor está integrada por dos brácteas; una es la lema (glumilla inferior) y otra la pálea (glumilla superior), ambas son de estructura apergamina y filogenéticamente constituyen sépalos modificados del verticilo floral primario. Las flores estaminadas se insertan de dos en dos y contienen cada una tres estambres, estos últimos con su filamento y antera cada uno. (1,6).

Las flores pistiladas se encuentran distribuidas en una inflorescencia, con un soporte central denominado "clote". Como en el caso de las flores estaminadas, las pistiladas

también se encuentran de dos en dos . Cada flor está formada por un ovario, un estilo y gran cantidad de estigmas distribuidos a lo largo del mismo.

**3.2.1.1.6. Fruto.** Botánicamente es un fruto en cariósipide conocido comúnmente como "semilla" o grano, el cual tiene gran variación en tamaño, en cantidad, en coloración y en el endosperma del fruto, según las variedades y su constitución genética.

**3.2.1.1.7. Composición del forraje del maíz.** Al igual que los granos, el forraje de esta planta es rico en hidratos de carbono y pobre en proteínas (Cuadro 3.2.1.). El rastrojo de maíz es todavía más pobre en proteínas y posee una relación nutritiva más amplia (poca proteína). Cuando el maíz padece por sequía hasta el punto que no se formen las mazorcas y mueren las plantas, el forraje contiene un porcentaje de proteínas notablemente mayor que el normal, pero el rendimiento total de principios nutritivos será muy reducido. El forraje contiene una riqueza de calcio y fósforo análoga a la del heno de gramíneas. El rastrojo de maíz es algo más rico en calcio que el forraje de la misma planta, además de que es muy pobre en fósforo, pues la mayor parte de este mineral se acumula en el grano. El forraje verde de maíz, aunque pertenezca a una variedad de maíz blanco tiene un alto valor en vitamina A y también puede proporcionar una cantidad considerable de vitamina D, si no se corta antes de la fase en que los granos se hacen dentados. El rastrojo contiene

**Cuadro 3.2.1. Contenido de elementos nutritivos del maíz forrajero, en porciento. (5).**

<b>Elemento nutritivo</b>	<b>Verde con mazorca</b>	<b>Verde forrajero</b>
	<b>%</b>	<b>%</b>
Proteína cruda	4.8	1.5
Grasa cruda	1.4	0.3
Fibra cruda	16.7	3.3
Extracto libre de nitrógeno	34.2	5.5
Cenizas	3.6	1.0

aproximadamente la cuarta parte de las proteínas digestibles y una cuarta parte de la energía neta de la cosecha de maíz para grano. (Cuadro 3.2.1.).

El maíz y el sorgo conforman más del 80% de los granos que usan las fábricas de alimentos y quizá la mayoría de esta es utilizada por los ganaderos, particularmente por los avicultores y porcicultores. (5).

### **3.2.1.2. Condiciones ecológicas y edáficas.**

El cultivo del maíz, se adapta a condiciones ecológicas y edáficas muy diversas como resultado de su amplia gama de variabilidad genética, de tal manera que, por selección natural y/o por fitomejoramiento, es susceptible de aprovecharse económicamente en siembras comerciales en regiones agrícolas con las siguientes condiciones. (1, 6).

#### **3.2.1.2.1. Temperatura.** Temperaturas menores de 10°C retardan o inhiben la germinación y al disponer la semilla de

humedad, se pueden presentar fitopatógenos que dañen parcial o totalmente el embrión. La temperatura media óptima para el ciclo vegetativo del maíz, es de 25 a 30°C. Temperaturas medias máximas de 40°C, son perjudiciales en especial en el periodo de la polinización en regiones con alta humedad relativa.

**3.2.1.2.2. Humedad.** Los requerimientos óptimos de humedad, son diferentes, si se consideran variedades precoces (alrededor de 80 días) o tardías (alrededor de 140 días): obviamente, las variedades precoces requerirán menor cantidad de agua que las variedades tardías, pero en general se requieren no menos de 500 mm de agua, distribuidos, durante el ciclo vegetativo, para obtener una buena cosecha.

Durante el periodo de vegetación, el maíz consume gran cantidad de agua pero la gasta económicamente para la formación de la masa orgánica. Su coeficiente de transpiración es de 280-350 (inferior a trigo y cebada). En el periodo de crecimiento intensivo, la planta adulta de maíz transpira al día 2-4 Kg de agua. Por consiguiente, con una densidad de 40-60 mil plantas/ha, éstas consumen 80-240 toneladas de agua al día. La humedad del suelo más favorable para el crecimiento de la planta y la formación de la cosecha es de 60-70% de la capacidad de campo. (6).

El consumo de agua por planta de maíz, cambia durante el periodo de vegetación. Para la hinchazón y germinación de

las semillas, el maíz necesita menos agua que las semillas de otros cereales (excepto el sorgo).

**3.2.1.2.3. Altitud.** Se cultiva con buenos rendimientos desde el nivel del mar, hasta alrededor de 2,500 msnmm, sin embargo, con altitudes mayores a los 3,000 msnmm, los rendimientos disminuyen.

**3.2.1.2.4. Latitud.** En general, se adapta desde más o menos 50° de latitud norte, hasta alrededor de 40° de latitud sur.

**3.2.1.2.5. Fotoperíodo.** Se considera que es una planta insensible al fotoperíodo. Sin embargo, los mayores rendimientos se obtienen con 11-14 horas de luz.

**3.2.1.2.6. Suelo.** El maíz prospera en diferentes tipos de suelo; sin embargo, son mejores aquellos con textura más o menos franca que permitan un buen desarrollo del sistema radicular, y por consecuencia, mayor eficiencia en la absorción de la humedad y de los nutrientes del suelo, así como un mejor "anclaje". (1, 6).

### 3.2.2. Cultivo del sorgo (Sorghum bicolor, L. Moench.)

#### 3.2.2.1. Descripción botánica.

3.2.2.1.1. **Ciclo vegetativo.** El sorgo es una especie vegetal con hábito de crecimiento anual, su ciclo vegetativo tiene un rango muy amplio según las variedades y las regiones. En general las variedades de mayor rendimiento son de 120 a 140 días.

3.2.2.1.2. **Sistema radicular.** Las raíces son adventicias, fibrosas y desarrollan numerosas laterales. La profusa ramificación y amplia distribución del sistema radicular, es una de las razones por las cuales el sorgo es tan resistente a las sequías, aunque otros factores también contribuyen a tan marcada resistencia de la especie.

3.2.2.1.3. **Tallos.** Estos son cilíndricos, erectos, sólidos y pueden alcanzar alturas entre 0.60 y 3.50 m. Longitudinalmente se dividen en canutos (entrenudos), cuyas uniones las forman los nudos y de los cuales emergen las hojas. Cada nudo esta provisto de una yema lateral. Dependiendo de la variedad se desarrollan una, dos o tres de las yemas inferiores para formar macollos. (6, 21).

3.2.2.1.4. **Hojas.** Las hojas aparecen alternas sobre el tallo, las vainas foliares son largas y en las variedades enanas se encuentran superpuestas. Las hojas del sorgo se

doblan durante periodos de sequía, con lo que se reduce la transpiración, lo cual contribuye a la peculiar resistencia de la especie.

**3.2.2.1.5. Flores.** La inflorescencia del sorgo es una panícula, y puede ser compacta, semicompacta y/o abierta. Las florecillas son de dos clases sésiles y pediceladas. Las últimas son por lo general estaminadas. Cada florecilla sésil contiene un ovario, el cual después de la fecundación se desarrolla para formar una semilla.

El androceo y el gineceo se encuentran cubiertos por las glumas; las cuales son generalmente de color negro, rojo, café o paja.

El sorgo generalmente se autofecunda; sin embargo, también existe fecundación cruzada en un 5% o más según las variedades.

**3.2.2.1.6. Fruto.** Es una carióspside y el color puede ser blanco, rojo, amarillo o café, según sea la variedad. (6, 21)

**3.2.2.1.7. Composición del forraje del sorgo.** En general, tanto el maíz como el sorgo tienen la misma composición química, aunque es sensiblemente más rico en proteína el sorgo que el maíz (Cuadro 3.2.2.); es más pobre en grasa que aquél y es igualmente pobre en vitaminas A y D, además de contener algunas vitaminas del complejo B, y sobre todo



**Cuadro 3.2.2. Contenido de elementos nutritivos del sorgo forrajero, en porciento. (5).**

Verde		Maduro	
	%		%
Proteína cruda	1.5	Materia seca	89.2
Grasa cruda	1.0	Extracto libre	
Fibra cruda	7.0	de nitrógeno	43 - 47
Extracto libre		Total de nutrientes	
de nitrógeno	14.0	digestibles	52.7
Cenizas	1.4	Proteína	6.4 - 7.2
		Grasa	2.5
		Fibra	25.8
		Minerales	7

niacina. En general, el grano de sorgo es menos apetecido que el maíz, y no hay que olvidar que algunas variedades son amargas. (5).

### 3.2.2.2. Condiciones ecológicas y edáficas.

Es una especie que se adapta a condiciones ecológicas y edáficas muy diversas. Es susceptible de aprovecharse económicamente en siembras comerciales en regiones agrícolas con las siguientes condiciones:

**3.2.2.2.1. Temperatura.** Se considera como temperatura media óptima para su crecimiento 26.7°C y como mínima 16°C; temperaturas medias de 16°C ya no son convenientes, pues el ciclo se alarga y bajan los rendimientos, sin embargo se han desarrollado variedades para climas templados con temperaturas medias de 15°C. La temperatura media máxima a que se puede desarrollar el sorgo es 37.5°C. (6, 21).

**3.2.2.2.2. Humedad.** Los sorgos se cultivan ampliamente en las zonas tropicales y templadas, aunque pueden desarrollarse en regiones áridas, como aquellas que tienen una distribución de 400 a 600 mm de precipitación media anual.

Para formar 1 Kg de materia seca las plantas del sorgo consumen 291 Kg de agua. Las cosechas medias del sorgo se logran con cerca de 325 mm de precipitación por temporada, distribuidas de la siguiente manera: 25 mm desde la siembra hasta los brotes, 250 mm en el periodo de crecimiento y cerca de 50 mm durante la formación del grano (Balasubramanian, 1959) (4). Al mismo tiempo en las regiones áridas, su sensibilidad al riego es muy alta.

Las plantas adultas del sorgo emplean cerca del 80-90% del agua que se encuentra en la capa del suelo de 90 cm de espesor. (6, 21).

El sorgo no sólo consume más activamente el agua, en comparación con otras plantas, sino posee también la capacidad de regular la transpiración. En condiciones de sequía las plantas del sorgo, antes de la floración, pueden encontrarse en estado latente durante un tiempo prolongado, pero sus órganos reproductores no mueren y con la aparición de condiciones favorables vuelven a desarrollarse. Durante la sequía las hojas de las plantas se tuercen alrededor del nervio central, reduciendo considerablemente la superficie de transpiración.

**3.2.2.2.3. Altitud.** Por sus altas exigencias de temperaturas, rara vez se le cultiva más allá de los 1,800 msnmm (en México, el INIFAP\* ha producido variedades que se cultivan con éxito a 2,200 msnm).

**3.2.2.2.4. Latitud.** Se puede cultivar desde los 45° de latitud norte a los 35° latitud sur (en esta zona es donde se tienen los mayores rendimientos).

**3.2.2.2.5. Fotoperiodo.** El sorgo se caracteriza por ser de un fotoperiodo corto.

**3.2.2.2.6. Suelos.** Puede cultivarse en una gran diversidad de suelos, pero se da mejor en los terrenos ligeros, profundos y ricos en nutrientes. Los de aluvión son buenos. En los suelos arcillosos, aunque pueden favorecer los buenos rendimientos, tienen el inconveniente de que la sequía daña el sistema radicular al agrietarse el terreno, por lo que hay que recurrir al agua de riego en los casos extremos.

Este cultivo puede desarrollarse en terrenos con ciertas proporciones de sales solubles que limitan la producción de otros cultivos. (6, 21).

### **3.2.3. Prácticas de cultivo de maíz y sorgo.**

**3.2.3.1. Época de siembra.** Como en todas las especies vegetales\*  
\* INSTITUTO NACIONAL DE INVESTIGACIONES FORESTALES, AGRICOLAS Y PECUARIAS.

tales cultivadas, la época óptima de siembra es un factor limitante en la producción de grano y/o forraje. En las principales regiones productoras de maíz y sorgo en México, se han determinado por medio de experimentos, las épocas óptimas de siembra de acuerdo con las condiciones ecológicas de cada región.

**3.2.3.2. Densidad de siembra.** Cada región agrícola, de acuerdo con sus condiciones ecológicas y edáficas, y según la variedad requerirá de un número óptimo de plantas por unidad de superficie, que produzca el máximo de rendimiento de grano o de forraje y la mejor calidad bromatológica del último.

La densidad óptima de siembra dependerá de la distancia entre surcos y de la distancia entre plantas. (21).

#### **3.2.4. Reflexión final.**

Se ha considerado importante presentar las características anteriores de los dos cultivos, porque es necesario tenerlos presentes en la interpretación agronómica de los resultados obtenidos con el modelo empleado, pues es importante hacer notar que dicho modelo representa básicamente el uso del agua y pueden existir condiciones extremas que requieran de una interpretación agronómica para ajustar más confiablemente los resultados. Un ejemplo tipo de esta, es el posible agrietamiento del suelo en sequía, el cual se puede traducir en un daño parcial a las plantas que evidentemente puede repercutir

en su consumo del agua y por lo tanto en su producción final.

#### **4. IMPLEMENTACION DEL MODELO MATEMATICO**

Se entiende por implementación del modelo, al ajuste del conjunto de datos físicos y biológicos que éste utiliza para la simulación de la evaluación de la humedad en el suelo y la producción de los cultivos.

Se diseñó un programa para computadora personal (PC Printaform), en lenguaje BASIC (apéndice A), el cual emplea las ecuaciones y fórmulas del capítulo anterior y los datos que a continuación se presentan.

##### **4.1. Datos físicos del suelo.**

Densidad aparente: 1.113 g/cc; pendiente del terreno: entre 0-2%; textura del suelo: franco-arcillosa.

Como se indicó en el Capítulo 2, la lluvia efectiva es la

cantidad de agua infiltrada en la zona radicular, dicha infiltración depende de las características de la lluvia así como de las características del suelo como son: permeabilidad, textura, pendiente, características de la superficie, etc.

Con los datos de las características físicas del suelo, del CAE-FES.C, UNAM, se encontró el valor de las variables de la ecuación 2.10, (con la cual se determina el escurrimiento Q), mediante el uso de las gráficas del cuadro 2.1 y las tablas del cuadro 2.2. La ecuación empleada fué

$$Q_i = \frac{(I_i - 0.2 * 52.02)^2}{I_i + 0.8 * 52.02} \dots\dots\dots (2.10)$$

donde

$Q_i$  = en mm.

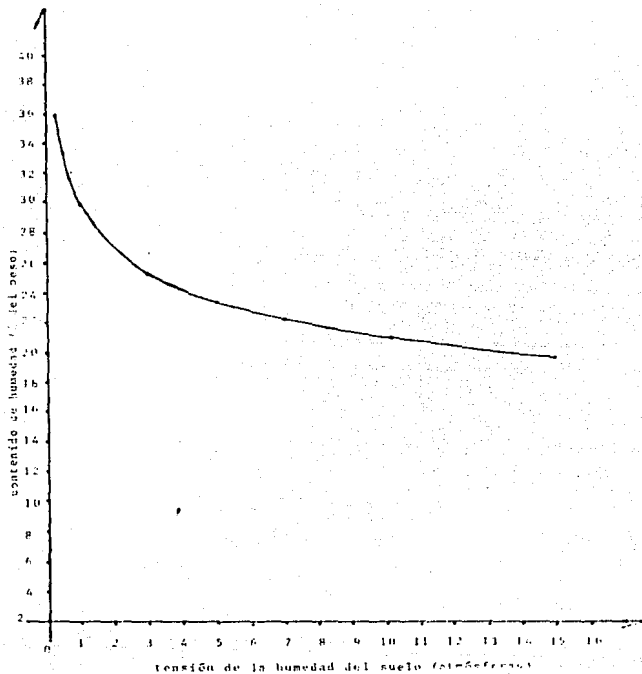
$I_i$  = precipitación, dada en la zona, en el día i, en mm.

Y sustituyendo el valor de  $Q_i$  en la ecuación 2.9, se obtiene la lámina de agua infiltrada (lluvia efectiva) para la precipitación dada en del día i.

#### 4.1.1. Curva de tensión vs humedad.

La curva de tensión vs humedad (Fig. 4.1), utilizada en la simulación, fué el resultado del promedio de 10 curvas (apéndice B) hechas a igual número de muestras, las cuales se tomaron a dos profundidades (0-20 y 20-40 cm).

Fig. 4.1. Curva (promedio) de retención de humedad, correspondiente a una parcela del CAE-FES.C, UNAM. (Obtenida por el método de Olla y Membrana de Presión, en el Laboratorio de Física de Suelos del Colegio de Postgraduados, 1987.)





Dichas curvas fueron obtenidas en el laboratorio de Física de Suelos del Colegio de Postgraduados en Chapingo, mediante el método de Olla y Membrana de Presión.

Con los valores de CC y PMP, de la curva promedio, se determinó el valor de las constantes de ajuste de la ecuación 2.1, lo cual se realizó por el método de regresión, obteniéndose

$$T_i = \frac{0.0177}{W_i^{2.00}} + 6.23 \dots\dots\dots(2.1)$$

donde

$T_i$  = tensión de la humedad del suelo en el día  $i$ ,  
Joules/Kg.

$W_i$  = es la humedad del suelo en el día  $i$ , adim.

#### 4.2. Datos climáticos.

Se consultaron los registros climatológicos de los 10 años próximos anteriores (1978-1987) de la Estación R. el Alemán, Tepotzotlán, Edo. Méx. De estos se seleccionaron tres años característicos, el año seco, el medio y el húmedo, resultando ser 1982, 1978 y 1980 respectivamente. Para esto se diseñó un programa para computadora personal (PC Printaform), en lenguaje BASIC (apéndice C), con todos los datos de precipitación y evaporación; obteniendo así la precipitación total/año (siendo este el criterio tomado para determinar los 3 años característicos).

### 4.3. Datos biológicos.

#### 4.3.1 Coefficiente de desarrollo vegetativo (Kc).

El valor de Kc puede variar para un mismo cultivo, no solo en función de la variedad, que puede tener diferente desarrollo vegetativo, sino también del régimen de humedad al que se sujete el cultivo y a otras características edáficas que influyen en su desarrollo. Existen varios métodos para su estimación (17, 18 y 19).

Las gráficas de Kc (Figs. 4.2, 4.3 y 4.4) de maíz y sorgo utilizadas, fueron obtenidas por la SARH (3).

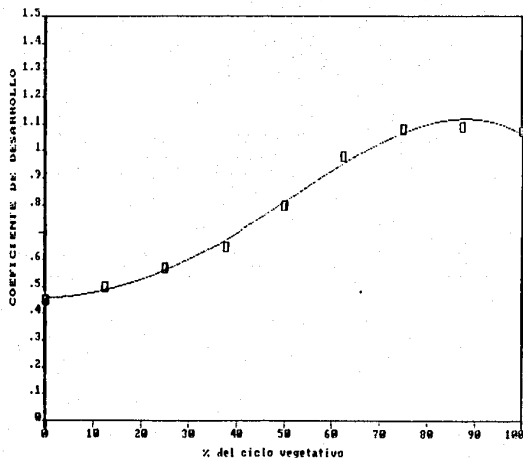
En este trabajo, el valor de Kc por día, de los tres cultivos, es calculado en el programa mediante las siguientes ecuaciones, las cuales se obtuvieron por regresión polinomial de 10 puntos (en una PC, con el graficador ENERGRAPH) tomados de las curvas de Kc de la referencia antes mencionada.

Para maíz de grano:

$$Kc_d = .4658 - .7282 \cdot C + 8.757 \cdot C^2 - 12.91 \cdot C^3 + 5.254 \cdot C^4 \dots\dots (4.1)$$

Para maíz forrajero:

$$Kc_d = .4561 + .0419 \cdot C + 1.276 \cdot C^2 + .6638 \cdot C^3 - 1.42 \cdot C^4 \dots\dots (4.2)$$

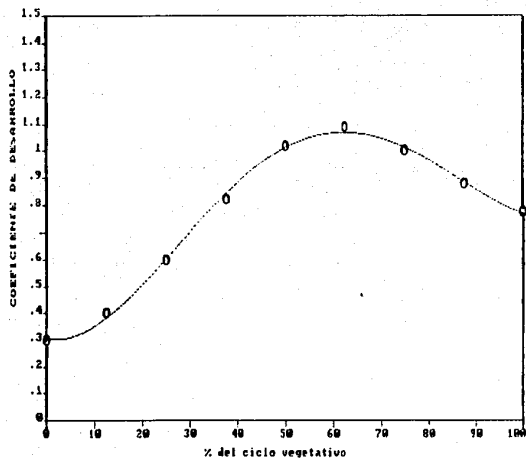


REGRESION POLINOMIAL DE LA CURVA

$$( 4.561E-01 ) + ( 8.419E-02 ) * X + ( 1.276E+00 ) * X ^ 2 + ( 6.638E-01 ) * X ^ 3 + ( -1.420E+00 ) * X ^ 4$$

VARIANZA 3.127E-04

**Fig. 4.2. Curva de Kc del maíz forrajero y ecuación que la representa. (Los puntos de la curva, para la regresión, fueron tomados de (3)).**

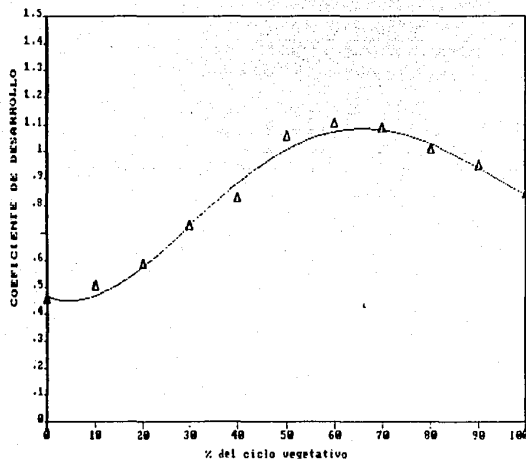


REGRESION POLINOMIAL DE LA CURVA

$$( 3.062E-01) + (-3.927E-01)*X + ( 9.971E+00)*X^2 + (-1.633E+01)*X^3 + ( 7.217E+00)*X^4$$

VARIANZA 1.726E-04

**Fig. 4.3. Curva de Kc del sorgo forrajero y ecuación que la representa. (Los puntos de la curva, para la regresión, fueron tomados de (3)).**



REGRESION POLINOMIAL DE LA CURVA

$$( 4.658E-01 ) + (-7.282E-01)*X + ( 8.757E+00)*X^2 + (-1.291E+01)*X^3 + ( 5.254E+00)*X^4$$

VARIANZA 8.172E-04

**Fig. 4.4.** Curva de Kc del maiz para grano y ecuación que la representa. (Los puntos de la curva, para la regresión, fueron tomados de (3)).

Para sorgo forrajero:

$$Kc_s = .3062 - .3927 * C + 9.971 * C^2 - 16.33 * C^3 + 7.217 * C^4$$

.....(4.3)

donde

C = día del ciclo vegetativo del cultivo.

#### 4.3.2. Desarrollo radicular de los cultivos.

La cantidad de agua de que puede disponer el cultivo en un momento dado, depende de la profundidad explorada por sus raíces, la cantidad de agua disponible hasta dicha profundidad y de la efectividad con que las raíces puedan extraer la humedad del suelo en los distintos niveles.

Por otra parte, el crecimiento radicular de los cultivos depende de factores ambientales y biológicos. Dentro de los primeros están principalmente la humedad, aereación y textura del suelo y entre los biológicos, la especie y sus características hereditarias.

En la bibliografía (3, 12 y 14) se reportan valores de la profundidad radicular de los cultivos de maíz y sorgo. Los valores aquí utilizados fueron tomados de (8), en la cual, dicha profundidad (80 cm) está relacionada con la textura del suelo.

#### 4.3.3. Efecto del déficit de humedad en los diferentes esta-

#### dos fenológicos del cultivo.

Como se mencionó en el Capítulo 2, en el modelo se proponen, para el caso de cultivos de grano, coeficientes de ponderación que sirven para determinar el rendimiento de los cultivos, según la tensión de la humedad en el suelo, en cada una de las cuatro etapas fenológicas en las que se divide el ciclo vegetativo de estos. Pero dado que en el presente trabajo se pretende simular la producción de cultivos forrajeros, se empleará el criterio propuesto por Dowrey (1972), citado en (23), quien señala que, a diferencia de los cultivos no forrajeros, los forrajeros no parecen tener etapas particularmente sensibles a déficit de humedad.

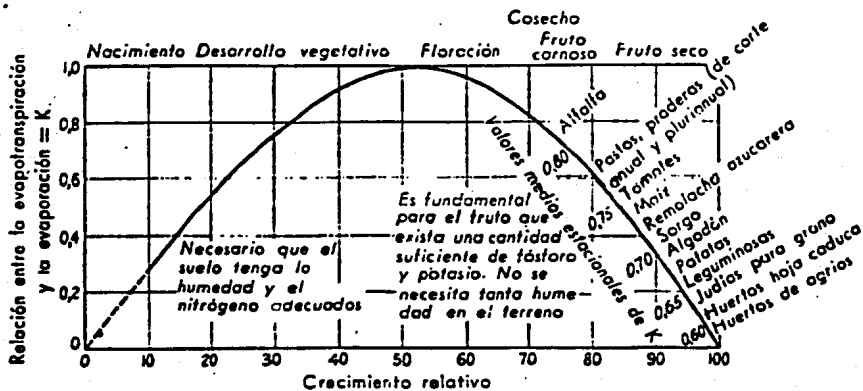
En el presente trabajo se propone que el valor de los coeficientes, para las cuatro etapas fenológicas, sea igual a 0.25.

#### 4.3.4. Duración de las etapas fenológicas.

El desarrollo es un proceso gradual que toma tiempo para realizarse totalmente; generalmente va acompañado por un aumento en tamaño y peso, e involucra la aparición de nuevas funciones y estructuras, pérdida de las primeras y se caracteriza por cambios en la velocidad de crecimiento, tanto temporal como espacial que eventualmente disminuye o cesa cuando se alcanzan dimensiones maduras.

Durante su ciclo biológico, los vegetales atraviesan por distintas etapas acomodadas a cierto ritmo periódico, como la

Fig. 4.5. Curva que sirve para comparar el cociente evapotranspiración-transpiración con el crecimiento relativo; y apartir de la cual se determina la duración (utilizada por el modelo) de c/u de las etapas fenológicas de los cultivos (13).





brotación, la floración, la maduración, etcétera. Para que se manifiesten estas etapas, dentro de la planta deben ocurrir ciertos procesos que induzcan un estímulo, mismo que se traducirá en una nueva estructura o dará lugar a la manifestación de algún mecanismo fisiológico. En gran parte, esos procesos dependen de las condiciones ambientales bajo las cuales se desarrolla el cultivo; por lo tanto, la duración y equilibrio entre ellas son determinadas por el microclima (7).

En este caso, para determinar la duración de cada una de las cuatro etapas fenológicas de la variedad e/o híbrido en cuestión, el modelo se auxilia de la Figura 4.5, donde dichas etapas están dadas, en relación a la duración del ciclo vegetativo, en por ciento. La duración de cada una de las cuatro etapas fenológicas, de los tres cultivos con los que se trabajó, se muestran en el Cuadro 4.1.

#### 4.3.5. Características agronómicas de los cultivos.

En el Cuadro 4.2 se muestran algunos datos y recomendaciones, para el cultivo de las variedades e híbridos de los cultivos que se utilizaron en este trabajo.

**Cuadro 4.1. Duración de las etapas fenológicas de los cultivos; maíz forrajero<sup>1</sup>, sorgo forrajero<sup>2</sup> y maíz de grano<sup>3</sup>, las cuales fueron determinadas a partir de la Fig. 4.5.**

Cultivo	Duración de la etapa fenológica, (días)			
	Nacimiento	Desarrollo vegetativo	Floración	Madurez
Maíz <sup>1</sup>	33	48	33	16
Sorgo <sup>2</sup>	28	42	28	14
Maíz <sup>3</sup>	28	42	28	42

Cuadro 4.2. Algunos datos y recomendaciones, para el cultivo de las variedades y/o híbridos, de las cuales se simuló su producción en este trabajo. (Tomadas de la guía para la asistencia técnica agrícola, Valle de México, SARH, INIFAP, CIAMEC-CAEVAMEX, 1981.)

Cultivo	Varietal y/o híbrido	Días a cosecha	Epoca de siembra	Densidad de siembra	Distancia + surcos m	Producción ton/ha.
Maiz <sup>1</sup>	H-30	120-130	después del 5 de abril	120,000 ptas/ha. 50 Kg. de semilla	.92	80
Sorgo <sup>2</sup>	Sorda	110-120	25 de marzo-30 de abril.	100,000 ptas/ha. 15 kg. de semilla	.62	70-80
Maiz <sup>2</sup>	Huamantla	140-165	fin de mzo. fin de abr.	45,000 ptas/ha. 25 Kg. de semilla	.92	7

<sup>1</sup> forrajero  
<sup>2</sup> de grano

## 5. SIMULACIONES

Implementado el modelo, se procedió a simular la producción de los cultivos, en los tres años característicos (1978, 1980 y 1982); dicha simulación se hizo para siete fechas de siembra (15 de marzo, 1o. y 15 de abril, 1o. y 15 de mayo, 1o. y 15 de junio) y cinco políticas de humedad: temporal (T), punta de riego (Pr), 70, 40 y 10% de humedad aprovechable (H.A); resultando 29 simulaciones por cultivo por año (Cuadro 5.1); lo cual implica un total de 261 simulaciones en los tres años para los tres cultivos.

La determinación de la fecha de siembra de temporal, en los 3 años, se hizo tomando como base el momento en que se presentan las primeras 3 lluvias "seguidas" mayores de 10 mm; para esto se supuso que la lámina de lluvia registrada en este intervalo, no sufre pérdida sensible ni por evaporación ni

**Cuadro 5.1. Fechas de siembra, humedades iniciales y láminas de riego, con las cuales se llevo a cabo la simulación de la producción de los cultivos; maíz y sorgo forrajeros y maíz de grano. (H.R. "humedad real" del suelo).**

POLITICA DE HUMEDAD H.A.	LAMINA DADA EN C/U DE LOS RIEGOS, EN mm.	FECHAS DE SIEMBRA
Punta de riego	142.46	15 DE MARZO
		1 DE ABRIL
10% H.A 21.6% H.R	128.22	15 DE ABRIL
		1 DE MAYO
40% H.A 26.4% H.R	85.48	15 DE MAYO
		1 DE JUNIO
70% H.A 31.2% H.R	42.70	15 DE JUNIO
Temporal	lámina inicial, en los 80 cm de profundidad radicular, mm	
27.2% H.R	SECO 78.35	26 DE MAYO
26.3% H.R	MEDIO 86.37	9 DE JUNIO
25.7% H.R	HUMEDO 91.71	15 DE MAYO

por escurrimiento superficial, y además de que se siembra un día después de la tercera lluvia (mayor de 10 mm). Con la fórmula 2.13 se obtuvo la humedad inicial de siembra (Cuadro 5.1).

Para el resto de las políticas de humedad, la humedad inicial se fijó en 0.36 (CC, correspondiendo a 142.46 mm de lámina de agua, para la profundidad radicular de 80 cm), ya que en este caso se supone que se riega inmediatamente después de sembrar. Ahora bien, las humedades a las cuales se debería de regar, para el caso de las políticas del 70, 40 y 10% de H.A., se obtuvieron por regla de tres relacionando el inter-

valo CC-PMP con el de H.A. (Cuadro 5.1).

En las Tablas y Gráficas del apéndice C se incluyen, con fines ilustrativos, algunos de los resultados obtenidos en las simulaciones.

Por otra parte, se ha considerado conveniente incluir aquí las observaciones mas importantes sobre el modelo matemático empleado.

Las principales limitaciones de la simulación de los modelos matemáticos, se derivan de los supuestos y simplificaciones hechas para la estimación de algunos procesos; pero que brindan a cambio sencillez y versatilidad al modelo. A continuación se hace un análisis critico del modelo.

1. La versión empleada del modelo considera que no existe contribución a la humedad desde el manto fréatico (si existiera éste). Con esto se limita la aplicación del modelo a los casos en que las características de las lluvias y de los suelos no permitan la presencia de mantos fréaticos que contribuyan en gran medida a la humedad de la zona radicular. Sin embargo, en la referencia 11 se muestra como se podria incluir la influencia del posible manto fréatico.

2. La demanda evaporativa de la atmósfera es representada por los valores obtenidos de un evaporimetro, lo cual permite la gran simplicidad del modelo y una mayor posibilidad de

aplicación ya que, aunque existen métodos más exactos para evaluar el poder evaporante de la atmósfera, estos requieren un mayor número de datos climáticos, no siempre disponibles en las estaciones climatológicas del país.

3. El hecho de que el modelo no considera ciertas restricciones de tipo planta-ambiente (fotoperiodo, temperaturas mínimas, incidencia de insectos, malezas y enfermedades, etc) durante las etapas fenológicas, permite suponer que dicho modelo sólo puede ser empleado en cultivos adaptados a las condiciones ambientales del área en la cual se desee emplear éste y siempre que se dé un control oportuno de las plagas.

4. Los únicos factores aleatorios que se supone gobiernan la producción de un cultivo son: la evapotranspiración y la humedad del suelo. Esto deja como fijos los demás factores que afectan la producción, los cuales se resumen en el parámetro de producción máxima del cultivo.

5. La estimación del rendimiento de cultivos (de grano y/o forraje) relacionado con la H.A. del suelo, constituye el aspecto de mayor interés del modelo, ya que en este caso no solo permite determinar la mejor política de humedad bajo la cual se obtienen los mejores rendimientos, sino también algo muy importante, el momento de aplicación del riego.

## **6. ANALISIS DE RESULTADOS**

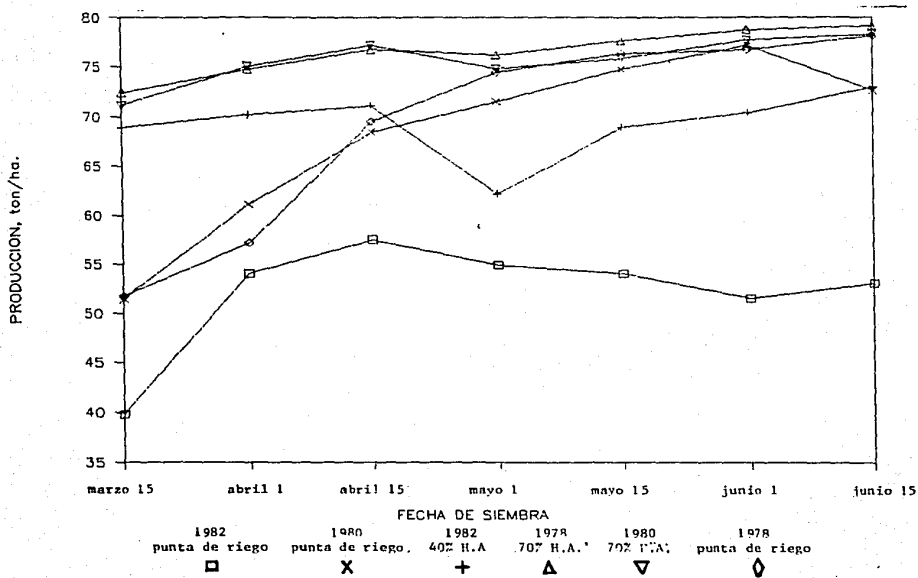
De los resultados obtenidos en las simulaciones se derivan las siguientes observaciones:

1. A excepción del año seco, en que bajo la política de humedad Punta de Riego la mejor época de siembra para maíz y sorgo forrajero resulta ser del 10. de abril al 10. de mayo, en el resto de las simulaciones la mejor época de siembra se da entre el 15 de mayo y el 15 de junio (Gráficas 6.1, 6.2 y 6.3), siendo además ésta la época más congruente con la realidad, ya que en la zona el temporal se establece entre estas fechas.

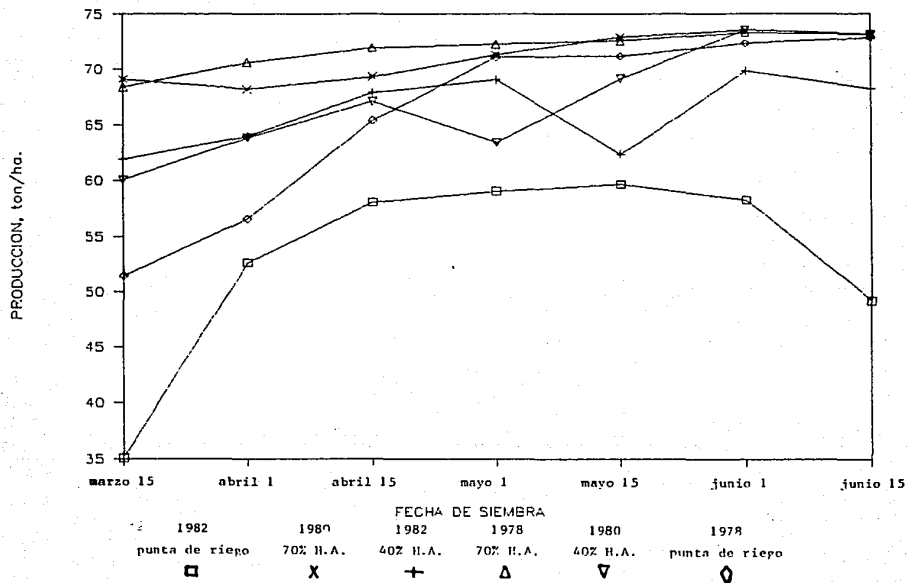
Las gráficas 6.1, 6.2 y 6.3 representan la relación que existe entre la fecha de siembra y la producción de los cultivos, en los tres años y bajo diferentes políticas de H.A.



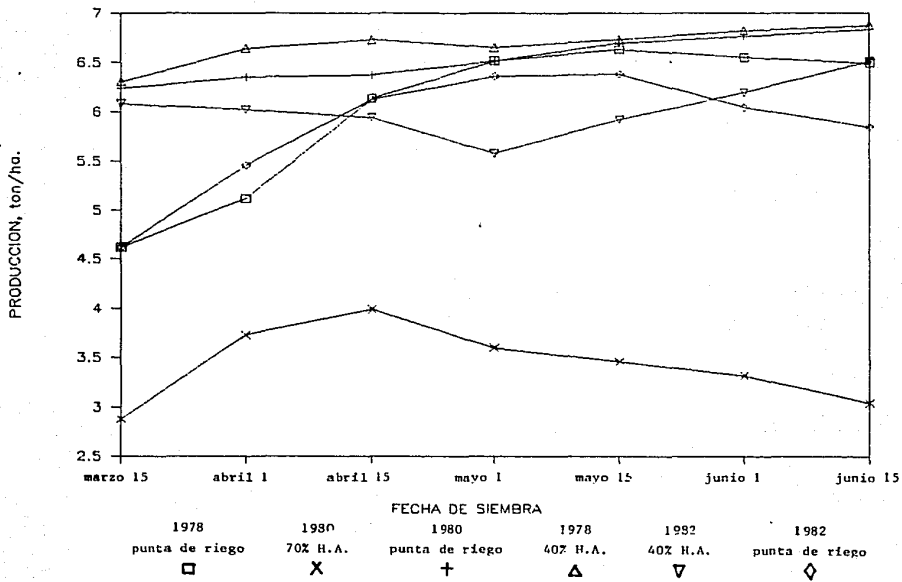
Gráfica 6.1. Relación fecha de siembra-producción de maíz forrajero, obtenida en la simulación, para las diferentes políticas de H.A., en los tres años característicos.



**Gráfica 6.2. Relación fecha de siembra-producción de sorgo forrajero, obtenida en la simulación, para las diferentes políticas de H.A., en los tres años característicos.**



Gráfica 6.3. Relación fecha de siembra-producción de maíz de grano, obtenida en la simulación, para las diferentes políticas de H.A., en los tres años característicos.



En general, en dichas gráficas se observa como aumenta la producción de los cultivos conforme la fecha de siembra se establece dentro del inicio del temporal de la zona. Así también se puede ver que, entre las diferentes fechas de siembra, el grado de la variación de la producción de los cultivos depende tanto del año como de la política de H.A. en la que se desarrolla el cultivo.

2. En cuanto a producción, los mejores rendimientos se obtienen en el año medio (1978), en todas las políticas de humedad. Dichos rendimientos oscilan entre el 56% (en el caso de las políticas de humedad de Punta de Riego y 10% de H.A.) y el 98% (en el caso del temporal y 70% de H.A.), en promedio, de la producción máxima esperada de los tres cultivos (Cuadro 6.1). Esto se debe, no a la mayor precipitación ocurrida durante el ciclo vegetativo de los cultivos, sino más bien a la distribución de ésta durante su desarrollo. Dicho resultado confirma el hecho de que, la buena producción de un cultivo no depende de la cantidad de agua suministrada, sino más bien a la buena distribución que se tenga de ésta durante el desarrollo de dicho cultivo.

En el cuadro 6.1. se puede ver que el rendimiento de maíz forrajero y maíz de grano, obtenido en la simulación del temporal del año medio (1978), es mayor al obtenido, en general, en las tres primeras fechas de siembra de las demás políticas de H.A.

Cuadro 6.1. Comparación de la producción de los cultivos, obtenida en las simulaciones del año medio (1978), con respecto al rendimiento máximo esperado de estos; maíz de grano 7 ton/ha; maíz forrajero 80 ton/ha; sorgo forrajero 75 ton/ha.

Política de H.A. <sup>1</sup>	Fecha de siembra <sup>2</sup>	Producción del cultivo, ton/ha.		
		Maíz de grano	Maíz forrajero	Sorgo forrajero
Temporal	junio 9	6.43	76.45	42.28
Punta de riego	A	3.39	51.58	51.42
	B	4.37	57.23	56.56
	C	5.53	69.48	65.42
	D	6.27	74.42	71.07
	E	6.46	76.33	71.16
	F	6.60	76.66	72.31
	G	6.70	78.08	72.82
10% de H.A.	A	3.39	51.58	51.42
	B	4.37	57.23	56.56
	C	5.53	69.48	65.42
	D	6.27	74.42	71.07
	E	6.46	76.33	71.16
	F	6.60	76.66	72.31
	G	6.70	78.08	72.82
21.6% de H.R. <sup>3</sup>	A	5.37	69.48	62.27
	B	6.02	71.47	67.44
	C	6.16	73.39	69.66
	D	6.27	74.42	71.07
	E	6.46	76.33	71.16
	F	6.60	76.66	72.31
	G	6.70	78.08	72.82
40% de H.A.	A	6.14	72.40	68.37
	B	6.42	74.74	70.59
	C	6.35	76.71	71.92
	D	6.47	76.19	72.22
	E	6.70	77.60	72.52
	F	6.63	78.70	73.27
	G	6.79	79.11	73.16
26.4% de H.R.	A	6.14	72.40	68.37
	B	6.42	74.74	70.59
	C	6.35	76.71	71.92
	D	6.47	76.19	72.22
	E	6.70	77.60	72.52
	F	6.63	78.70	73.27
	G	6.79	79.11	73.16
31.2% de H.R.	A	6.14	72.40	68.37
	B	6.42	74.74	70.59
	C	6.35	76.71	71.92
	D	6.47	76.19	72.22
	E	6.70	77.60	72.52
	F	6.63	78.70	73.27
	G	6.79	79.11	73.16

<sup>1</sup> Humedad Aprovechable

<sup>2</sup> A=15 de marzo, B=1 de abril, C=15 de abril, D=1 de mayo, E=15 de mayo, F=1 de junio y G=15 de junio.

<sup>3</sup> "Humedad real"

3. Los máximos rendimientos, en los tres años, se obtienen bajo la política del 70% de H.A. Dichos rendimientos están entre el 88 y el 98% de la producción máxima esperada de los tres cultivos (Cuadro 6.2). Esto se debe a que los cultivos, bajo estas condiciones, disponen de mayor cantidad de agua y de una mejor distribución de la misma, permitiendo un mejor desarrollo y produciendo, por lo tanto, los mejores rendimientos de éstos. De acuerdo con lo anterior es recomendable regar bajo ésta política de humedad, siempre y cuando se disponga del agua necesaria para dar los riegos, ya que dicha política permite obtener rendimientos cercanos al 100% de la producción máxima esperada.

4. El rendimiento más bajo de los cultivos, se obtuvo en el temporal del año seco (1982), correspondiendo éste al 41.49, 29.04 y 40.71% de la producción máxima esperada de; maíz forrajero, sorgo forrajero y maíz de grano respectivamente (Cuadro 6.3). Por otra parte, como se puede observar en la gráfica 6.4, en el caso de los años seco y húmedo, durante los primeros 40 días del ciclo vegetativo de los cultivos, la humedad disminuye unos días después de la siembra, de esto se deduce que los cultivos estuvieron sometidos durante toda la primera etapa fenológica y parte de la segunda a condiciones de "sequia" y esto como se sabe, puede afectar tanto el ciclo vegetativo como la producción misma del cultivo (esto depende de la respuesta del material genético a dichas condiciones climatológicas). En base a lo anterior se considera que los rendimientos obtenidos en la simulación, bajo el temporal del

Cuadro 6.2. Rendimiento de los cultivos, obtenido en las simulaciones, del maíz forrajero, sorgo forrajero y maíz de grano, bajo la política de humedad aprovechable del 70% (31.2% H.R<sup>2</sup>) y en los tres años característicos.

Fecha de siembra <sup>1</sup>	Producción del cultivo, ton/ha.								
	1978			1980			1982		
	Maíz(*)	Sorgo(*)	Maíz(**)	Maíz(*)	Sorgo(*)	Maíz(**)	Maíz(*)	Sorgo(*)	Maíz(**)
A	72.40	68.37	6.14	71.13	69.08	5.78	73.41	69.50	6.00
B	74.74	70.59	6.42	75.05	68.19	5.80	75.25	60.95	6.27
C	76.71	71.92	6.35	77.17	69.31	6.22	76.56	70.51	6.47
D	76.19	72.22	6.47	74.82	71.26	6.60	75.38	72.10	6.56
E	77.60	72.52	6.70	75.84	72.88	6.78	76.11	72.32	6.59
F	78.70	73.27	6.63	77.66	73.49	6.62	76.33	72.72	6.60
G	79.11	73.16	6.79	78.28	73.12	6.65	77.59	72.29	6.62

<sup>1</sup> A=15 de marzo, B=1 de abril, C=15 de abril, D=1 de mayo, E=15 de mayo, F=1 de junio y G= 15 de junio.

<sup>2</sup> "humedad real"

\* forrajero

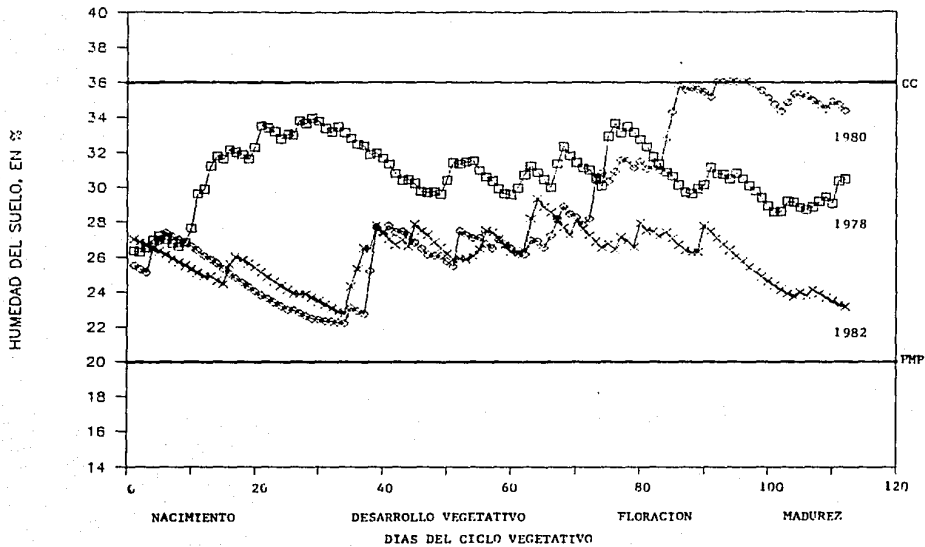
\*\* de grano

Cuadro 6.3. Rendimiento de los cultivos; maíz forrajero, sorgo forrajero y maíz de grano, obtenidos en la simulación, en el ciclo de temporal del año seco (1982).

Cultivo	Rendimiento ton/ha.		Rendimiento total del cultivo, en %
	Máx. esperado	Temporal 1982	
Maíz forrajero	80	33.19	41.49
Sorgo forrajero	75	21.78	29.04
Maíz de grano	7	2.85	40.71



Gráfica 6.4. Variación de la "humedad real" del suelo (en porcentaje), obtenida en la simulación, en el ciclo vegetativo del sorgo forrajero, bajo condiciones de temporal de los tres años característicos (seco, medio y húmedo).



año seco y húmedo, podrían no ser congruentes con la realidad, pues no se considera de manera explícita la variación de ciertos parámetros que afectan la producción final del cultivo, como pueden ser el acortamiento de las etapas fenológicas y las alteraciones radiculares, por lo que se recomienda para estos casos extremos investigar como influyen estas condiciones en los valores de los coeficientes de rendimiento, para así obtener resultados más apegados a la realidad.

La gráfica 6.4 representa la variación de la "humedad real" en el suelo (en porciento), durante el ciclo de temporal del sorgo forrajero, en los tres años. En dicha gráfica se observa que mientras en el año medio la humedad se mantiene, durante todo el ciclo vegetativo del cultivo, por arriba de la humedad inicial (26.3% de H.R), en los casos de los años seco y húmedo, sucede que la humedad del suelo es muy semejante durante los primeros 60 días del ciclo vegetativo, de los cuales en los 40 primeros, la humedad tiende a descender unos días después de la siembra. Lo importante en este caso es que dadas estas condiciones, entre el año seco y el húmedo, exista una diferencia de más del 50% en la producción del cultivo. Esto hace suponer que el modelo, en el caso de los coeficientes de rendimiento, no considera la respuesta de los cultivos bajo condiciones "extremas de sequía."

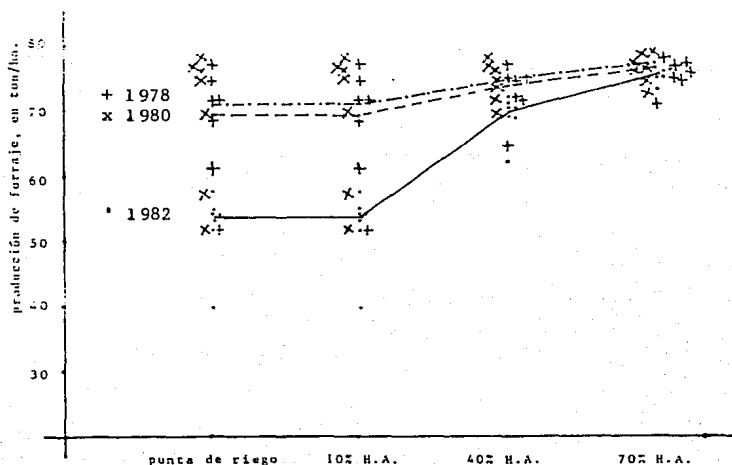
5. La mejor relación agua-producción, en las cinco políticas de H.A. y para los tres cultivos, se obtiene en el

temporal del año medio (1978), lo cual como ya se mencionó, se debe no a la cantidad, sino más bien a la buena distribución del agua durante el desarrollo de los cultivos. Ahora bien, para determinar la mejor relación agua-producción entre las políticas de humedad aprovechable; punta de riego, 10, 40 y 70% de H.A; se procedió de la siguiente manera: a la producción obtenida en la mejor relación agua-producción (temporal del año medio), en los tres cultivos, se le resta la producción dada en cada una de las siete fechas de siembra; y el resultado se dividió entre la diferencia de la lámina total de agua y la lluvia efectiva, dada y/o aplicada a los cultivos en cada una de las fechas de siembra. El resultado fue que la mejor relación agua-producción se da con la política del 40% de H.A; siendo el año seco el que presenta la mejor relación, con un promedio de 165 Kg/ha-mm. (Gráficas 6.5 y 6.6).

En base a los resultados anteriores se puede decir que la política del 40% de H.A. sería la recomendada en el caso de que se disponga de poca agua para regar, ya que nos permite obtener rendimientos, en general, más altos en relación a la cantidad de agua empleada.

La gráfica 6.5 muestra la producción obtenida de sorgo forrajero, en las siete fechas de siembra, bajo las diferentes políticas de H.A. y tres años característicos. En dicha gráfica se puede observar lo siguiente:

Gráfica 6.5. Producción del maíz forrajero, obtenida en la simulación, en las siete fechas de siembra y bajo las políticas de humedad; Punta de Riego, 10, 40 y 70% de H.A. en los tres años característicos. (• 1982 (seco), + 1978 (medio) y x 1980 (húmedo)).

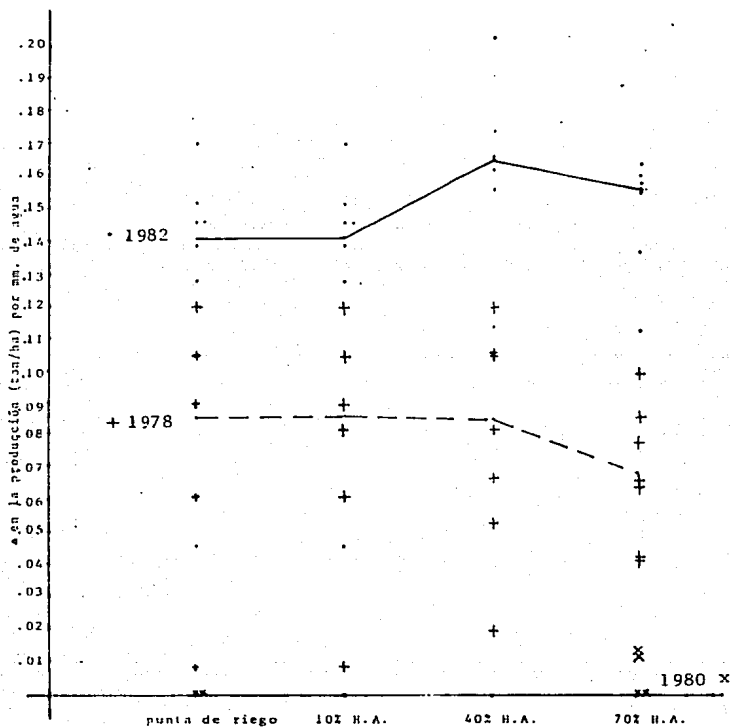


a). Conforme aumenta la humedad, aumenta la producción del cultivo; siendo en el año seco donde más se refleja dicho aumento; mientras que de los años lluvioso y medio destaca este último.

b). Bajo la política del 70% de H.A., la producción del sorgo se hace semejante entre los tres años, y en las siete fechas de siembra.

La gráfica 6.6 representa el incremento de la producción de maíz forrajero (ton/ha) por cada milímetro de agua suministrado a dicho cultivo, en las diferentes políticas de H.A. En dicha gráfica se puede observar que la mejor relación agua-producción, en los tres años, se obtiene con la política del 40% de H.A, siendo el año seco el que presenta la mejor relación.

Gráfica 6.6. Incremento ( $\Delta$ ) en la producción de maíz forrajero, por cada milímetro de agua aplicado de más con respecto a la de la lluvia (en las políticas de humedad; Punta de Riego, 10, 40 y 70% de H.A.), en las siete fechas de siembra y tres años característicos.



## 7. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Del análisis de resultados se derivan las siguientes conclusiones:

1. La mejor época de siembra, en general, para los tres cultivos, es la comprendida entre el 15 de mayo y el 15 de junio.
2. El mejor rendimiento, en general, de los cultivos se obtiene en el año medio, el cual va del 56% (en el caso de las políticas de humedad de Punta de Riego y 10% de H.A.) al 98% (en el caso del temporal y 70% de H.A.), de la producción máxima esperada de los cultivos. Esto se debe más a la distribución de la lluvia durante el desarrollo de los cultivos que a la cantidad de agua precipitada.

3. El rendimiento más alto de los cultivos, en relación a las políticas de humedad aprovechable, corresponde a la del 70% de H.A., siendo éste del orden del 88 al 98% de la producción máxima esperada de los tres cultivos; 80, 75 y 7 ton/ha., de maíz forrajero, sorgo forrajero y maíz de grano respectivamente. Por lo que se recomienda dicha política de H.A., ya que permite obtener rendimientos cercanos al 100% de la producción máxima esperada de los cultivos, siempre y cuando se disponga de los volúmenes de agua correspondientes.

4. Bajo el ciclo de temporal del año seco (1982), se obtienen los rendimientos más bajos de los cultivos, siendo estos de 33.19, 21.78 y 2.85 ton/ha., de maíz forrajero, sorgo forrajero y maíz de grano respectivamente. Dichos rendimientos corresponden al 41.49, 29.04 y 40.71% de la producción máxima esperada de dichos cultivos.

5. La mejor relación agua-producción, para los tres cultivos, en las cinco políticas de humedad aprovechable, se obtiene en el ciclo de temporal del año medio (1978). Pero al determinar la mejor relación agua-producción, entre las políticas punta de riego, 10, 40 y 70% de H.A., se encontró que dicha relación se dá bajo la política del 40% de H.A.; siendo el año seco el que presenta la mejor relación. Por lo que se recomienda dicha política de H.A., en el caso de que se disponga de poca agua para regar, ya que esta permite obtener rendimientos, en general, más altos en relación a la cantidad de agua empleada.



En cuanto a las recomendaciones, las principales serían las siguientes:

Llevar a cabo experimentos en el CAE-FESC. UNAM, para verificar los resultados obtenidos en este trabajo. Los principales aspectos a comprobar serían los siguientes:

1. Que el comportamiento de la humedad en el suelo y la producción esperada en las simulaciones sean similares a los obtenidos en campo.

2. Si los coeficientes propuestos en el modelo, para estimar la producción tanto de cultivos básicos como forrajeros, permiten simular satisfactoriamente la producción de dichos cultivos.

En caso de no ser así, se recomienda se lleve a cabo la investigación necesaria para determinar el valor de dichos coeficientes. Esto se haría con varios cultivos (especies y sus variedades); observando y calculando como afecta la H.A. residual del suelo, en el desarrollo y/o producción de estos. Es decir, por ejemplo, como afectan al desarrollo y/o producción diferentes valores de H.A., en las diferentes etapas fenológicas, en forma individual y combinada

3. Que la curva propuesta por el modelo, para el cálculo del rendimiento diario del cultivo, dado en porcentaje, permita simular satisfactoriamente dicha producción, tanto de culti-

vos forrajeros como de granos básicos.

4. La profundidad radicular sea la adecuada para dicha simulación; en este caso se recomendaría variar dicha profundidad, según el criterio del porcentaje de absorción por estratos, esto en base a la profundidad utilizada en éste trabajo ó bien a una determinada en el campo experimental.

5. Que las ecuaciones de las curvas de Kc utilizadas, permitan calcular satisfactoriamente la evapotranspiración potencial (ETp), de los tres cultivos; ya que las utilizadas en éste corresponden a ciertas variedades (las cuales no se mencionan en la cita bibliográfica) y han sido determinadas bajo ciertas condiciones climatológicas y de manejo agronómico. Por lo que en este caso se recomienda calcular los valores de Kc en campo.

6. Que los valores de porcentaje de humedad del suelo (CC y PMP) obtenidos por el método de Olla y Membrana de Presión respectivamente, correspondan a los obtenidos en el muestreo de campo hecho durante la experimentación.

7. Por último, se recomienda que para los trabajos de campo se realice un buen diseño de las parcelas experimentales (nivelación, buen drenaje y eficiente distribución del agua de riego). Esto además de un buen control de plagas (malezas, insectos y enfermedades), para que los resultados obtenidos en dicha experimentación sean confiables y permitan

compararlos con los obtenidos en la simulación.

## **RECONOCIMIENTOS**

Al **Dr. Jesús Gracia Sánchez** por su paciencia y dirección en la elaboración de este trabajo.

A la **Familia Sotelo Sánchez** por su hospitalidad brindada durante mi formación profesional.

A la **Sección de Hidráulica del Instituto de Ingeniería de la UNAM**, por las facilidades dadas para la realización de este trabajo.

A la **Sección de Física de Suelos del Colegio de Postgraduados** y en especial al **Ing. César Merino Bazán**, por su apoyo en la determinación de las curvas de retención de humedad.

## BIBLIOGRAFIA

1. Aguilera, U. J y Robles, S. R. 1982. "Producción de granos y forrajes (cultivo del sorgo, grano y/o forraje)." Limusa Méx.
2. De la Teja, A. O. 1982. "Estudio de las características edáficas de los suelos de la FES-Cuautitlán, UNAM." Dpto. de Ciencias Agrícolas, FES-Cuautitlán UNAM.
3. Dirección de Proyectos de Irrigación, Depto. de canales. 1973. "Proyecto de zonas de riego." SRH.
4. Flinn, J. C. 1971. "The simulation of crop-irrigation systems". In J. B. Dent, edo, "Systems analysis in agricultural management." John Wiley and Sons, Australia, pp. 123-152.
5. Flores, M, J. A. 1980. "Bromatología animal." Limusa, Méx.
6. G. V. Ustimenko-Bakumovski. 1982. "El cultivo de las plantas tropicales y subtropicales." Mir, Moscú.
7. Gómez, G. J. L. 1988. "Floración, madurez fisiológica y periodo de llenado de grano en híbridos modernos de maíz de cruz simple de valles altos." Tesis de Licenciatura, Ingeniería Agrícola, FES-Cuautitlán UNAM.
8. González, V. M. A. y Palacios, V. E. 1981. "Sistema computacional para predicción de riegos en distritos de riego." Agrociencia No. 44, Colegio de Postgraduados, Chapingo Méx.
9. Gracia, S. J. 1983. "Determinación de relaciones agua-producción agrícola en zonas de temporal." Informe del II, UNAM, para SPP.
10. Gracia, S. J. 1983. "Criterio para diseñar parcelas con riego por gravedad, tomando en cuenta la humedad inicial del suelo." Informe del II, UNAM, para SPP.
11. Gracia, S. J. 1987. "Modelo matemático para simular el movimiento del agua en suelos con presencia de cultivos." Publicación 507 de las Series del II, UNAM.
12. Hagan, R. M., Haise, H. R and Edminster. 1967. "Irrigation of agricultural lands." American society of agronomy, EUA.
13. Israelsen, O. W. y Hausen. V. E. 1965. "Principios y aplicaciones del riego." Reverté, Barcelona, España.
14. Jensen, M. E. 1983. "Design and operation of form irrigation systems." American Society of Agricultural Engineers, EUA.

15. Kramer, P. J. 1974. "Relaciones hídricas de suelos y plantas." Edutex, Méx.
16. Martínez, O. E. (recopilado por). 1986. "Antología, zonas áridas y agricultura." Depto. de Ciencias Agrícolas, FES-Cuautitlán, UNAM.
17. Mojarro, D. F. y Palacios, V. E. 1979. "Ajuste de las funciones de Jensen-Haise, Horton y Norero para la estimación de la evapotranspiración." Agrociencia No. 38, Colegio de Postgraduados, Chapingo, Méx.
18. Ortiz, S. C. A. 1984. "Elementos de agrometeorología cuantitativa, con aplicaciones en la República Mexicana." UACH, Chapingo, Méx.
19. Palacios, V. E. 1982. "Estimación de los requerimientos de agua de los cultivos para conocer el cuándo y cuánto regar." Centro de Hidrociencias, Colegio de Postgraduados, Chapingo, Méx. pp 69-93.
20. Palacios, V. E. 1982. "Respuesta de algunos cultivos a regímenes variables de la humedad del suelo." Centro de Hidrociencias, Colegio de Postgraduados Chapingo, Méx.
21. Robles, S. R. 1982. "Producción de granos y forrajes." Limusa, Méx. pp 9-140.
22. Sánchez, J. L., Gracia, S. J. y Arjona, J. E. 1978. "Calibración de un modelo matemático para determinar las necesidades de agua de un cultivo." Informe del II, UNAM, para la SARH.
23. Rojas, A. M. A. y Palacios, V. E. 1979. "Modelo de simulación digital del sistema suelo-planta-atmósfera para estimar rendimientos de cultivos." Agrociencia No. 38, p 17-33.
24. Taylor, S. A. and Ashcroft, G. L. 1977. "Physical edaphology." W. H. Freeman and Co., Sn. Fco., Cal., EUA.
25. SARH, INIFAP, CIAMEC-CAEVAMEX. 1981. "Guía para la asistencia técnica agrícola, Valle de México." Chapingo, Méx.
26. Schwab, G. O., Frevert, R. K., Edminster, T. W y Barnes, K. K. 1981. "Soil and water conservation engineering." Wiley and Sons.
27. Springall, G. R. 1969. "Drenaje en cuencas pequeñas." Publicación 143 de las Series del II, UNAM.
28. Thorne, D. W. and Peterson, H. B. 1974. "Técnica del riego (fertilidad y explotación de los suelos)." CECSA, Méx.

ESTA TESIS NO DEBE  
SALIR DE LA BIBLIOTECA

APENDICE A

## DOCUMENTACION DEL PROGRAMA

## a) Entrada de datos

Lee la evaporación y precipitación dadas durante el año (1978).

30 FOR J=1 TO 365

40 READ L1(J)

50 READ E1(J)

Lee la evaporación y precipitación dadas durante el periodo vegetativo

100 FOR J=74 TO 186

110 L(I)=L1(J)

120 E(I)=E1(J)

Entra el valor de la humedad con la que inicia el ciclo vegetativo del cultivo.  
adim.

220 U1 =0.36

Entra el valor de la humedad de la política de riego, adim.

230 POL=0.264 (política del 40% de humedad aprovechable).

Entra el valor de la constante S, adimensional; profundidad radicular H, en m;  
densidad aparente del suelo D, en g/ml; humedad de Punto de Marchitez Permanente  
U, adim.

240 S=52.02;H=.8;D=1.113;U=.2

Valor de la humedad del suelo a Capacidad de Campo, adim. (es el valor al que se  
igual a la humedad del suelo cuando se dá un riego)

610 WI=.36

Listado de los registros diarios de precipitación y evaporación, dadas durante el  
año de 1978, los cuales son leídos en ese orden por las instrucciones 30 y 100

1500 DATA 365 (1978)

1510 DATA 0.3.2.0.3.22.0.3.18.0.2.78.0.3.26.0.3.37.0.3.37.0.1.83.0.56.3.5.2.97

1520 DATA 0.2.8.0.3.43.0.4.62.0.1.3.0.2.35.0.5.78.0.4.12.0.5.12.0.3.98.0.5.87

1530 DATA 0.2.4.0.1.98.0.3.18.0.3.95.0.4.37.0.3.0.4.37.0.3.0.4.26.0.5.62.0.3.83

1540 DATA 0.3.13.0.4.95.0.2.63.0.4.2.0.1.81.0.3.24.0.1.52.5.4.95.0.3.46.0.4.11

1550 DATA 0.5.25.0.8.68.0.5.86.0.4.52.0.6.76.0.6.89.0.4.86.0.4.5.0.4.28.0.4.17

1560 DATA 0.3.28.0.77.7.5.44.1.3.71.0.4.3.0.4.84.0.5.69.0.5.23

1570 DATA 0.6.95.0.7.38.0.6.4.0.5.4.0.5.21.0.9.84.0.4.56.0.6.6.0.5.91.0.5.02

1580 DATA 0.6.0.6.3.0.6.99.0.7.66.0.5.77.2.6.39.24.24.3.5.1.3.1.49.0.4.24

1590 DATA 0.3.65.0.5.37.0.6.65.0.4.2.0.4.85.0.3.28.11.5.08.0.3.67.0.4.28

1600 DATA 0.6.26.0.5.49.0.5.86.0.6.21.0.4.83.0.7.01.0.5.2.0.4.99.0.3.38.3.3.7

1610 DATA 0.4.35.1.1.5.39.0.7.49.0.8.2.0.5.64.0.5.49.0.6.25.0.6.35.0.7.96

1620 DATA 0.7.3.0.8.03.0.11.01.0.6.44.0.7.23.0.6.9.9.4.47.0.5.13.0.3.73

1630 DATA 2.8.2.78.0.5.95.0.5.49.2.5.6.96.0.4.75.0.7.67.0.7.58.0.8.11.0.5.04

1640 DATA 4.4.6.5.0.6.58.0.6.15.3.1.4.97.4.5.5.2.0.6.49.0.7.62.0.6.5.0.7.47

1650 DATA 13.6.3.01.3.2.6.89.0.2.55.0.6.2.3.8.5.86.0.4.7.0.4.45.8.7.3.98.6.5.58

1660 DATA 0.5.39.0.5.26.0.5.15.0.5.1.0.4.95.0.5.06.0.3.8.4.44.0.2.07.0.3.9

1670 DATA 2.2.2.13.1.05.6.6.2.02.5.3.3.17.9.1.94.10.5.46.1.3.2.81.0.2.36.3.6.4.41

1680 DATA 6.6.52.2.5.1.85.0.5.52.0.6.54.1.4.75.2.5.2.38.9.5.05.20.1.85.3.8.3.91

1690 DATA 13.5.4.13.6.2.3.11.7.3.9.6.2.75.0.3.37.0.2.98.4.4.72.7.3.2.95

1700 DATA 13.8.5.62.1.3.4.41.3.3.87.5.6.79.3.5.2.11.0.1.2.10.1.4.7.0.2.31

1710 DATA 6.5.45.0.2.68.0.5.26.0.2.86.5.7.4.21.0.4.52.0.3.74.0.4.05.1.8.3.18

1720 DATA 0.5.99.5.1.5.75.0.3.28.0.3.46.0.6.35.0.4.65.2.1.1.63.0.2.2.0.5.25



```

1770 DATA 3.1.4.01.3.6.3.52.1.3.2.87.10.1.3.15.11.3.2.5.2.3.3.02.3.3.2.3.3.6.3.2
1740 DATA 0.5.49.0.3.45.0.6.41.0.4.2.0.2.65.0.41.4.58.8.1.22.8.5.3.91.1.2.3.12
1750 DATA 0.3.6.0.4.07.14.1.1.61.13.3.4.27.0.4.68.1.4.5.04.0.2.64.3.3.4.09.0.4.5
1760 DATA 0.3.69.38.5.3.24.9.6.3.04.2.4.5.16.2.86.2.1.5.12.0.6.27.0.3.66.0.5.63
1770 DATA 0.3.53.0.4.63.2.1.4.01.0.5.2.0.3.92.0.9.5.2.46.2.5.75.9.9.89.1.3.37
1780 DATA 2.8.3.2.0.2.9.6.3.22.0.3.16.6.4.06.0.3.35.1.4.15.0.5.0.3.9.2.8.3.33
1790 DATA 7.3.2.52.2.2.73.0.3.62.0.1.26.3.2.3.4.7.2.21.3.9.1.81.0.4.7.14.2.3.29
1800 DATA 3.4.3.15.5.1.41.0.2.35.0.2.25.2.5.4.19.0.2.85.9.3.55.4.5.3.68
1810 DATA 2.4.4.39.11.3.3.2.9.5.3.88.22.5.21.3.2.4.79.0.2.62.0.1.38.3.1.36
1820 DATA 12.5.65.3.35.2.2.11.0.1.45.0.2.09.0.4.51.0.3.98.0.4.02.0.4.0.3.02
1830 DATA 0.4.07.0.2.83.0.2.41.5.2.39.16.4.2.5.0.2.86.0.2.43.0.2.02
1840 DATA 0.1.67.0.3.76.0.1.77.0.2.38.0.3.65.0.4.07.0.1.77.2.2.5.0.3.98.0.1.68
1850 DATA 0.3.5.0.3.63.0.2.52.0.2.3.0.4.35.0.1.84.0.2.97.0.2.3.0.3.69.0.3.07
1860 DATA 0.4.43.0.3.17.0.2.02.0.1.92.3.5.2.15.0.2.05.0.3.26.0.3.01.0.2.93
1870 DATA 0.2.65.0.1.53.3.1.2.0.2.2.0.4.79.0.3.01.0.1.87.0.2.93.0.2.22.1.7.2.95
1880 DATA 16.8.1.6.24.7.79.0.3.27.0.1.36.0.1.53.0.2.48.0.3.44.0.2.96.0.3.38
1890 DATA 0.2.93.0.4.45.0.3.5.0.1.66.0.3.4.0.3.16.0.1.39.0.4.29.0.1.97.0.3.82
1900 DATA 0.2.9.0.4.2.0.4.4.9

```

## b) Resultados

### b1) En pantalla.

Escurecimiento y lluvia efectiva dados en el día i.  
 380 PRINT"Escurr.="; O;"mm." " Lluv.efec.=";Y;"m."

Tensión de la humedad del suelo, en el día i.  
 390 Z=(.0177/(U1^7.05))+6.23 : PRINT "Tensión=";Z;"Joules/Kg"

Valor de C en el día i, adimensional.  
 420 C=DI : PRINT "C=";C

Valor de Kc, en el día i.  
 430 K= .2062-(.3927\*C)+(9.971\*(C^2))-(16.33\*(C^3))+(7.217\*(C^4)): PRINT "Kc=";K

Evapotranspiración potencial en el día i.  
 440 X= K'E : PRINT"ETp="; X;"mm."

Valor de la relación Ea/ETp, en el día i.  
 470 T=1/(1+(Z/(4118-1613\*X))^2) : PRINT"Ea/ETp="; T: GOTO 510  
 480 IF X>4.1 THEN 500  
 490 T=1/(1+(Z/(1386-250\*X))^2) : PRINT"Ea/ETp="; T: GOTO 510  
 500 T=1/(1+(Z/(888-128\*X))^2) : PRINT"Ea/ETp="; T

Evapotranspiración real, en el día i.  
 510 A=T\*X/1000 : PRINT"Ea="; A;"m."

Lámina de agua en el suelo, en el día i.  
 530 LA=H\*D\*(U1-U): PRINT"Lám. en el suel=";LA;"m."

Humedad del suelo al final del día i, si llovió.  
 560 WF=LA-A+Y: PRINT"Hum.fin=";WF;"m." :GOTO 580

Humedad del suelo al final del día i, si no llovió.

```
570 WF=LA-A: PRINT"Hum.fin=":WF:"m."
```

```
Humedad del suelo al inicio d=1 dia i+1
```

```
590 WI=(WF/(H*D))+U: PRINT"hum.inic=":WI:"%"
```

Indica que se debe regar (se iguala la humedad del suelo con la dada en la instrucción 230)

```
620 PRINT "HAY RIEGO=": WI:"%"
```

```
Producción del cultivo en el día i
```

```
660 P=(2*T)-1: PRINT"Prod.día=":P:"%"
```

Valor de la producción del cultivo, en el día i, si se cumple la condición

```
670 IF P<0 THEN P=0: PRINT "P=0"
```

#### b2) En impresora.

Rendimiento del cultivo en la etapa fenológica de nacimiento, en porciento.

```
740 R1=.25*(P2/28):LPRINT"Rend. nacimiento=": R1:"%"
```

Rendimiento del cultivo en la etapa fenológica de desarrollo vegetativo, en porciento.

```
790 R2=.25*(P2/42):LPRINT"Rend.crecim=": R2:"%"
```

Rendimiento del cultivo en la etapa fenológica de floración, en porciento.

```
840 R3=.25*(P2/28): LPRINT"Rend.floral=": R3:"%"
```

Rendimiento del cultivo en la etapa fenológica de madurez, en porciento.

```
890 R4=.25*(P2/14):LPRINT"Rend.maduro=": R4:"%" :GOTO 900
```

Producción del cultivo al final del ciclo vegetativo, ton/ha.

```
900 P1=(R1+R2+R3+R4)*45:LPRINT"Produc.total=": P1:"Ton/ha.":GOTO 910
```

Valor de los contadores al final del ciclo vegetativo del cultivo:

```
A2= evaporación real; O2= escurrimiento; Y2= lluvia efectiva;
```

```
I2= precipitación; E2= evaporación.
```

```
910 LPRINT "Evapt. real.acum=":A2:"m."
```

```
920 LPRINT "Escurr. total acum.=":O2:"mm.":" Lluv. efec. acum.=":Y2:"m."
```

```
930 LPRINT "Preci. total=":I2:"mm.":" Evaporación":E2:"mm.":" Etp=":X2:"mm."
```

#### b3) En el diskette.

Con este programa se guardan los valores de humedad del suelo, en porciento, dados durante el ciclo vegetativo, los cuales son graficados con el paquete LOTUS

```
1360 REM fabrica el archivo para graficar PLOT.WK1
```

```
1370 OPEN "O",#1,"a:SP215M78.WK1"
```

```
1380 FOR I =1 TO N
```

```
1390 H1(I)=HU(I)*100
```

```
1400 PRINT #1,I:H1(I)
```

```
1410 PRINT I,H1(I)
```

```
1420 NEXT I
```

```
1430 CLOSE #1
```

```
1440 RETURN
```

LISTADO DEL PROGRAMA

```

10 DIM E(365),L(365),HU(365),H1(365), P(365),L1(365),E1(365)
20 N=0
30 FOR J=1 TO 365
40 READ L1(J)
50 READ E1(J)
60 PRINT E1(J);" ";L1(J)
70 NEXT J
80 I=1
90 FOR J=74 TO 214
100 L(I)=L1(J)
110 E(I)=E1(J)
120 PRINT E(I);" ";L(I)
130 I=I+1
140 NEXT J
150 E2=0
160 X2=0
170 I2=0
180 A2=0
190 Q2=0
200 Y2=0
210 U1 = .36
220 POL=0
230 S=52.02:H=.8:D=1.113:U=.2
240 N=N+1 : PRINT "Dia=": N
250 IF N>200 THEN 700
260 E=E(N)
270 E2=E2+E
280 I=L(N)
290 I2=I2+I
300 IF I>1 THEN 310 ELSE 380
310 M=I-(.2*S)
320 IF M<0 THEN Q=0: GOTO 350
330 Q=(I-(.2*S))^2/(I+(.8*S))
340 Q2=Q2+Q
350 Y=(I-Q)/1000

```

```

360 Y2=Y2+Y
370 PRINT"Escurr.="; Q:"mm." " Lluv.efec.=";Y;"m."
380 Z=(.0177/(U1^7.05))+6.23 : PRINT "Tensi3n=";Z;"Joules/Kg"
390 IF Z>1500 THEN Z=1500
400 DI=N*1/200
410 C=DI : PRINT "C=";C
420 K=.4658-(.7282*C)+(8.757*(C^2))-(12.91*(C^3))+5.254*(C^4) : PRINT "Kc=";K
430 X= K*E : PRINT"Etp="; X:"mm."
440 X2=X2+X
450 IF X>2 THEN 470
460 T=1/(1+(Z/(4118-1613*X))^2) : PRINT"Ea/Etp="; T: GOTO 500
470 IF X>4.1 THEN 490
480 T=1/(1+(Z/(1386-250*X))^2) : PRINT"Ea/Etp="; T: GOTO 500
490 T=1/(1+(Z/(888-128*X))^2) : PRINT"Ea/Etp="; T
500 A=T*X/1000 : PRINT"Ea="; A:"m."
510 A2=A2+A
520 LA=H*D*(U1-U) : PRINT"Lám. en el suel=";LA;"m."
530 IF LA<0 THEN LA=0
540 IF I>1 THEN 550 ELSE 560
550 WF=LA-A+Y : PRINT"Hum.fin=";WF;"m." :GOTO 570
560 WF=LA-A : PRINT"Hum.fin=";WF;"m."
570 IF WF<0 THEN WF=0
580 WI=(WF/(H*D))+U : PRINT"hum.inic=";WI;"%"
590 IF WI>.36 THEN WI=.36
600 IF WI>POL THEN 630
610 WI=.36
620 PRINT "HAY RIEGO="; WI: STOP
630 U1=WI
640 HU(N)=WI
650 IF T<.49 THEN P=0: GOTO 660
660 P=(2*T)-1 : PRINT"Prod.dia=";P;"%"
670 IF P<0 THEN P=0: PRINT "P=0"
680 P(N)=P
690 GOTO 240
700 P2=0

```

```

710 FOR J=1 TO 28
720 P2=P2+P(J)
730 NEXT J
740 R1=.05*(P2/28):LPRINT"Rend. nacimiento": R1:"%"
750 P2=0
760 FOR J=29 TO 70
770 P2=P2+P(J)
780 NEXT J
790 R2=.3*(P2/42):LPRINT"Rend. desarrollo vegetativo=": R2:"%"
800 P2=0
810 FOR J=71 TO 98
820 P2=P2+P(J)
830 NEXT J
840 R3=.5*(P2/28): LPRINT"Rend. floración=": R3:"%"
850 P2=0
860 FOR J=99 TO 140
870 P2=P2+P(J)
880 NEXT J
890 R4=.15*(P2/42):LPRINT"Rend. madurez=": R4:"%" :GOTO 900
900 P1=(R1+R2+R3+R4)*7:LPRINT"Produc.total=": P1:"Ton/ha.":GOTO 910
910 LPRINT "Evap. real.acum":A2:"m."
920 LPRINT "Escurr.total.acum=":Q2:"mm.": " Lluv.efec.acum=":Y2:"m."
930 LPRINT "Preci.total=":I2:"mm.": " Evaporación":E2:"mm.": " Etp=":X2:"mm."
940 GOSUB 960
950 STOP
960 REM fabrica el archivo para graficar PLOT.WK1
970 OPEN "O",#1,"a:MT1978.WK1"
980 FOR I =1 TO N
990 H1(I)=HU(I)*100
1000 PRINT #1,I;H1(I)
1010 PRINT I,H1(I)
1020 NEXT I
1030 CLOSE #1
1040 RETURN
1050 REM DATA 365 (AÑO 1978)

```

1060 DATA 0.3.2.0.3.22.0.3.18.0.2.78.0.3.26.0.3.37.0.3.37.0.1.83.0.1.56.3.5.2.97  
1070 DATA 0.2.8.0.3.43.0.4.62.0.1.3.0.2.35.0.5.78.0.4.12.0.5.12.0.3.98.0.5.87  
1080 DATA 0.2.4.0.1.98.0.3.18.0.3.95.0.4.37.0.3.0.4.37.0.3.0.4.26.0.5.62.0.3.83  
1090 DATA 0.3.13.0.4.95.0.2.63.0.4.2.0.1.81.0.3.24.0.1.52.1.5.4.95.0.3.46.0.4.11  
1100 DATA 0.5.25.0.8.68.0.5.86.0.4.52.0.6.76.0.6.89.0.4.86.0.4.5.0.4.28.0.4.17  
1110 DATA 0.3.28.0.77.7.5.44.1.3.71.0.4.3.0.4.84.0.5.69.0.5.23  
1120 DATA 0.6.95.0.7.38.0.6.4.0.5.4.0.5.21.0.9.84.0.4.56.0.6.6.0.5.91.0.5.02  
1130 DATA 0.6.0.6.3.0.6.99.0.7.66.0.5.77.2.6.39.24.24.3.5.1.3.1.49.0.4.24  
1140 DATA 0.3.65.0.5.37.0.6.65.0.4.2.0.4.85.0.3.28.11.5.08.0.3.67.0.4.28  
1150 DATA 0.6.26.0.5.49.0.5.86.0.6.21.0.4.83.0.7.01.0.5.2.0.4.99.0.3.38.3.7  
1160 DATA 0.4.35.1.1.5.39.0.7.49.0.8.2.0.5.64.0.5.49.0.6.25.0.6.35.0.7.96  
1170 DATA 0.7.3.0.8.03.0.11.01.0.6.44.0.7.23.0.6.9.9.4.47.0.5.13.0.3.73  
1180 DATA 2.8.2.78.0.5.95.0.5.49.2.5.6.96.0.4.75.0.7.67.0.7.58.0.8.11.0.5.04  
1190 DATA 4.4.6.5.0.6.68.0.6.15.3.1.4.97.4.5.5.2.0.6.49.0.7.62.0.6.5.0.7.47  
1200 DATA 13.6.3.01.3.2.6.89.0.2.55.0.6.2.3.8.5.86.0.4.7.0.4.45.8.7.3.98.6.5.58  
1210 DATA 0.5.39.0.5.26.0.5.15.0.5.1.0.4.95.0.5.06.0.3.8.4.44.0.2.07.0.3.9  
1220 DATA 2.2.2.13.1.05.6.6.2.02.5.3.3.17.9.1.94.10.5.46.1.3.2.81.0.2.36.3.6.4.4  
1  
1230 DATA 6.6.52.2.5.1.85.0.5.52.0.6.54.1.4.75.2.5.2.38.9.5.05.20.1.85.3.8.3.91  
1240 DATA 13.5.4.13.6.2.3.11.7.3.9.6.2.75.0.3.37.0.2.98.4.4.72.7.3.2.95  
1250 DATA 13.8.5.62.1.3.4.41.3.3.87.5.6.79.3.5.2.11.0.1.2.10.1.4.7.0.2.31  
1260 DATA 6.5.45.0.2.68.0.5.26.0.2.86.5.7.4.21.0.4.52.0.3.74.0.4.05.1.8.3.18  
1270 DATA 0.5.99.5.1.5.75.0.3.28.0.3.46.0.6.35.0.4.65.2.1.1.63.0.2.2.0.5.25  
1280 DATA 3.1.4.01.3.61.3.52.1.3.2.87.10.1.3.15.11.3.2.5.2.3.02.3.3.2.3.6.3.2  
1290 DATA 0.5.49.0.3.45.0.6.41.0.4.2.0.2.65.0.41.4.59.8.1.22.8.5.3.91.2.3.12  
1300 DATA 0.3.6.0.4.07.14.1.1.61.13.3.4.27.0.4.69.1.4.5.04.0.2.64.3.3.4.09.0.4.5  
1310 DATA 0.3.69.38.5.3.24.9.6.3.04.2.4.5.6.2.86.2.1.5.12.0.6.27.0.3.66.0.5.63  
1320 DATA 0.3.53.0.4.63.2.1.4.01.0.5.2.0.3.92.0.9.5.2.46.2.5.75.9.9.89.1.3.37  
1330 DATA 2.8.3.2.0.2.9.6.3.22.0.3.16.6.4.06.0.3.35.1.4.15.0.5.0.3.9.2.8.3.33  
1340 DATA 7.3.2.52.2.2.73.0.3.62.0.1.26.3.2.3.4.7.2.21.3.9.1.81.0.4.7.14.2.3.29  
1350 DATA 3.4.3.15.5.1.41.0.2.35.0.2.25.2.5.4.19.0.2.85.9.3.55.4.5.3.68  
1360 DATA 2.4.4.39.11.3.3.2.9.5.3.88.22.5.21.3.2.4.79.0.2.62.0.1.38.3.1.36  
1370 DATA 12.5.65.3.35.2.2.11.0.1.45.0.2.09.0.4.51.0.3.98.0.4.02.0.4.0.3.02  
1380 DATA 0.4.07.0.2.83.0.2.41.5.2.39.16.4.2.5.0.2.86.0.2.43.0.2.02  
1390 DATA 0.1.67.0.3.76.0.1.77.0.2.38.0.3.65.0.4.07.0.1.77.2.2.5.0.3.98.0.1.68

1400 DATA 0.3.5,0.3.63,0.2.52,0.2.3,0.4.35,0,1.84,0.2.97,0.2.3,0.3.69,0.3.07  
1410 DATA 0.4.43,0.3.17,0.2.02,0,1.92,3.5,2.15,0.2.05,0.3.26,0.3.01,0.2.93  
1420 DATA 0.2.65,0.1.53,3.1.2,0.2.2,0.4.79,0.3.01,0.1.87,0.2.93,0.2.22,1.7.2.95  
1430 DATA 16.8,1.6,24.7,.79,0.3.27,0.1.36,0.1.53,0.2.48,0.3.44,0.2.96,0.3.38  
1440 DATA 0.2.93,0.4.45,0.3.5,0.1.66,0.3.4,0.3.16,0.1.39,0.4.29,0.1.97,0.3.82  
1450 DATA 0.2.9,0.4.2,0.4.49

**Ejemplo de resultados dados en pantalla.**

Día= 1  
Tensión= 30.00063 Joules/Kg  
C= .005  
Kc= .4623763  
Etp= 2.667911 mm.  
Ea/Etp= .9982621  
Ea= 2.663275E-03 m.  
Lám. en el suel= .142464 m.  
Hum.fin= .1398007 m.  
hum.inic= .3570089 %  
Prod.día= .9965242 %  
Día= 2  
Escurr.= 0 mm. Lluv.efec.= .0026 m.  
Tensión= 31.44077 Joules/Kg  
C= .01  
Kc= .4593809  
Etp= .1791585 mm.  
Ea/Etp= .9999325  
Ea= 1.791465E-04 m.  
Lám. en el suel= .1398007 m.  
^C  
Break in 520  
Ok

1LIST 2RUN 3LOAD" 4SAVE" SCONT 6."LPT1 7TRON 8TROFF9KEY OSCREEN



**Ejemplo de resultados dados en impresora.**

Rend. nacimiento 4.960916E-02 %  
Rend. desarrollo vegetativo= 9.908928E-02 %  
Rend. floración= .2125635 %  
Rend. madurez= .1238427 %  
Produc.total= 3.395733 ton/ha.  
Evapt. real. acum.= .3482873 m.  
Ecurr. total acum.= 5.968081 mm. Lluv. efec. acum= .313232 m.  
Preci. total= 324.4 mm. Evaporación= 645.6201 mm. Etp= 533.9488 mm.

**Ejemplo de resultados almacenados en el Diskette.**

A1: 1  
Worksheet Range Copy Move File Print Graph Data System Quit  
Global, Insert, Delete, Column, Erase, Titles, Window, Status, Page

MENU

	A	B	C	D	E	F	G	H
1		1 35.74559						
2		2 36						
3		3 35.82768						
4		4 36						
5		5 36						
6		6 35.82583						
7		7 35.89291						
8		8 36						
9		9 35.84273						
10		10 35.48232						
11		11 36						
12		12 35.74726						
13		13 35.47842						
14		14 35.20915						
15		15 34.92603						
16		16 34.65767						
17		17 34.33976						
18		18 33.95703						
19		19 33.64402						
20		20 33.29204						

02-Mar-89 06:53 PM

NUM CAPS SCROLL

**APENDICE B**

Listado del programa (en BASIC) que lee, parcial y/o totalmente los registros de lluvia y evaporación real de 10 años (1978-1987).

```
10 REM "ADQUISICION DE DATOS"
20 DIM LL(370), EV(370), ND(10)
30 J=5
40 READ ND(J)
50 PRINT "USE DIAS ";ND(J); "LA REGUE? "
60 FOR I=1 TO ND(J)
70 READ LL(I), EV(I)
80 PRINT LL(I); EV(I)
100 NEXT I
120 SLL=0
130 SEV=0
140 Z=1973 + J
150 PRINT "ESTOY EN "; Z
160 INPUT "PRIMER DIA DEL CICLO VEGETATIVO "; PD
170 INPUT "ULTIMO DIA DEL CICLO VEGETATIVO "; UD
180 FOR I=PD TO UD
190 SLL=SLL + LL(I)
200 SEV=SEV + EV(I)
210 NEXT I
220 MLL=SLL/(UD-PD+1)
230 MEV=SEV/(UD-PD+1)
240 PRINT "AÑO "; Z
250 PRINT "LLUVIA ACUMULADA "; SLL
260 PRINT "EVAPORACION ACUMULADA "; SEV
270 PRINT "MEDIA DE LA LLUVIA "; MLL
280 PRINT "MEDIA DE LA EVAPORACION "; MEV
290 PRINT "*****"
300 J=J+1
310 GOTO 40
320 PRINT "YA ACABE"
330 END
340 DATA 365 (AÑO 1978)
350 DATA 0.3.2.0.3.22.0.3.18.0.2.78.0.3.26.0.3.37.0.3.37.0.1.83.0.56.3.5.2.97
```

360 DATA 0.2.8.0.3.43.0.4.62.0.1.3.0.2.35.0.5.78.0.4.12.0.5.12.0.3.98.0.5.87  
370 DATA 0.2.4.0.1.98.0.3.18.0.3.95.0.4.37.0.3.0.4.37.0.3.0.4.26.0.5.62.0.3.83  
380 DATA 0.3.13.0.4.95.0.2.63.0.4.2.0.1.81.0.3.24.0.1.52.5.4.95.0.3.46.0.4.11  
390 DATA 0.5.25.0.8.68.0.5.86.0.4.52.0.6.76.0.6.89.0.4.86.0.4.5.0.4.28.0.4.17  
400 DATA 0.3.28.0.7.77.7.5.44.1.3.71.0.4.4.3.0.4.84.0.5.69.0.5.23  
410 DATA 0.6.95.0.7.738.0.6.4.0.5.4.0.5.21.0.9.84.0.4.56.0.6.6.0.5.91.0.5.02  
420 DATA 0.6.0.6.3.0.6.99.0.7.66.0.5.77.2.6.39.24.24.3.5.1.3.1.49.0.4.24  
430 DATA 0.3.65.0.5.37.0.6.65.0.4.2.0.4.85.0.3.28.11.5.08.0.3.67.0.4.28  
440 DATA 0.6.26.0.5.49.0.5.86.0.6.21.0.4.83.0.7.01.0.5.2.0.4.99.0.3.38.3.3.7  
450 DATA 0.4.35.1.1.5.39.0.7.49.0.8.2.0.5.64.0.5.49.0.6.25.0.6.35.0.7.96  
460 DATA 0.7.3.0.8.03.0.11.01.0.6.44.0.7.23.0.6.9.9.4.47.0.5.13.0.3.73  
470 DATA 2.8.2.78.0.5.95.0.5.49.2.5.6.96.0.4.75.0.7.67.0.7.58.0.8.11.0.5.04  
480 DATA 4.4.6.5.0.6.68.0.6.15.3.1.4.97.4.5.5.2.0.6.49.0.7.62.0.6.5.0.7.47  
490 DATA 13.6.3.01.3.2.6.89.0.2.55.0.6.2.3.8.5.86.0.4.7.0.4.45.8.7.3.98.6.5.58  
500 DATA 0.5.39.0.5.26.0.5.15.0.5.1.0.4.95.0.5.06.0.3.8.4.44.0.2.07.0.3.9  
510 DATA 2.2.2.13.1.05.6.6.2.02.5.3.3.17.9.1.94.10.5.46.1.3.2.81.0.2.36.3.6.4.41  
520 DATA 6.6.52.2.5.1.85.0.5.52.0.6.54.1.4.75.2.5.2.38.9.5.05.20.1.85.3.8.3.91  
530 DATA 13.5.4.13.6.2.3.11.7.3.9.6.2.75.0.3.37.0.2.98.4.4.72.7.3.2.95  
540 DATA 13.8.5.62.1.3.4.41.3.3.87.5.6.79.3.5.2.11.0.1.2.10.1.4.7.0.2.31  
550 DATA 6.5.45.0.2.68.0.5.26.0.2.86.5.7.4.21.0.4.52.0.3.74.0.4.05.1.8.3.18  
560 DATA 0.5.99.5.1.5.75.0.3.28.0.3.46.0.6.35.0.4.65.2.1.1.63.0.2.2.0.5.25  
570 DATA 3.1.4.01.3.6.3.52.1.3.2.87.10.1.3.15.11.3.2.5.2.3.3.02.3.3.2.3.6.3.2  
580 DATA 0.5.49.0.3.45.0.6.41.0.4.2.0.2.65.0.41.4.58.8.1.22.8.5.3.91.2.3.12  
590 DATA 0.3.6.0.4.07.14.1.1.61.13.3.4.27.0.4.69.1.4.5.04.0.2.64.3.3.4.09.0.4.5  
600 DATA 0.3.69.38.5.3.24.9.6.3.04.2.4.5.6.2.86.2.1.5.12.0.6.27.0.3.66.0.5.63  
610 DATA 0.3.53.0.4.63.2.1.4.01.0.5.2.0.3.92.0.9.5.2.46.2.5.75.9.9.89.1.3.37  
620 DATA 2.8.3.2.0.2.9.6.3.22.0.3.16.6.4.06.0.3.35.1.4.15.0.5.0.3.9.2.8.3.33  
630 DATA 7.3.2.52.2.2.73.0.3.62.0.1.26.3.2.3.4.7.2.21.3.9.1.81.0.4.7.14.2.3.29  
640 DATA 3.4.3.15.5.1.41.0.2.35.0.2.25.2.5.4.19.0.2.85.9.3.55.4.5.3.68  
650 DATA 2.4.4.39.11.3.3.2.9.5.3.88.22.5.21.3.2.4.79.0.2.62.0.1.38.3.1.36  
660 DATA 12.5.65.3.35.2.2.11.0.1.45.0.2.09.0.4.51.0.3.98.0.4.02.0.4.0.3.02  
670 DATA 0.4.07.0.2.83.0.2.41.5.2.39.16.4.2.5.0.2.86.0.2.43.0.2.02  
680 DATA 0.1.67.0.3.76.0.1.77.0.2.38.0.3.65.0.4.07.0.1.77.2.2.5.0.3.98.0.1.68  
690 DATA 0.3.5.0.3.63.0.2.52.0.2.3.0.4.35.0.1.84.0.2.97.0.2.3.0.3.69.0.3.07  
700 DATA 0.4.43.0.3.17.0.2.02.0.1.92.3.5.2.15.0.2.05.0.3.26.0.3.01.0.2.93

710 DATA 0.2.65.0.1.53.3.1.2.0.2.2.0.4.79.0.3.01.0.1.87.0.2.93.0.2.22.1.7.2.95  
720 DATA 16.8.1.6.24.7.79.0.3.27.0.1.36.0.1.53.0.2.48.0.3.44.0.2.96.0.3.38  
730 DATA 0.2.93.0.4.45.0.3.5.0.1.66.0.3.4.0.3.16.0.1.39.0.4.29.0.1.97.0.3.82  
740 DATA 0.2.9.0.4.2.0.4.49  
750 DATA 365 (AÑO 1979)  
760 DATA 0.2.08.0.2.2.0.3.67.0.1.55.0.2.74.0.2.6.0.2.57.0.1.12.0.3.34.0.1.6  
770 DATA 0.3.68.0.4.13.0.3.15.0.3.09.0.3.5.0.2.28.0.3.41.0.3.15.0.2.41.0.3.5  
780 DATA 0.2.83.0.3.43.0.5.12.0.1.33.0.3.51.0.3.91.0.3.05.0.3.25.0.4.01.0.5.56  
790 DATA 0.4.06.0.4.0.3.07.0.3.75.0.3.78.0.4.38.0.4.47.0.3.46.0.4.7.0.3.07  
800 DATA 0.1.3.0.2.33.8.5.1.18.4.5.99.0.1.02.0.4.0.4.15.0.3.06.0.3.85.3.8.2.4  
810 DATA 1.4.29.1.8.3.19.0.5.48.0.3.23.0.4.8.0.5.87.0.2.72.0.5.4.0.4.19.0.4.86  
820 DATA 0.5.7.0.5.15.0.4.88.0.5.15.0.4.83.0.3.15.0.4.16.0.3.9.0.4.8.0.4.7  
830 DATA 0.4.28.0.6.1.0.7.87.0.2.65.5.4.6.0.3.25.0.3.04.6.8.5.67.0.3.83.0.6.34  
840 DATA 0.7.05.0.4.3.0.7.5.0.7.43.0.6.6.0.4.0.5.54.0.6.57.0.6.01.0.3.35.3.5.97  
850 DATA 0.5.84.0.5.21.0.4.07.0.4.81.0.4.51.0.6.5.0.6.46.0.6.96.0.5.82.0.5  
860 DATA 0.4.8.0.4.75.0.4.06.2.5.5.09.4.2.2.34.0.1.92.1.5.16.0.3.65.6.8.2.74  
870 DATA 2.5.3.5.0.4.33.1.2.6.10.4.16.5.3.75.0.5.55.0.5.99.0.6.5.12.5.6.84  
880 DATA 0.4.33.0.6.15.0.6.66.0.5.83.0.5.37.0.5.5.0.5.28.0.6.44.0.5.67.0.7.34  
890 DATA 0.2.45.0.4.95.0.5.0.4.77.7.5.24.0.5.01.0.5.02.0.7.37.0.4.7.0.6.7  
900 DATA 0.5.75.4.4.5.07.4.1.3.99.0.3.28.4.5.5.62.18.4.1.23.1.9.4.1.0.5.7  
910 DATA 0.3.36.0.3.74.0.5.04.1.6.4.75.0.7.5.0.5.1.0.4.5.0.2.2.2.3.12.9.5.4.11  
920 DATA 6.5.5.79.25.7.25.53.3.0.2.47.3.2.56.2.8.1.59.0.5.18.0.6.19.0.4.01  
930 DATA 0.6.4.0.6.16.0.5.02.0.7.48.11.5.3.49.4.6.66.0.5.98.0.5.2.0.6.17  
940 DATA 5.3.4.55.7.3.42.8.3.3.55.7.6.4.55.11.4.74.0.5.45.0.6.0.5.99.0.3.76  
950 DATA 2.9.4.11.0.5.83.2.5.4.53.0.5.7.0.6.5.48.2.1.3.17.4.29.16.2.4.13.0.2.21  
960 DATA 8.4.4.0.4.8.0.5.19.0.5.83.0.5.2.0.5.46.6.7.4.26.4.2.5.02.3.4.0.5.3  
970 DATA 2.3.93.4.8.3.27.1.4.2.89.0.3.94.9.9.10.9.3.65.0.4.48.55.36.5.5.54  
980 DATA 0.4.18.0.3.44.8.5.31.0.1.22.5.1.74.6.6.3.65.10.3.93.0.3.34.8.8.4.23  
990 DATA 3.5.3.42.4.1.3.95.20.3.5.7.2.4.05.0.3.63.0.3.18.0.6.49.0.3.47.0.5.5  
1000 DATA 0.5.64.16.6.5.03.0.5.1.0.5.37.0.3.5.0.3.74.7.2.5.0.3.14.2.3.96  
1010 DATA 36.5.2.5.2.5.2.17.0.3.81.4.5.4.41.1.2.5.3.3.45.3.3.5.23.17.5.4.59  
1020 DATA 12.2.2.52.0.2.46.2.3.2.09.0.2.5.0.2.13.10.7.1.53.21.1.47.1.03.0.1.11  
1030 DATA 0.3.1.0.2.5.0.3.4.0.4.43.17.9.48.11.4.46.0.1.7.0.1.6.0.4.36.0.4.39  
1040 DATA 0.4.43.0.3.76.0.3.38.0.5.25.0.4.96.0.3.87.0.4.0.6.05.0.4.6.0.4.63  
1050 DATA 0.6.12.0.3.6.0.5.2.0.5.15.0.3.37.0.5.59.0.3.49.0.5.48.0.5.24.0.4.6

1060 DATA 0.5.65.0.4.4.0.5.51.0.4.77.0.2.12.0.4.96.0.4.01.0.4.07.0.5.39.0.3.49  
1070 DATA 0.5.15.0.2.12.0.2.09.0.3.6.0.3.3.2.1.17.1.9.1.04.0.4.17.0.3.27  
1080 DATA 0.3.01.0.3.5.0.3.49.0.2.84.0.3.2.0.3.58.0.4.53.0.3.82.0.2.5.0.3.17  
1090 DATA 0.2.64.0.3.89.0.2.07.0.3.2.0.3.0.3.3.0.3.25.0.1.93.0.2.37.0.4.07  
1100 DATA 0.2.75.3.1.6.0.3.09.0.3.22.0.3.64.0.3.32.0.4.45.0.3.5.0.3.15.0.2.9  
1110 DATA 0.2.8.0.3.7.4.25.4.3.45.4.12.0.3.5.0.1.8.0.2.3.0.2.51.2.3.08  
1120 DATA 0.3.39.0.4.1.2.5.2.45.0.1.56.0.2.31.0.2.53.0.1.65.0.1.68.0.3.5  
1130 DATA 0.3.0.3.86.0.1.3.0.2.44.0.2.5.0.2.61.0.3.3.0.4.2.0.4.18.0.3.15  
1140 DATA 335 ( AÑO 1980)  
1150 DATA 0.3.08.0.1.76.0.2.6.0.2.68.0.3.5.0.3.6.0.3.02.0.4.45.0.3.62.0.4.15  
1160 DATA 0.4.5.0.4.48.0.4.41.0.3.98.0.3.6.0.3.95.0.1.61.0.3.76.0.3.81.0.3.59  
1170 DATA 0.2.8.0.2.9.4.65.1.37.9.3.46.5.6.3.75.14.3.5.1.4.13.0.4.01.0.4.11  
1180 DATA 0.4.05.0.2.72.0.3.19.0.3.5.0.2.35.0.4.61.0.1.58.0.4.09.0.2.88.0.2.2  
1190 DATA 0.2.33.0.5.23.0.5.4.0.4.86.0.1.02.0.5.98.0.4.69.0.4.6.0.4.59.0.4.69  
1200 DATA 0.4.75.0.5.13.0.4.11.0.4.18.0.5.93.0.4.71.0.3.8.0.2.9.0.2.05.1.1.3.12  
1210 DATA 0.4.15  
1220 DATA 0.5.58.0.5.21.0.5.18.0.5.19.0.5.17.0.5.13.3.6.2.5.6.5.3.07.22.2.1.91  
1230 DATA 1.3.2.2.4.5.58.0.5.7.0.4.8.0.6.53.0.4.39.0.5.42.0.3.85.0.2.48.7.5.3.7  
1240 DATA 0.3.66.0.3.31.1.3.63.0.6.15.0.6.28.0.6.4.0.6.2.0.6.32.0.3.56.0.4.12  
1250 DATA 0.6.93.0.6.9.0.5.8.0.3.8.24.5.1.65.2.5.2.45.5.1.86.0.5.49.8.9.2.59  
1260 DATA 0.4.7.5.5.4.85.0.5.02.0.2.94.0.3.61.9.9.5.29.0.5.56.0.6.8.0.5.5  
1270 DATA 13.5.5.13.6.6.03.5.5.3.74.0.6.09.0.3.68.0.5.1.0.5.04.0.5.14.0.6.95  
1280 DATA 0.4.73.0.5.3.7.54.0.5.57.0.5.51.0.5.52.0.5.32.0.5.73.0.5.65.0.3.5  
1290 DATA 1.4.8.0.4.62.0.4.34.0.8.32.0.5.41.0.4.66.0.5.21.0.6.4.0.6.38.0.7.01  
1300 DATA 0.6.69.0.5.9.9.2.35.0.4.37.0.3.49.29.3.53.26.39.5.3.82.6.6.47.0.3.84  
1310 DATA 3.5.3.5.1.2.4.7.0.4.68.0.4.74.1.3.83.2.4.96.0.6.7.0.4.68.0.4.3.21.5.7  
1320 DATA 0.5.74.0.1.69.3.5.3.76.0.4.77.0.2.19.6.4.5.38.0.5.34.0.5.38.0.4.86  
1330 DATA 2.5.3.81.10.2.4.27.1.3.5.64.2.3.17.8.9.3.19.10.5.2.33.10.2.3.78  
1340 DATA 0.3.83.0.6.18.0.5.35.6.5.3.9.28.3.85.7.3.97.0.5.05.8.3.3.44.10.21.5.05  
1350 DATA 2.8.3.66.0.3.98.6.7.3.96.0.4.02.4.3.11.0.3.19.17.6.99.18.3.37  
1360 DATA 15.2.3.0.2.29.2.8.2.31.1.2.2.52.1.4.3.78.0.3.52.11.5.1.48.45.3.05  
1370 DATA 11.3.03.8.3.02.13.1.93.11.3.4.09.0.4.92.0.2.13.0.5.74.0.5.76.0.5.73  
1380 DATA 6.3.3.19.6.8.4.14.2.5.5.36.0.1.15.5.3.63.0.3.62.0.3.61.5.3.3.98  
1390 DATA 5.3.2.77.0.2.83.5.5.74.0.3.48  
1400 DATA 8.8.5.36.9.8.5.38.11.2.5.42.0.5.3.86.5.7.2.72.1.8.2.17.0.4.14

1410 DATA 35.3.98,0.3.82,0.3.3.0.3.37,0.5.36,0.4.59,0.3.0.3.05,4.6,3.01,2.3,3.11  
1420 DATA 0.2.6,1.2.96,0.18,6.2.61,31.5.2.28,6.4.4.88,0.2.78,0.3.61,0.4,56  
1430 DATA 0.2.98,0.4.7,0.4.72,0.4.66,0.3.41,0.2.65,0.2.52,0.4.25,0.3.54,0.3.49  
1440 DATA 0.3.49,0.3.94,0.4.08,0.4.54,0.2.92,0.4.32,0.4.3,0.4.28,0.3.66,11,3.23  
1450 DATA 17.1.3.42,16.6,3.22,0.2.15,0.2.2,0.2.26,0.3.0,3.22,3.5,1.71,0.1.04  
1460 DATA 1.5,2.59,0.2.57,0.2.66,1.9.2.71,3.4,4.68,0.99,0.1.45,3.3.03,0.3.02  
1470 DATA 0.3.06,0.3.42,0.3.09,0.2.97,0.3.61,0.2.8,0.2.78,0.2.8,0.2.93,0.2.48  
1480 DATA 0.2.86,0.2.82,0.1.62,0.1.64,0.1.65,0.2.61,0.2.32,2.2.97,0.2.58,0.2.89  
1490 DATA 0.2.86,0.2.88,0.3.42,0.2.2,0.2.2,0.2.3,0.2.76,0.2.84,0.2.8,0.2.57  
1500 DATA 0.2.12,0.2.2,0.2.48,0.2.93,0.3.87,0.3.3,0.1.54,0.2.16,0.2.45,0.2.44  
1510 DATA 0.2.47,0.2.45,0.2.49,0.2.44,0.5.52,0.5.5,0.5.51,0.5.52,0.3.34,0.3.35  
1520 DATA 0.3.29,0.3  
1530 DATA 365 (AÑO 1981)  
1540 DATA 0.3.01,0.3.04,0.3.0.3.09,0.1.43,0.1.64,0.2.48,0.3.39,0.2.96,0.2.9  
1550 DATA 0.2.92,0.1.67,0.2.10,0.2.59,0.1.1,0.97,3.9,17.8,1.0,3.49,0.1.41  
1560 DATA 0.2.69,0.3.64,0.2.91,0.3.28,0.3.33,0.4.01,0.2.15,0.2.29,0.3.23,0.4.62  
1570 DATA 0.3.4,0.3.52,0.3.61,0.3.28,0.3.22,0.3.99,0.5.65,0.3.27,0.3.22,0.4.67  
1580 DATA 0.4.89,0.4.27,0.4.53,0.3.18,0.2.96,0.3.0,2.88,0.4.31,0.3.83,0.3.51  
1590 DATA 0.3,0.3.12,0.3.02,3.2,2.01,0.3.15,0.4.37,0.4.12,0.4.16,0.4.8,0.5.32  
1600 DATA 2.4.56,0.5.27,0.4.58,0.5.55,0.3.5,0.3.56,0.3.54,0.1.65,4.1.34,3.2  
1610 DATA 9.8,2.19,3.4,23,0.4.26,0.4.3,0.2.51,1.7,4.97,0.4.42,0.5.35,0.6,0.6,0.7  
1620 DATA 0.6.15,0.4.9,0.6.14,0.6.22,0.4.25,0.5.8,0.6.0,6.1,0.5.6,0.6.7,0.4.68  
1630 DATA 0.6.02,0.7.5,0.7.8,0.7.95,0.5.49,0.6.19,0.7.95,0.6.18,0.4.85,0.4.75  
1640 DATA 0.4.65,7.2.2.8,8.2.96,3.3.24,0.3.21,6.3,3.26,1.8,2.96,6.4.3.53,0.3.9  
1650 DATA 0.4.26,1.4.49,0.7.76,0.4.85,0.5.0,5.18,0.4.74,0.5.61,2.5,07,0.6.59  
1660 DATA 12.3,4.75,3.2,4.83,8.8,4.92,0.5.86,0.5.83,0.6.23,0.5.87,8.2,5.33  
1670 DATA 0.5.41,0.5.36,0.4.96,1.1.5.94,0.5.69,0.7.56,0.5.15,0.5.2,0.5.25,0.6.39  
1680 DATA 0.3.75,0.3.03,0.1.09,1.5.4.15,13.4.17,4.4.19,1.1.92,1.6,4.36,0.2.82  
1690 DATA 6.1.44,2.4.05,1.4.03,0.4.12,0.5.89,0.4.49,7.2.5.48,0.3.05,7.8.5.86  
1700 DATA 0.5.87,0.5.94,0.6.01,31.5.5.23,1.6.5.72,2.5.33,33.7.3.2,0.3.0,3.04  
1710 DATA 1.7,2.68,10.5,61,6.7.2.95,3.7,1.94,8.3.18,2.8,3.2,3.4,3.22,7.3,1.77  
1720 DATA 26.5,2.03,4.4,39,0.1.33,2.4,0.4,13,0.4.27,7.5.2.28,1.1,3.82,13.7,9.2  
1730 DATA 0.2.33,7.9,3.75,11.6,3.8,7.3,3.84,6.7,2.36,0.4.2,34,9,57,6,6,62  
1740 DATA 0.3.27,0.3.29,0.3.31,2.8,4.26,2.2.6,3.1,53,0.3.98,0.4.23,8.5,4.2  
1750 DATA 0.4.16,4.5,4.53,0.6.83,12.2,3.81,0.5.16,0.4,0.4.05,0.4,1.0,5.16



1760 DATA 27.5.2.39..2.4.91.0.3.31.0.3.85.0.3.91.0.3.97.0.1.58.0.6.49.0.4.38  
1770 DATA 14.5.61.0.3.65.0.3.71.0.3.68.6.5.3.81.8.5.8.96.0.2.08.0.1.21.0.4.21  
1780 DATA 13.5.4.23.0.4.25.0.5.59.0.3.86.0.4.44.1.6.5.54..2.3.37.11.9.3.38  
1790 DATA 13.5.3.4.12.6.5.01..5.4.97.0..72.0.1.12.18.4.1.8.4.7.1.35.8.4.1.52  
1800 DATA 1.9.3.11.0.3.15.0.5.43.5.4.3.89.0.3.78.0.3.43.23.3.31.0.4.23.0.4.46  
1810 DATA 0.2.62.5.3.82.0.3.88.0.4.2.0.4.52.0.2.95.0.4.7.0.4.51.2.5.3.49  
1820 DATA 1.5.1.05.0.1.35.0.2.22.0.4.43.0.5.47.0.4.97.0.2.59.0.4.02.0.4.2.2.4.03  
1830 DATA 1.8.2.18.7.2.07.0.1.22.5.5.2.14.7.6.3.18.0.3.22.0.3.2..3.3.85.0.3.44  
1840 DATA 0.2.85.0.1.97.0.4.24.4.3.4.28.11.5.4.23.15.9.4.21.5.3.1.8.0.3.05  
1850 DATA 0.4.08.0.3.6.0.3.58.0.3.58.0.3.68.0.1.48.0.3.76.0.3.84.0.2.55.0.2.53  
1860 DATA 8.4.2.56.14.1.2.59.0.1.62.0.2.2.7.2.91.8.3.7.3.5.3.72.7.8.3.71.0.3.74  
1870 DATA 0.1.5..1.2.9.0.2.89.0.3.24.0.3.26.0.3.27.0.1.72.0.1.67.0.2.9  
1880 DATA 0.3.04.0.3.26.0.3.21.0.3.18.0.3.12.0.3.55.0.1.78.0.2.86.0.2.85.0.2.88  
1890 DATA 0.2.88.0.4.02.0.3.78.0.3.12.0.2.99.0.2.41.0.2.43.0.2.45.0.4.1.0.3.21  
1900 DATA 0.1.52.0.3.03.0.3.96.0.3.98..4.3.62.0.2.31.1..53.1.2.82.0.1.7.0.2.66  
1910 DATA 0.2.69.0.2.7.0.2.38.0.2.23.0.2.43.0.2.46.0.2.58.0.2.59.0.2.6.0.2.8  
1920 DATA 0.3.1.0.3.22.0.1.8.0.1.82.0.1.79.0.1.83.0.1.97.0.3.4.0.3.42.0.3.44  
1930 DATA 365 (AÑO 1982)  
1940 DATA 0.3.41.0.3.43.0.3.4.0.2.54.0.3.78.0.1.8.0.1.16.0.2.85.0.3.45.0.3.02  
1950 DATA 0.2.2.0.6.42.0.3.7.0.4.77.0.2.72.0.2.74.0.2.78.0.4.64.0.3.1.0.2.43  
1960 DATA 0.4.88.0.3.65.0.3.67.0.3.68.0.2.57.0.4.52.0.3.87.0.3.91.0.3.15.0.3.24  
1970 DATA 0.3.11.0.5.06.0.5.04.0.5.23.0.3.65.0.3.66.0.3.67.0.3.66.0.2.73.0.4.73  
1980 DATA 0.2.9.0.5.02.0.3.69.0.3.75.0.3.7.0.3.53.0.3.66.0.3.7.0.3.82.0.4.13  
1990 DATA 0.4.17.0.4.15.0.2.77.0.4.02.0.4.57.0.2.84..5.2.7..8.2.64.0.2.59  
2000 DATA 2.2.1.38.7.2.15.2.3.4.5.0.4.86.0.4.87.0.4.85.0.4.89.0.3.29.0.4.35  
2010 DATA 0.5.73.0.3.94.0.5.46.0.5.47.0.5.53.0.6.13.0.4.79.0.6.34.0.5.64.0.5.96  
2020 DATA 0.5.98.0.6.0.4.72.0.5.05.0.5.22.0.5.37.0.5.25.0.5.84.0.5.86.0.4.3  
2030 DATA 0.4.69.0.6.7.0.6.15.0.3.62.0.3.61.0.3.64.0.7.59.0.5.56.0.6.28.0.6.3  
2040 DATA 0.6.31.0.6.3.0.6.35.0.6.72.0.7.52.0.6.68.0.3.9.0.7.57.0.7.61.0.7.6  
2050 DATA 0.7.05.0.6.03.2.1.2.35.0.3.74.5.5.3.96.0.3.2.0.3.21.0.5.48.0.5.15  
2060 DATA 7.4.82.0.2.15.0.4.53.0.4.51.3.5.4.56.7.4.55.0.5.24.0.1.61.2.3.73  
2070 DATA 0.3.74.0.3.71.4.5.3.78.8.4.77.5.7.3.65.0.1.72.1.9.3.32.0.4.88.0.4.92  
2080 DATA 13.4.9.0.3.38.4.6.2.89.7.8.3.48.0.3.45.2.3.12.14.5.3.1.0.3.1.0.7.09  
2090 DATA 18.3.2.77..2.4.9.0.5.17.0.5.13.0.5.15.0.5.19.0.5.86.0.6.98.0.5.62  
2100 DATA 0.6.24.0.5.48.0.5.5.0.5.52.1.7.4.84.1.7.27.0.4.54.11.9.5.72.5.3.3.82

2110 DATA 0.3.83.0.3.85.1.4.79.0.6.23.0.7.48.0.4.84.0.4.79.0.4.82.0.4.78  
 2120 DATA 1.7.5.51.2.4.24.0.3.18.0.5.41.0.4.64.0.4.63.0.4.69.0.6.3.15.9.4.13  
 2130 DATA 10.8.2.96.12.8.3.22.3.5.09.15.5.07.0.5.07.0.4.15.2.4.25.5.4.3.74  
 2140 DATA 0.5.5.14.7.5.24.0.4.74.1.5.4.71.0.4.73.0.4.05.0.4.71.8.4.44.3.3.3.4  
 2150 DATA 2.5.3.41.4.3.3.4.6.5.2.12.5.3.71.2.5.4.88.0.4.9.0.3.89.0.3.87.2.3.3.92  
 2160 DATA 4.2.3.48.17.6.6.19.13.9.4.1.0.5.01.0.2.59.0.4.6.0.4.52.0.4.52.9.5.2.79  
 2170 DATA 2.4.64.0.3.6.0.3.25.0.3.72.5.3.8.0.5.9.4.81.1.4.4.31.0.4.08.15.8.3.6  
 2180 DATA 0.4.2.3.5.05.0.5.55.5.5.4.0.3.57.0.3.82.0.5.23.2.3.66.3.2.3.69.17.4.58  
 2190 DATA 0.3.25.0.5.64.7.5.48.0.4.87.0.4.87.0.4.91.0.4.03.0.3.85.3.3.21.0.5.3  
 2200 DATA 0.4.5.0.4.51.0.4.53.0.5.53.4.4.47.3.3.01.5.4.82.0.4.15.0.3.65.0.3.66  
 2210 DATA 0.3.61.0.7.0.4.45.0.4.49.0.2.77.0.3.75.0.2.73.1.5.4.25.0.2.21.0.1.72  
 2220 DATA 1.3.37.0.3.37.0.3.35.0.3.33.0.6.03.0.4.76.0.5.07.0.3.43.0.3.5.0.3.75  
 2230 DATA 0.2.55.0.2.15.0.2.32.6.5.3.44.3.2.2.06.0.3.3.5.3.35.0.3.5.8.3.2  
 2240 DATA 1.6.3.09.2.9.3.69.10.2.1.1.1.2.2.61.0.2.63.0.2.65.0.4.36.0.3.46.0.3.21  
 2250 DATA 0.4.39.0.2.23.0.2.25.0.2.27.0.3.06.0.3.15.0.2.47.0.3.21.0.4.0.2.4  
 2260 DATA 0.2.4.0.3.15.0.3.45.0.2.96.0.1.63.0.3.24.0.3.25.0.3.26.0.2.46.0.5.06  
 2270 DATA 0.3.17.0.3.14.0.2.37.0.2.39.0.2.71.0.3.32.0.3.51.0.3.26.0.3.12.0.2.67  
 2280 DATA 0.2.66.0.2.68.0.2.79.0.2.55.0.2.99.0.4.16.0.1.93.0.1.95.0.1.97.0.1.91  
 2285 DATA 0.3  
 2290 DATA 0.3.02.0.3.05.0.4.54.0.4.56.0.4.59.0.2.82.0.1.29.0.3.32.0.2.21.0.1.64  
 2300 DATA 0.2.63.0.2.69.0.85.1.5.1.45.0.3.4.0.1.83.0.1.89.0.3.17.0.3.22.0.2.98  
 2310 DATA 0.2.95.0.3.02.0.2.96.0.3.0.2.97.0.3.0.2.8.0.2.35.0.2.98.0.3.1.8.5.3.45  
 2320 DATA 365 (ANO 1983)  
 2330 DATA 0.3.4.0.3.44.0.1.62.0.7.0.1.77.3.6.28.0.3.52.0.3.56.0.3.55.0.1.24  
 2340 DATA 0.3.54.0.2.9.0.2.89.0.2.86.0.2.9.0.2.95.3.1.2.94.0.3.41.15.2.2.68  
 2350 DATA 0.2.16.0.2.13.0.3.11.0.3.16.0.2.32.0.2.61.0.3.18.0.2.77.0.4.83.0.4.85  
 2360 DATA 0.4.87.0.4.82.0.5.16.0.5.11.0.4.32.0.5.45.0.5.47.0.5.48.0.3.02.0.3.53  
 2370 DATA 0.5.04.0.7.3.0.2.71.0.2.67.0.2.69.0.4.83.0.4.93.0.4.26.0.4.27.0.4.29  
 2380 DATA 0.4.25.0.4.27.0.4.01.0.3.05.0.5.88.0.4.05.1.7.1.8.6.4.95.0.5.15  
 2390 DATA 0.4.85.0.3.77.0.6.56.0.9.5.0.8.38.0.8.43.0.8.37.0.5.1.0.4.29.0.4.72  
 2400 DATA 0.5.72.0.2.66.0.2.65.0.2.62.2.5.5.66.0.5.69.0.4.14.0.5.16.0.7.81  
 2410 DATA 0.7.83.0.7.86.0.7.18.0.8.63.0.9.04.0.7.31.0.5.03.0.6.43.0.6.49.0.6.04  
 2420 DATA 0.5.37.0.6.0.6.04.0.5.98.0.6.0.6.12.0.6.12.0.4.91.0.7.93.0.11.46  
 2430 DATA 0.8.95.0.8.93.0.8.83.0.7.56.0.7.6.0.7.85.0.6.69.0.5.83.0.5.79.0.5.82  
 2440 DATA 0.6.57.0.9.11.0.8.28.0.6.46.0.8.88.0.8.92.0.8.95.0.10.61.0.10.54

2450 DATA 0.8.03.0.8.52.0.9.0.9.04.0.9.07.0.7.81.0.7.28.0.6.47.0.6.53.0.5.47  
 2460 DATA 0.4.14.0.4.16.0.5.53.5.6.24.0.5.33.0.6.28.0.6.13.0.6.15.0.6.19.0.3.42  
 2470 DATA 0.6.12.0.6.38.0.5.3.0.5.58.0.6.61.5.2.5.94.0.6.57.18.3.18.0.4.95  
 2480 DATA 14.4.1.98.5.9.4.86.0.4.88.0.4.89.0.6.24.0.7.89.0.5.97.0.6.12.0.5.32  
 2490 DATA 0.5.31.0.5.35.0.9.49.1.2.4.37.0.5.79.0.7.79.0.5.9.0.5.92.0.5.94.0.8.18  
 2500 DATA 0.5.85.0.4.87.0.4.95.1.3.20.5.6.02.0.6.09.0.5.44.0.3.47.0.4.89.0.2.53  
 2510 DATA 37.2.67.0.2.52.1.2.71.4.5.93.0.5.15.0.5.59.0.4.69.11.7.5.27.5.8.3.32  
 2520 DATA 15.5.2.92.45.5.4.36.8.5.2.17.17.2.3.72.0.6.48.0.4.59.0.4.64.0.4.59  
 2530 DATA 0.3.44.7.5.5.35.42.5.4.04.24.2.55.26.2.43.2.1.2.46.2.2.2.28.5.3.43  
 2540 DATA 7.2.5.59.4.2.28.4.2.95.0.4.15.0.4.2.0.4.25.0.1.33.0.5.19.0.4.45  
 2550 DATA 18.4.51.3.5.5.15.1.5.5.3.0.5.25.0.3.65.0.4.17.1.2.2.91.17.6.3.26  
 2560 DATA 15.3.83.9.2.1.43.18.2.3.42.12.5.49.1.3.06.32.5.6.52.4.5.1.22.2.1.81  
 2570 DATA 4.5.3.0.3.03.0.4.89.0.5.03.0.5.65.0.3.98.0.5.2.0.4.5.5.4.54.2.4.3.02  
 2580 DATA 0.4.8.0.3.37.0.1.46.0.3.18.1.5.5.0.5.06.0.4.61.0.4.32.0.6.83.0.3.28  
 2590 DATA 0.2.31.8.2.15.5.8.3.46.0.3.18.0.3.27.1.2.5.5.3.76.5.5.3.35.0.3.41  
 2600 DATA 0.3.44.4.2.2.05.8.5.3.98.2.2.3.04.2.2.44.4.2.26.1.1.3.59.5.1.3.58  
 2610 DATA 7.3.2.98.0.3.8.0.1.3.8.4.17.0.1.98.0.2.68.0.2.65.0.32.0.1.36.0.2.78  
 2620 DATA 0.4.16.0.3.03.0.3.6.0.3.63.0.4.86.0.3.12.0.3.38.0.5.3.0.3.37.0.3.28  
 2630 DATA 0.3.32.0.4.0.3.38.0.3.8.4.1.02.1.3.1.75.2.2.69.5.2.72.0.3.06.11.3.3.8  
 2640 DATA 0.2.2.0.2.99.0.2.37.0.2.35.0.2.34.0.3.59.4.1.16.0.2.02.0.2.54.0.1.99  
 2650 DATA 0.2.0.1.96.0.2.59.0.4.32.0.4.36.0.3.55.0.1.84.0.1.88.1.8.1.93.6.2.1.79  
 2660 DATA .8.58.1.1.5.1.3.2.42.0.2.45.0.2.47.0.2.49.0.3.84.0.2.11.0.3.72  
 2670 DATA 0.3.15.0.3.0.1.26.0.1.23.0.2.33.0.3.63.0.3.41.0.2.25.0.2.22.0.2.26  
 2680 DATA 0.2.24.0.2.56.0.3.89.0.1.53.0.3.11.11.2.1.84.0.2.63.0.2.66.0.2.51  
 2690 DATA 0.1.48.0.2.47.0.2.52.0.3.0.3.15.0.3.12.0.3.22.0.2.51.0.3.21.0.4.07  
 2700 DATA 0.2.84.0.2.72.0.2.68.0.1.72.0.1.68.0.1.83.0.2.87.0.2.95.0.1.93  
 2710 DATA 0.1.9.0.2.86.0.4.3.0.3.23.0.1.79.0.1.72.0.2.43  
 2720 DATA 366 (AÑO 1984)  
 2730 DATA 0.2.39.0.2.54.0.1.4.0.2.4.0.2.8.0.2.82.0.2.85.0.2.79.0.2.83.0.2.86  
 2740 DATA 0.82.6.2.49.0.2.52.0.2.5.0.2.53.0.1.69.0.2.93.0.2.89.0.2.77.0.2.73  
 2750 DATA 0.2.81.0.2.8.0.4.19.0.3.01.0.4.22.0.4.09.0.2.56.0.3.57.0.3.52.0.92  
 2760 DATA 6.1.96.0.2.08.0.3.7.0.3.04.0.2.3.0.2.23.2.5.17.3.2.4.0.1.39.1.1.14  
 2770 DATA 12.3.2.92.0.2.94.0.2.98.0.4.76.0.2.83.0.2.79.0.3.55.0.3.82.0.3.83  
 2780 DATA 0.3.85.0.5.63.0.5.68.0.4.62.0.5.76.0.5.23.0.5.19.0.5.22.0.4.71.0.2.92  
 2790 DATA 0.4.24.0.4.53.0.4.35.0.4.33.0.4.42.0.3.83.0.3.76.0.3.8.0.4.67.0.4.68

2800 DATA 0.4.65.0.4.74.0.5.95.0.3.46.0.3.98.0.2.89.0.4.56.0.4.54.0.4.6.0.6.03  
 2810 DATA 0.6.15.0.5.88.0.5.4.0.6.38.0.6.36.0.6.42.0.6.87.0.9.71.0.6.5.0.6.5  
 2820 DATA 0.5.87.0.6.23.0.6.28.0.9.09.0.5.54.0.4.83.0.6.51.0.7.01.0.9.17.0.8.03  
 2830 DATA 0.7.35.0.7.23.0.6.53.0.7.39.0.7.14.0.5.3.0.5.6.0.5.1.0.6.23.0.4.52  
 2840 DATA 0.6.42.0.6.45.0.6.9.0.5.89.0.6.6.0.4.45.0.7.9.0.6.95.0.5.96.0.7.96  
 2850 DATA 0.8.04.0.7.11.0.3.5.94.0.4.8.4.5.22.0.6.06.0.4.85.0.4.9.0.6.81.0.4.63  
 2860 DATA 0.6.05.0.5.99.0.4.0.4.11.1.8.3.61.42.2.1.55.1.3.3.62.0.3.69.1.3.4.49  
 2870 DATA 0.2.93.2.3.4.3.1.1.4.33.4.9.5.46.0.5.49.0.8.1.0.4.55.0.5.63.0.5.65  
 2880 DATA 0.5.67.0.2.11.2.1.36.2.1.48.3.5.13.0.4.97.0.4.95.0.5.01.10.3.2.75  
 2890 DATA 2.5.2.9.5.3.95.1.8.4.77.0.4.5.0.4.48.2.8.4.46.11.2.3.15.16.8.3.59  
 2900 DATA 8.4.4.2.0.3.29.0.5.17.0.5.2.0.5.1.0.4.53.0.3.68.3.1.54.11.4.5.24  
 2910 DATA 0.4.31.8.9.3.13.1.3.4.2.0.5.17.16.7.4.8.0.4.95.0.4.99.1.8.3.46.9.3.96  
 2920 DATA 2.4.2.6.22.4.4.55.17.5.5.73.15.7.3.71.11.3.3.02.20.2.3.2.1.6.3.22  
 2930 DATA 8.7.3.23.0.1.18.1.9.2.43.5.1.13.17.3.1.94.25.1.3.15.5.2.15.1.1.2.98  
 2940 DATA 0.2.78.1.3.37.10.3.2.69.0.5.11.0.4.72.0.4.75.6.2.4.78.0.6.72.0.3.68.24  
 2950 DATA 0.3.17.15.4.39.4.4.3.98.3.3.4.02.0.2.8.0.2.02.0.3.78.12.5.3.81.0.3.56  
 2960 DATA 8.6.3.6.0.3.53.4.6.2.79.0.1.81.6.7.55.3.9.3.5.7.4.0.4.13.0.4.16  
 2970 DATA 7.9.4.59.0.2.48.0.2.56.16.7.2.5.36.6.2.82.6.1.3.45.3.8.3.49.0.3.61  
 2980 DATA 0.2.95.0.3.54.20.3.4.55.11.2.65.3.1.2.68.8.9.3.03.7.4.17.12.4.2.61  
 2990 DATA .8.5.62.0.1.79.0.4.3.0.4.28.0.4.28.0.4.37.0.85.9.8.12.18.3.1.62  
 3000 DATA 2.1.3.1.6.2.0.2.13.1.3.47.21.1.4.13.9.77.1.1.2.84.26.7.61.5.1.59  
 3010 DATA 0.63.2.9.2.29.0.1.76.0.84.0.2.84.9.8.2.7.0.2.74.0.2.79.0.2.51  
 3020 DATA 0.3.89.0.1.88.0.3.62.0.1.77.0.2.63.0.2.6.0.2.01.0.2.63.0.3.52.0.2.12  
 3030 DATA 0.3.12.0.3.14.0.3.17.0.4.42.0.1.63.1.3.58.0.2.87.0.2.16.0.2.2.0.3.07  
 3040 DATA 0.3.26.0.4.2.0.4.7.22.2.8.6.7.2.83.0.2.87.4.2.86.5.4.37.0.1.59.0.2.53  
 3050 DATA .8.3.19.7.2.3.64.17.3.0.3.15.0.2.93.0.1.56.0.3.51.0.2.9.0.2.95.0.2.69  
 3060 DATA 0.2.73.0.2.7.0.2.94.0.3.66.0.2.44.0.3.29.0.3.3.0.3.33.0.2.97.0.2.64  
 3070 DATA 0.1.56.0.3.18.0.2.52.0.2.58.0.2.65.0.2.4.0.2.8.0.3.01.0.2.68.0.3  
 3080 DATA 0.2.59.0.2.71.0.3.06.0.2.75.0.2.05.0.1.66.0.2.35.0.2.05.0.2.37  
 3090 DATA 11.7.2.23.0.2.26.0.2.12.0.2.13.0.2.22.0.2.26.0.2.32.0.2.94.0.3.79  
 3100 DATA 0.1.56.0.3.35.0.2.39.0.2.41.0.2.44.0.3.77.0.3.19.0.1.27.0.3.64.0.1.64  
 3110 DATA 0.2.79.0.2.84.0.3.01.0.3.78.0.1.65.0.2.84.0.2.45.0.2.4.0.2.53.0.1.09  
 3120 DATA 365 (AÑO 1985)  
 3130 DATA 0.1.16.0.3.07.0.1.49.0.3.15.0.3.14.0.3.19.0.2.21.0.1.54.0.3.34.0.2.74  
 3140 DATA 0.1.83.0.1.9.0.1.87.0.3.49.0.54.0.4.68.0.1.85.0.2.55.0.2.5.0.2.46

3150 DATA 0.2.28.0.2.65.0.1.88.1.1.52.0.3.0.2.98.0.3.92.0.3.67.0.3.98.0.2.81  
3160 DATA 0.4.17.0.2.68.0.5.6.0.5.66.0.3.38.0.3.4.0.4.29.0.3.12.0.4.25.0.2.94  
3170 DATA 0.3.95.0.3.09.0.2.06.0.3.58.0.3.68.0.6.32.0.3.03.0.3.08.0.2.05.0.2.54  
3180 DATA 0.3.56.0.3.61.0.3.55.0.3.58.0.3.6.0.2.83.1.2.94.0.2.45.0.2.2.0.5.24  
3185 DATA 0.5.25  
3190 DATA 0.5.31.0.3.84.0.3.92.0.5.5.0.3.04.0.4.0.4.08.0.4.17.6.5.3.94.0.4.95  
3200 DATA 0.3.64.4.3.26.0.3.46.2.5.3.98.0.4.09.0.4.24.0.5.49.0.7.21.0.5.43  
3210 DATA 0.7.47.0.3.65.0.3.75.0.4.11.0.4.69.0.4.89.21.5.3.07.0.5.0.5.13.0.5.26  
3220 DATA 0.3.87.0.1.95.0.2.56.0.4.84.0.4.0.4.36.0.4.74.3.3.53.1.1.43.2.8.2.48  
3230 DATA 2.7.2.27.23.3.3.91.2.5.1.9.1.9.1.98.3.1.4.02.0.5.47.16.2.62.0.3.94  
3240 DATA 0.3.85.0.3.8.0.4.0.2.64.0.3.26.0.5.18.2.2.5.72.0.5.74.0.5.71.0.5.85  
3250 DATA 0.1.58.1.6.7.0.6.97.0.2.45.15.4.48.0.4.55.2.7.2.82.1.1.3.83.0.6.58  
3260 DATA 0.5.53.0.4.9.0.5.0.6.0.6.25.6.5.24.8.7.11.1.3.39.0.4.99.2.7.3.5  
3270 DATA 23.1.5.49.11.2.43.0.2.86.2.3.66.0.4.24.0.5.11.0.5.0.5.2.0.5.15.0.4.88  
3280 DATA 0.5.91.0.7.28.0.5.97.0.5.3.0.5.28.0.5.19.0.1.95.2.2.2.48.11.7.3.95  
3290 DATA 0.5.21.0.5.65.0.5.45.0.5.2.0.3.69.0.4.81.2.2.6.17.9.4.3.41.0.4.58  
3300 DATA 76.5.3.15.13.7.3.1.19.8.66.2.2.2.4.32.1.13.3.5.1.12.4.5.1.96  
3310 DATA 19.5.3.43.6.8.3.07.0.4.44.0.3.84.0.4.39.0.3.73.0.2.85.20.5.1.43  
3320 DATA 5.4.46.1.1.99.6.61.10.3.68.0.3.0.2.8.37.8.2.56.0.2.97.6.8.3.47  
3330 DATA 1.4.8.0.3.74.0.3.85.0.3.65.0.3.17.6.2.05.13.7.2.11.4.5.4.25.9.5.02  
3340 DATA 0.5.16.0.4.9.8.2.9.5.3.4.3.5.2.74.0.2.27.4.65.0.3.04.0.5.36.0.2.62  
3350 DATA 6.8.3.45.0.3.59.1.1.35.4.5.5.22.10.3.23.0.1.93.1.4.4.29.7.3.4.26  
3360 DATA 7.3.01.2.8.4.38.0.4.66.0.5.26.3.5.3.59.0.3.53.1.2.3.59.0.4.77.0.4.38  
3370 DATA 0.1.98.0.3.33.0.3.75.24.3.31.3.9.4.76.0.4.11.0.3.09.0.4.12.0.5.2  
3380 DATA 0.3.05.2.5.1.56.6.8.3.12.0.2.14.2.4.1.79.1.63.0.3.83.3.1.5.76  
3390 DATA 33.7.4.09.0.3.37.0.3.75.0.2.72.1.3.39.0.3.44.1.3.2.93.12.8.3.01  
3400 DATA 7.4.21.0.2.37.6.6.3.89.0.2.36.3.5.3.9.8.3.3.0.2.58.0.2.81.0.3.13  
3410 DATA 0.3.93.0.3.82.0.2.96.0.3.65.0.2.9.0.3.72.11.4.3.59.0.3.59.0.2.68  
3420 DATA 0.4.19.0.4.74.0.3.5.0.2.3.14.5.1.55.0.3.95.12.8.2.6.0.4.11.0.3.42  
3430 DATA 0.97.0.1.11.0.1.8.2.3.2.6.7.5.3.19.0.2.19.0.3.65.0.3.68.0.3.8.0.1.85  
3440 DATA 0.2.62.0.3.09.0.1.93.2.3.53.5.6.3.7.9.2.42.0.2.86.0.2.85.0.2.55  
3450 DATA 0.3.31.0.2.1.0.2.84.0.1.93.0.4.32.0.2.42.0.3.84.0.2.36.0.3.6.0.3.54  
3460 DATA 0.3.68.0.3.9.0.1.14.0.2.97.0.2.4.0.2.89.0.3.13.0.3.38.0.3.12.0.2.7  
3470 DATA 0.3.01.0.2.25.0.2.92.0.2.22.0.2.07.0.3.69.0.3.38.0.3.37.0.3.49.0.2.6  
3480 DATA 0.2.8.0.3.0.2.85.0.4.31.0.1.85.3.5.3.02.0.1.55.0.3.0.3.07.0.1.78

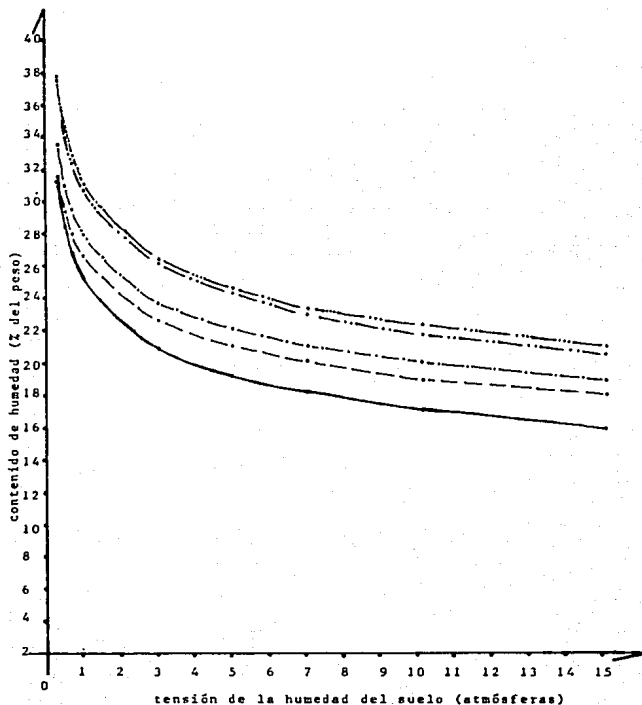
3490 DATA 0 2.25,0.4,09.0, .52,0.3,37.0,2.13,0.2,26.0,2.97,0.2,13.0,2.75,0.3,18  
3500 DATA 0,3.37,0,2.93,0,2.85,0, .77,0,1.96,0,3.43,0,1.85,0,1.5,0,1.63,0,1.69  
3510 DATA 0,2.54,0,1.3,0,1.38,2.5,2.75,0,2.61,0,2.54,0,2.48,0,3.45,0,3.4  
3520 DATA 265 (ANO 1986)  
3530 DATA 0,3.41,0,3.29,0,3.31,0,2.7,0,1.89,0,3.09,0,3.1,0,2.8,0,2.76,0,2.74  
3540 DATA 0,1.85,0,1.82,0,3.28,0,3.27,0,2.49,0,2.54,0,3.12,0,3.14,0,3.16,0,3.2  
3550 DATA 0,3.14,0,3.14,0,2.94,0,2.2,0,2.28,0,2.36,0,2.49,0,4.3,0,4.38,0,2.83  
3560 DATA 0,2.95,0,2.85,0,2.91,0,5.82,0,5.5,0,5.43,0,5.76,0,6.4,0,6.45,0,6.55  
3570 DATA 0,5.04,0,5.35,0,2.48,0,3.73,0,2.86,0,3.27,0,3.43,0,5.37,0,4.42,0,6.98  
3580 DATA 0,3.33,0,4.99, .1,2.47,0,4.94,0,2.19,0,5.23,0,4.13,0,3.74,0,3.7,0,3.79  
3590 DATA 0,3.9,0,5.72,0,5.03,0,9.6,0,3.75,0,3.9,0,4.05,0,3.9,0,3.74,0,7.47  
3600 DATA 0,6.14,0,4.32,0,6.44,0,5.27,0,4.19,0,4.85,0,5.08,0,5.1,0,3.22,0,3.12  
3610 DATA 0,4.0,4.1,0,2.96,0,5.43,0,5.65,0,5.0,5.12,0,4.89,0,5.47,0,4.93,0,5.93  
3620 DATA 0,2.43,0,6.03,0,4.8,0,4.79,0,4.86,0,6.05,0,7.88,0,4.21,0,3.48,0,7.14  
3630 DATA 0,3.85,0,3.9,0,6.64,0,6.35,11.5,3.78,0,3.97,0,5.95,0,4.0,4.35,3.4,4.6  
3640 DATA 0,2.11, .3,4.56, .2,3.05,5.5,09,17.5,3.14,1.2,5, .2,4.86,0,3.08, .5,2.5  
3650 DATA 7.2,9.1,5.12,0,6.45,0,6.47,0,6.51,14,3.38,0,4.37,0,3.18,0,4.94,0,4.98  
3660 DATA 0,3.59,1.9,6.28,0,4.12,0,6.62,0,8.3,0,4.25,0,4.15,1.3,3.96,4,3.04  
3670 DATA 0,2.51,0,3.34, .2,3.38,0,4.61,0,4.58,0,4.25, .5,87.26,5,2.69,0,3.74  
3680 DATA 18.3,5.57,0,3.64,0,4.13, .8,4.2,2.3,38,3.2,2.66,27.5,3.34,10.7,4.37  
3690 DATA 9.3,4.08,1.4,4.12,4.4,17.0,3.16,6.8,3.9,20.4,11.23,3.5,5.3,4.19,0,4.1  
3700 DATA .2,5.29,0,2.87,0,4.14,0,5.11,6.3,8.25,51.5,7.87,2.5,4.11,17.4,92  
3710 DATA 3.5,1.71,0,1.19, .5,5.72,12.2,3.7,4.3,2.57,0,4.51,0,5.25,0,2.29  
3720 DATA 6.5,3.16, .2,4.87,0,3.45,0,5.12,0,5.09,0,5.23,0,1.97,0,1.31,22,2.66  
3730 DATA 1.2,7.2,2.6,1.8,2.57,2.8,2.52,5.9,1.9,3.5,4.31,0,3.14,0,3.23,2.8,3.62  
3740 DATA 0,4.2,3.5,4.28,0,5.92,0,2.71,0,3.17, .5,2.76,1.4,48,0,4.51,0,4.5,0,4.55  
3750 DATA 11.5,4.97,0,5.11,0,5.09,1.3,4.75,0,4.58,0,4.63,0,5.3,3.8,3.84, .2,3.65  
3760 DATA 2.7,4.87,0,5.35,8.5,2.7,0,2.85,3.2,73.7,5.6,2.5,3.52,0,3.74,11.1,3.81  
3770 DATA 5.4,3.4, .2,3.5,0,3.68,2.8,4.45,0,3.7,0,3.33,0,4.1,0,4.12,31,3.29  
3780 DATA 4.2,5.11,0,2.71,8.3,25.13,7.3,8.5,8.3,82,3.3,87,2.7,2.9,0,3.02  
3790 DATA 2.5,3.43,0,2.63,0,2.34,1.5,2.23,0,2.12,0,4.85,0,3.19,10.5,2.63,0,5.46  
3800 DATA 0,3.81,0,2.93,0,4.25,0,3.07,0,2.39,5.4,73,0,1.89,3.4,3.41,0,4.14  
3810 DATA 42.1,95, .2,4.25,0,2.79,0,4.22,0,3.02,6.5,2.4,6.2,2.43,4.5,3.51, .5,3.38  
3820 DATA 22.2,88,0,2.5,16,2.95,0,2.93,0,1.76, .3,1.67,2.2, .74,10,3, .8,1.56  
3830 DATA .4,1.96,0,1.28,1.5,2.98,0,2.02,0,4.15,0,1.97,0,4.36,4.2, .87, .2,2.35

3840 DATA 0.75,0.3.58,0.3.84,8.3,2.97,0.2.01,0.1.19,5.3,4.01,0.1.75,1.4,3.93  
3850 DATA 0.2.99,0.2.83,0.3.04,0.2.99,0.2.13,0.2.15,0.2.2,0.2.78,0.3.95  
3860 DATA 14.9,1.25,0.2.17,2.3.54,0.2.98,0.2.71,0.2.78,0.3.72,0.1.41,0.2.23  
3870 DATA 1.5,1.36,8.2.29,0.1.74,0.1.82,0.3.19,0.3.97,0.2.75,0.2.84,0.2.9  
3880 DATA 0.2,0.2.05,0.1.92,0.2.08,0.1.18,3.5,3.1.58,0.1.6,0.1.61,0.3.11  
3890 DATA 0.2.14,0.1.46,1.7.1.84,0.2.3,0.2.32,0.2.43,0.2.65,0.2.82,0.3.21  
3900 DATA 0.2.67,0.2.85,0.1.71,0.1.67,0.3.72,0.3.49,0.1.96,0.2.59,0.1.09,0.4.67  
3910 DATA 0.2,1.0,3.69,0.3.85,0.3.99,0.2.95,0.66,0.3.55,0.3.9,0.3.97,0.4.07  
3920 DATA 1.2,2.01  
3930 DATA 365 (AÑO 1987)  
3940 DATA 0.1.8,0.3.48,0.2.35,0.3.07,0.3.3,0.3.95,0.2.56,0.3.63,0.2.84,0.1.97  
3950 DATA 0.6,0.2.55,0.2.99,0.3.34,0.5.5,0.2.65,0.4.86,0.5.68,0.5.77,0.1.73  
3960 DATA 0.4.32,0.2.64,0.2.91,0.4.82,0.4.87,0.1.61,0.1.17,0.2.26,0.2.84,0.2.18  
3970 DATA 0.2.8,0.1.75,0.1.32,1.5,1.66,0.3.64,0.3.97,0.2.87,0.2.8,0.3.02,0.4.14  
3980 DATA 0.4.52,0.3.86,0.3.71,0.2.96,0.2.9,0.4.97,0.5.57,0.4.86,0.3.19,0.3.21  
3990 DATA 0.2.25,0.4.2,0.3.43,0.5.56,0.3.34,0.5.61,0.4.95,0.6.45,0.6.63,0.4.32  
4000 DATA 0.5.73,0.4.38,0.2.03,4.2.54,7.3,3.49,0.3.94,0.6.77,0.3.45,0.3.92  
4010 DATA 0.5.56,0.3.18,1.3,1.88,1.4.68,0.3.4,0.3.52,0.7.84,0.7.37,0.5.35  
4020 DATA 0.4.04,0.6.65,0.9.12,0.5.78,0.5.8,0.7.89,0.6.65,0.4.07,0.1.52,0.6.44  
4030 DATA 0.6.1,0.4.77,0.4.99,0.5.92,0.4.62,0.4.52,0.7.19,0.4.64,0.5.39,0.4.62  
4040 DATA 0.3.09,0.4.25,0.4.36,0.4.32,0.4.98,1.3,11,0.1.85,0.4.4,0.4.42,0.4.81  
4050 DATA 0.4.05,0.5.45,1.1.31,6.1.09,4.2.4.06,0.3.96,0.3.8,0.3.6,0.2.98  
4055 DATA 0.3.05  
4060 DATA 0.4.48,0.3.12,0.6.52,0.6.48,0.6.03,0.5.7,0.5.94,0.2.6,0.3.96,0.8.07  
4070 DATA 9.3.12,5.3.3,2.7,7.3.57,3.1.2.83,1.2.2.57,2.5,3.01,43.5.9.29,1.8.9.15  
4080 DATA 0.4.3,0.2.1,0.3.48,1.5,5.0,5.89,0.6.91,0.5.37,0.3.78,0.5.58,0.5.69  
4090 DATA 4.3.31,6.3.15,7.9.3.22,4.1.2.89,0.2.93,0.2.15,1.2.4,2.2.57,0.1.15  
4100 DATA 3.3.6.19,8.7.5.6.2.6.76,0.4.78,0.4.79,0.4.83,17.9.4.77,18.1.3.63  
4110 DATA 8.4.8,0.4.85,2.3.54,8.2.48,0.2.96,3.5.5.14,0.5.47,0.4.93,0.4.98  
4120 DATA 0.3.5,0.5.65,0.5.72,0.5.73,10.3.5.3.5.3.36,0.5.61,0.5.85,0.3.5,0.4.2  
4130 DATA 1.8.6.43,0.3.67,9.5.4.55,2.8.2.4.10,5.1.35,1.5.5.4.15,5.2.13,7.3.48  
4140 DATA 0.3.5,0.3.62,0.5.84,0.3.89,1.2.54,4.2.15,6.5.4.89,0.5.11,0.6.12,0.6.21  
4150 DATA 0.3.77,0.4.88,0.3.5,0.2.15,8.5.2.05,8.3.2.3,3.7,3.5,2.2,9.7.9,2.17  
4160 DATA 5.3.73,31.5.2.67,13.4.3.89,0.2.9,0.2.96,0.3.05,0.3.4,2.9,0.4.25  
4170 DATA 15.1.4.5,4.7,4.36,3.8,4.33,0.4.04,1.3.19,0.4.99,0.4.74,0.4.22,0.4.18

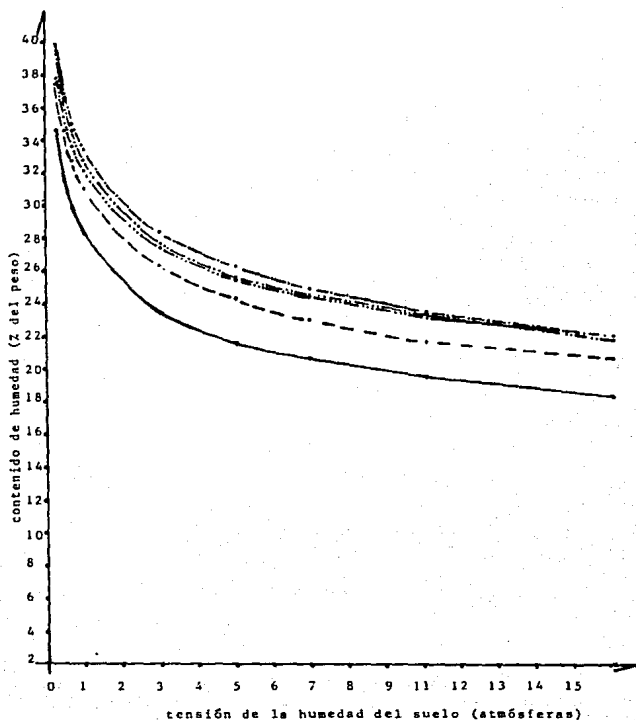
4180 DATA 0.3.65,0.5.13,7.3.55,0.6.54,0.2.96,.2.3.94,20.3.78,4.4.8,0.3.84  
4190 DATA 8.3.2.3,0.2.51,7.8.6,63.1.4,1.25,.1.58,2.94,0.3.35,0.3.55,0.4.55  
4200 DATA 0.85,0.3.58,0.3.65,0.3.72,0.4.86,0.5.24,0.2.05,0.5.05,0.4.51,0.3.55  
4210 DATA 0.4.74,0.5.18,0.4.02,0.4.29,0.3.51,0.3.4,0.3.44,18.5.3,41.26,3.28  
4220 DATA 14.9.3.42,8.5,2.89,0.5.51,2.3.15,6.3.22,0.1.58,0.3.55,6.4.1,4.4,.69  
4230 DATA 0.3.98,0.3.0,3.04,0.3.09,0.1.64,0.3.06,0.4.01,0.3.5,0.1.82,0.3.67  
4240 DATA 0.3.35,0.2.28,0.1.72,0.3.98,0.3.24,0.3.32,0.2.98,0.3.28,0.2.98,0.3.35  
4250 DATA 0.3.39,0.3.45,0.3.59,0.2.39,0.3.0,3.15,0.3.21,0.3.4,0.2.35,0.3.1  
4260 DATA 0.2.86,0.3.36,0.3.68,0.2.64,0.3.15,0.2.84,0.3.06,0.2.94,0.3.86,0.57  
4270 DATA .3.83,3.5,.87,5.2,09.4.2.3.73,0.1.25,0.4.76,0.2.99,0.1.46,0.4.09  
4280 DATA 0.2.14,0.2.5,0.3.85,0.2.65,0.1.34,0.3.2,0.4.71,0.1.55,0.1.68,0.1.46  
4290 DATA 0.1.98,0.3.01,0.3.25,0.3.42,0.3.25,0.4.18,0.4.22,0.4.27,0.2.13,0.3.85  
4300 DATA 0.2.15,0.2.0,1.76,0.2.5,0.1.85,0.2.85,0.2.78,0.2.91,0.3.45,0.77  
4310 DATA 0.2.15,0.1.95,0.3.0,2.22,0.2.3,0.3.2,0.3.36,0.1.82,0.4,0.4.54,0.2.91  
4320 DATA 0.1.98,0.1.43



Gráfica 1B. Curvas de retención de humedad correspondientes a cinco muestras de suelo tomadas a la profundidad de 0-20 centímetros de igual número de pozos de fertilidad, hechos en una parcela del CAE-FES.C, UNAM. (Obtenidas por el método de Olla y Membrana de Presión, en el Laboratorio de Física de Suelos del Colegio de Postgraduados, 1987).

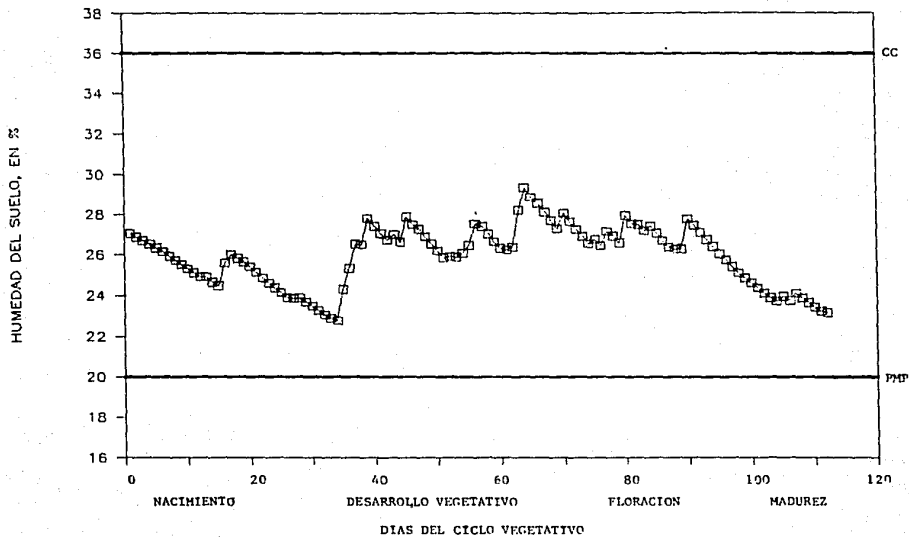


Gráfica 2B. Curvas de retención de humedad correspondientes a cinco muestras de suelo tomadas a la profundidad de 20-40 centímetros de igual número de pozos de fertilidad, hechos en una parcela del CAE-FES.C, UNAM. (Obtenidas por el método de Olla y Membrana de Presión, en el Laboratorio de Física de Suelos del Colegio de Postgraduados, 1987).

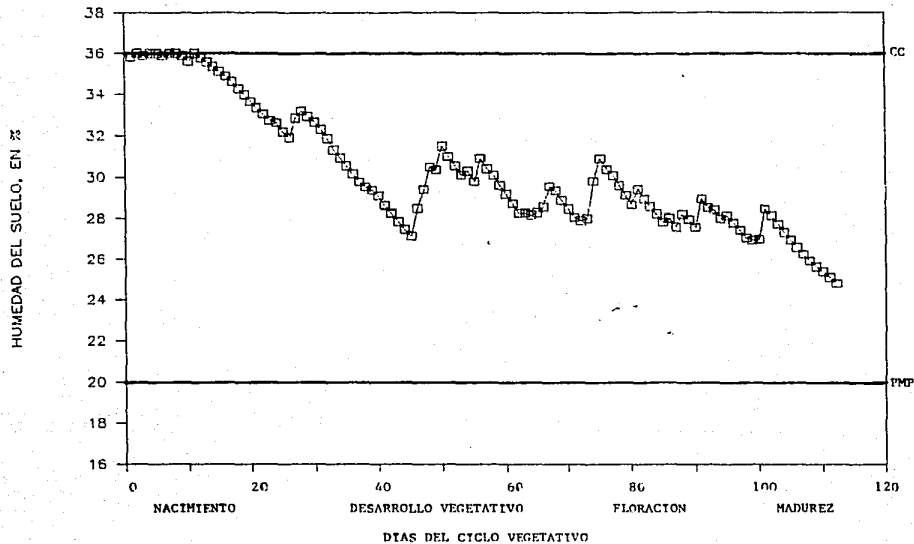


**APENDICE C**

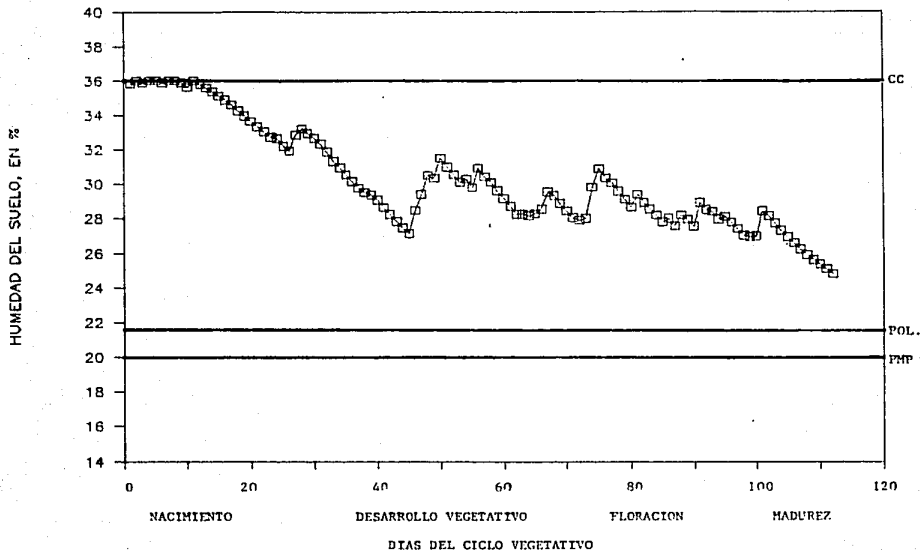
**Gráfica 1C. Variación de la "humedad real" del suelo (en porciento), obtenida en la simulación, en el ciclo vegetativo del sorgo forrajero, bajo condiciones de temporal, siendo la fecha de siembra el 26-V-82.**



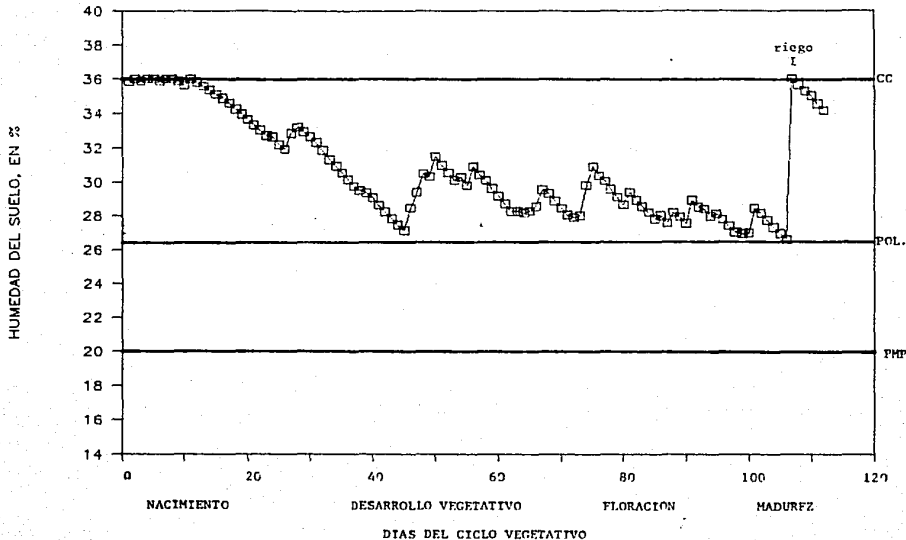
Gráfica 2C. Variación de la "humedad real" del suelo (en porcentaje), obtenida en la simulación, en el ciclo vegetativo del sorgo forrajero, bajo la política de Punta de Riego, siendo la fecha de siembra el 15-V-82.



Gráfica 3C. Variación de la "humedad real" del suelo (en porciento), obtenida en la simulación, en el ciclo vegetativo del sorgo forrajero, bajo la política del 10% de H.A., siendo la fecha de siembra el 15-V-82.



Gráfica 4C. Variación de la "humedad real" del suelo (en porciento), obtenida en la simulación, en el ciclo vegetativo del sorgo forrajero, bajo la política del 40% de H.A., siendo la fecha de siembra el 15-V-82.



Gráfica 5C. Variación de la "humedad real" del suelo (en por ciento), obtenida en la simulación, en el ciclo vegetativo del sorgo forrajero, bajo la política del 70% de H.A., siendo la fecha de siembra el 15-V-82.

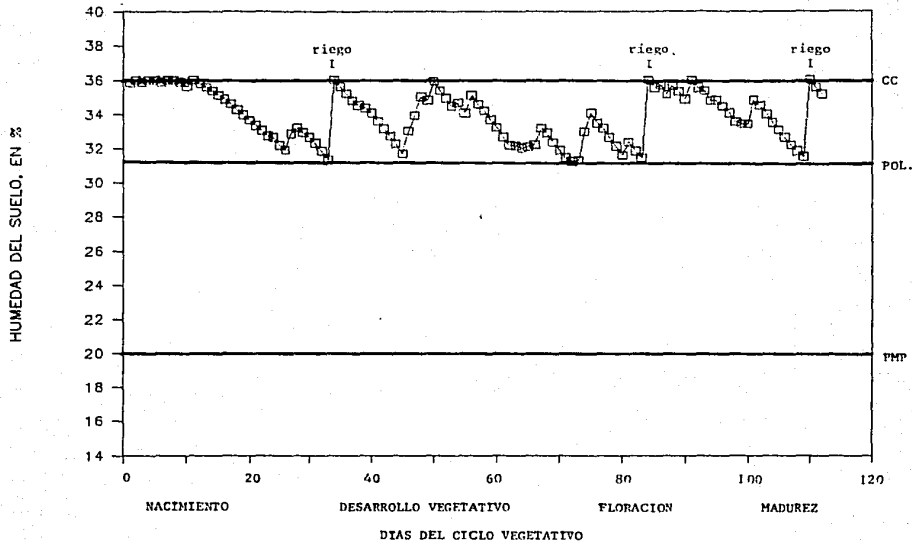




Tabla 1C. Producción obtenida en la simulación del año seco (1982) y lámina de agua neta, aplicada al cultivo del maíz forrajero, en las diferentes fechas de siembra y políticas de humedad aprovechable.

Política de H.A. <sup>2</sup>	Fecha de siembra <sup>1</sup>	Lluvia efect. durante C.V.* mm	No. de riegos durante el C.V.	Lámina total <sup>2</sup> durante C.V. mm	Producción del cultivo ton/ha.
Temporal	mayo 26	248.40	0	326.75	33.19
Punta de riego	A	237.28	1, de punta <sup>3</sup>	379.74	39.79
	B	288.68	"	431.14	54.07
	C	327.58	"	470.04	57.49
	D	333.23	"	475.69	54.87
	E	307.13	"	449.59	54.04
	F	258.10	"	400.56	51.52
	G	268.44	"	410.90	53.02
10% de H.A.	A	237.28	"	379.74	39.79
	B	288.68	"	431.14	54.07
	C	327.58	"	470.04	57.49
	D	333.23	"	475.69	54.87
	E	307.13	"	449.59	54.04
	F	258.10	"	400.56	51.52
21.6% de H.R. <sup>3</sup>	G	268.44	"	410.90	53.02
40% de H.A.	A	237.28	2	550.70	68.88
	B	288.68	1	516.62	70.19
	C	327.58	1	555.52	71.07
	D	333.23	2	475.69	62.17
	E	307.13	1	535.07	68.90
	F	258.10	1	486.04	70.35
26.4% de H.R.	G	268.44	1	496.38	72.95
70% de H.A.	A	237.28	5	593.44	73.41
	B	288.68	3	559.36	75.25
	C	327.58	3	598.26	76.56
	D	333.23	3	603.91	75.38
	E	307.13	3	577.81	76.11
	F	258.10	4	571.52	76.33
31.2% de H.R.	G	268.44	3	539.12	77.59

<sup>2</sup> HUMEDAD APROVECHABLE;

<sup>3</sup> CICLO VEGETATIVO

<sup>1</sup> A=15 ago; B=1 abr; C=15 abr; D=1 may; E=15 may; F=1 jun; G=15 jun.

<sup>2</sup> Lluvia efectiva durante el Ciclo Vegetativo + lámina total de riego.

<sup>3</sup> "HUMEDAD REAL" DEL SUELO

NOTA En las Políticas de H.A. 10, 40 y 70%, en el número de riegos anotado no es considerado el riego de punta.

Tabla 2C. Producción obtenida en la simulación del año medio (1978) y lámina de agua neta, aplicada al cultivo del maíz forrajero, en las diferentes fechas de siembra y políticas de humedad aprovechable.

Política de H.A.**	Fecha de siembra <sup>1</sup>	Lluvia efect. durante C.V.* mm	No. de riegos durante el C.V.	Lámina total <sup>2</sup> durante C.V. mm	Producción del cultivo ton/ha.
Temporal	Junio 9	409.72	0	496.09	76.45
Punta de riego	A	274.65	1, de punta*	417.11	51.58
	B	275.95	"	418.41	57.23
	C	348.70	"	491.16	69.48
	D	380.60	"	523.06	74.42
	E	389.50	"	531.96	76.33
	F	419.51	"	561.97	76.66
	G	396.32	"	538.78	78.08
10% de H.A.	A	274.65	"	417.11	51.58
	B	275.95	"	418.41	57.23
	C	348.70	"	491.16	69.48
	D	380.60	"	523.06	74.42
	E	389.50	"	531.96	76.33
	F	419.51	"	561.97	76.66
	G	396.32	"	538.78	78.08
21.6% de H.R. <sup>3</sup>	A	274.65	2	588.07	69.48
	B	275.95	1	503.89	71.47
	C	348.70	1	576.64	73.39
	D	380.60	"	523.64	74.42
	E	389.50	"	531.96	76.33
	F	419.51	"	561.97	76.66
	G	396.32	"	538.78	78.08
40% de H.A.	A	274.65	4	588.07	72.40
	B	275.95	4	589.37	74.74
	C	348.70	3	619.38	76.71
	D	380.60	2	608.54	76.19
	E	389.50	1	574.70	77.60
	F	419.51	1	604.71	78.70
	G	396.32	1	581.78	79.11
70% de H.A.	A	274.65	4	588.07	72.40
	B	275.95	4	589.37	74.74
	C	348.70	3	619.38	76.71
	D	380.60	2	608.54	76.19
	E	389.50	1	574.70	77.60
	F	419.51	1	604.71	78.70
	G	396.32	1	581.78	79.11

\*\* HUMEDAD APROVECHABLE;

\* CICLO VEGETATIVO

<sup>1</sup> A=15 marzo; B=15 abril; C=15 mayo; D=15 junio; E=15 julio; F=15 agosto; G=15 septiembre.

<sup>2</sup> Lluvia efectiva durante el Ciclo Vegetativo + lámina total de riego.

<sup>3</sup> "HUMEDAD REAL" DEL SUELO

NOTA En las Políticas de H.A. 10, 40 y 70%, en el número de riegos anotado no es considerado el riego de punta.

**Tabla 3C. Producción obtenida en la simulación del año húmedo (1980) y lámina de agua neta, aplicada al cultivo del maíz forrajero, en las diferentes fechas de siembra y políticas de humedad aprovechable.**

Política de H.A. <sup>1</sup>	Fecha de siembra <sup>2</sup>	Lluvia efect. durante C.V. <sup>3</sup> mm	No. de riegos durante el C.V.	Lámina total <sup>2</sup> durante C.V. mm	Producción del cultivo ton/ha.
Temporal	mayo 15	464.04	0	555.75	59.77
Punta de riego	A	297.68	1, de punta <sup>4</sup>	440.14	51.46
	B	374.15	"	516.61	61.13
	C	429.94	"	572.40	68.43
	D	473.13	"	615.59	71.51
	E	464.04	"	606.50	74.74
	F	479.33	"	621.79	77.10
	G	506.66	"	649.12	72.60
10% de H.A.	A	297.68	"	440.14	51.46
	B	374.15	"	516.61	61.13
	C	429.94	"	572.40	68.43
	D	473.13	"	615.59	71.51
	E	464.04	"	606.50	74.74
	F	479.33	"	621.79	77.10
21.6% de H.R. <sup>5</sup>	G	506.66	"	649.12	72.60
40% de H.A.	A	297.68	1	525.62	64.44
	B	374.15	1	602.09	71.97
	C	429.94	1	657.88	75.15
	D	473.13	2	615.59	71.51
	E	464.04	2	606.50	74.74
	F	479.33	2	621.79	77.10
26.4% de H.R.	G	506.66	2	649.12	74.96
70% de H.A.	A	297.68	3	568.36	71.13
	B	374.15	4	730.31	75.05
	C	429.94	3	700.62	77.17
	D	473.13	2	701.07	74.82
	E	464.04	1	649.24	75.84
	F	479.33	2	707.27	77.66
31.2% de H.R.	G	506.66	1	691.86	78.28

<sup>00</sup> HUMEDAD APROVECHABLE;

<sup>00</sup> CICLO VEGETATIVO

<sup>1</sup> A=15 mzo; B=1 abr; C=15 may; D=1 jun; E=15 may; F=1 jun; G=15 jun.

<sup>2</sup> Lluvia efectiva durante el Ciclo Vegetativo + lámina total de riego.

<sup>3</sup> "HUMEDAD REAL" DEL SUELO

NOTA En las Políticas de H.A. 10, 40 y 70%, en el número de riegos anotado no es considerado el riego de punta.

Tabla 4C. Producción obtenida en la simulación del año seco (1982) y lámina de agua neta, aplicada al cultivo del sorgo forrajero, en las diferentes fechas de siembra y políticas de humedad aprovechable.

Política de H.A.**	Fecha de siembra <sup>1</sup>	Lluvia efect. durante C.V. <sup>2</sup> mm	No. de riegos durante el C.V.	Lámina total <sup>3</sup> durante C.V. mm	Producción, del cultivo ton/ha.
Temporal	mayo 26	246.90	0	325.25	21.78
Punta de riego	A	184.99	1, de punta*	327.45	35.06
	B	237.28	"	379.74	52.61
	C	283.68	"	426.14	58.04
	D	307.78	"	450.24	59.02
	E	296.63	"	439.09	59.63
	F	248.40	"	390.86	58.23
	G	229.54	"	372.00	49.14
10% de H.A.	A	184.99	"	327.45	35.06
	B	237.28	"	379.74	52.61
	C	283.68	"	426.14	58.04
	D	307.78	"	450.24	59.02
	E	296.63	"	439.09	59.63
	F	248.40	"	390.86	58.23
21.6% de H.R. <sup>4</sup>	G	229.54	"	372.00	49.14
40% de H.A.	A	184.99	2	498.41	61.93
	B	237.28	1	465.22	63.96
	C	283.68	1	511.62	67.90
	D	307.78	1	535.72	69.03
	E	296.63	1	524.57	62.35
	F	248.40	1	476.34	69.79
26.4% de H.R.	G	229.54	1	457.48	68.24
70% de H.A.	A	184.99	5	541.15	69.50
	B	237.28	4	550.70	60.95
	C	283.68	2	511.46	70.51
	D	307.78	3	578.46	72.10
	E	296.63	2	524.57	72.32
	F	248.40	2	476.34	72.72
31.2% de H.R.	G	229.54	3	500.22	72.29

\*\* HUMEDAD APROVECHABLE;

\* CICLO VEGETATIVO

<sup>1</sup> A=15 ago; B=1 abr; C=15 abr; D=1 may; E=15 may; F=1 jun; G=15 jun.

<sup>2</sup> Lluvia efectiva durante el Ciclo Vegetativo + lámina total de riego.

<sup>3</sup> "HUMEDAD REAL" DEL SUELO

NOTA En las Políticas de H.A. 10, 40 y 70%, en el número de riegos anotado no es considerado el riego de punta.

Tabla 5C. Producción obtenida en la simulación del año medio (1978) y lámina de agua neta, aplicada al cultivo del sorgo forrajero, en las diferentes fechas de siembra y políticas de humedad aprovechable.

Política de H.A.**	Fecha de siembra <sup>1</sup>	Lluvia efect. durante C.V. <sup>3</sup> mm	No. de riegos durante el C.V.	Lámina total <sup>2</sup> durante C.V. mm	Producción del cultivo ton/ha.
Temporal	junio 9	335.70	0	422.07	42.28
Punta de riego	A	243.85	1, de punta <sup>4</sup>	386.31	51.42
	B	231.27	"	373.73	56.56
	C	267.85	"	410.31	65.42
	D	314.76	"	457.22	71.07
	E	351.20	"	493.66	71.16
	F	360.39	"	502.85	72.31
	G	324.80	"	467.26	72.82
10% de H.A.	A	243.85	"	386.31	51.42
	B	231.27	"	373.73	56.56
	C	267.85	"	410.31	65.42
	D	314.76	"	457.22	71.07
	E	351.20	"	493.66	71.16
21.6% de H.R. <sup>5</sup>	F	360.39	"	502.85	72.31
	G	324.80	"	467.26	72.82
40% de H.A.	A	243.85	2	557.27	62.27
	B	231.27	1	459.21	67.44
	C	267.85	1	495.79	69.66
	D	314.76	"	457.22	71.07
	E	351.20	"	493.66	71.16
26.4% de H.R.	F	360.39	"	502.85	72.32
	G	324.80	"	467.26	72.82
70% de H.A.	A	243.85	4	557.27	68.37
	B	231.27	3	501.95	70.59
	C	267.85	3	538.53	71.92
	D	314.76	1	498.96	72.22
	E	351.20	1	536.40	72.52
	F	360.39	1	545.59	73.27
31.2% de H.R.	G	324.80	1	510.00	73.16

\*\* HUMEDAD APROVECHABLE;

\* CICLO VEGETATIVO

<sup>1</sup> A=15 ago; B=1 abr; C=15 abr; D=1 may; E=15 may; F=1 jun; G=15 jun.

<sup>2</sup> Lluvia efectiva durante el Ciclo Vegetativo + lámina total de riego.

<sup>3</sup> "HUMEDAD REAL" DEL SUELO

NOTA En las Políticas de H.A. 10, 40 y 70%, en el número de riegos anotado no es considerado el riego de punta.

Tabla 6C. Producción obtenida en la simulación del año húmedo (1980) y lámina de agua neta, aplicada al cultivo del sorgo forrajero, en las diferentes fechas de siembra y políticas de humedad aprovechable.

Política de H.A.**	Fecha de siembra <sup>1</sup>	Lluvia efect. durante C.V.* mm	No. de riegos durante el C.V.	Lámina total* durante C.V. mm	Producción del cultivo ton/ha.
Temporal	mayo 15	395.05	0	486.76	32.49
Punta de riego	A	224.97	1, de punta*	367.43	48.54
	B	256.40	"	398.40	52.18
	C	290.34	"	432.80	60.08
	D	422.44	"	564.90	63.43
	E	395.05	"	537.51	69.14
	F	434.61	"	577.07	73.49
	G	479.33	"	621.79	73.12
10% de H.A.	A	224.97	"	367.43	48.54
	B	256.40	"	398.40	52.18
	C	290.34	"	432.80	60.08
	D	422.44	"	564.90	63.43
	E	395.05	"	537.51	69.14
	F	434.61	"	577.07	73.49
	G	479.33	"	621.79	73.12
21.6% de H.R. <sup>3</sup>	A	224.97	"	367.43	48.54
	B	256.40	"	398.40	52.18
	C	290.34	"	432.80	60.08
	D	422.44	"	564.90	63.43
	E	395.05	"	537.51	69.14
	F	434.61	"	577.07	73.49
	G	479.33	"	621.79	73.12
40% de H.A.	A	224.97	1	452.91	60.07
	B	256.40	1	483.88	63.86
	C	290.34	1	518.28	67.10
	D	422.44	*	564.90	63.43
	E	395.05	*	537.51	69.14
	F	434.61	*	577.07	73.49
	G	479.33	*	621.79	73.12
26.4% de H.R.	A	224.97	4	538.39	69.08
	B	256.40	4	569.36	68.19
	C	290.34	3	561.02	69.31
	D	422.44	3	693.12	71.26
	E	395.05	2	662.55	72.88
	F	434.61	*	577.07	73.49
	G	479.33	*	621.79	73.12
70% de H.A.	A	224.97	4	538.39	69.08
	B	256.40	4	569.36	68.19
	C	290.34	3	561.02	69.31
	D	422.44	3	693.12	71.26
	E	395.05	2	662.55	72.88
	F	434.61	*	577.07	73.49
	G	479.33	*	621.79	73.12

\*\* HUMEDAD APROVECHABLE; \* CICLO VEGETATIVO

1 A=15 mzo; B=1 abr; C=15 abr; D=1 may; E=15 may; F=1 jun; G=15 jun.

2 Lluvia efectiva durante el Ciclo Vegetativo + lámina total de riego.

3 "HUMEDAD REAL" DEL SUELO

NOTA En las Políticas de H.A. 10, 40 y 70%, en el número de riegos anotado no es considerado el riego de punta.

Tabla 7C. Producción obtenida en la simulación del año seco (1982) y lámina de agua neta, aplicada al cultivo del maíz de grano, en las diferentes fechas de siembra y políticas de humedad aprovechable.

Política de H.A. <sup>1</sup>	Fecha de siembra <sup>2</sup>	Lluvia efect. durante C.V. <sup>3</sup> mm	No. de riegos durante el C.V.	Lámina total <sup>4</sup> durante C.V. mm	Producción del cultivo ton/ha.
Temporal	mayo 26	273.00	0	351.35	2.85
Punta de riego	A	274.18	1, de punta <sup>5</sup>	416.64	2.20
	B	322.37	"	464.83	3.50
	C	343.83	"	486.29	4.33
	D	338.23	"	480.69	4.66
	E	307.13	"	449.59	4.75
	F	287.30	"	429.76	5.15
G	268.44	"	410.90	4.33	
10% de H.A.	A	274.18	"	416.64	2.20
	B	322.37	"	464.83	3.50
	C	343.83	"	486.29	4.33
	D	338.23	"	480.69	4.66
	E	307.17	"	449.59	4.75
	F	287.30	"	429.76	5.15
G	268.44	"	410.90	4.33	
21.6% de H.R. <sup>6</sup>	A	274.18	2	587.60	4.73
	B	322.37	1	550.31	5.51
	C	343.83	1	571.77	6.05
	D	338.23	2	651.65	6.24
	E	307.17	1	535.07	5.33
	F	287.30	2	600.72	5.95
G	268.44	1	496.38	5.83	
40% de H.A.	A	274.18	6	673.08	6.00
	B	322.37	4	635.79	6.27
	C	343.83	3	614.51	6.47
	D	338.23	4	651.65	6.56
	E	307.17	4	620.55	6.59
	F	287.30	4	600.72	6.60
G	268.44	4	581.86	6.62	

<sup>1</sup> = HUMEDAD APROVECHABLE;

<sup>2</sup> = CICLO VEGETATIVO

<sup>3</sup> A=15 ago; B=1 abr; C=15 abr; D=1 may; E=15 may; F=1 jun; G=15 jun.

<sup>4</sup> = Lluvia efectiva durante el Ciclo Vegetativo + lámina total de riego.

<sup>5</sup> = "HUMEDAD REAL" DEL SUELO

NOTA En las Políticas de H.A., 10, 40 y 70%, en el número de riegos anotado no es considerado el riego de punta.

Tabla 8C. Producción obtenida en la simulación del año medio (1978) y lámina de agua neta, aplicada al cultivo del maíz de grano, en las diferentes fechas de siembra y políticas de humedad aprovechable.

Política de H.A.**	Fecha de siembra <sup>1</sup>	Lluvia efect. durante C.V. <sup>3</sup> mm	No. de riegos durante el C.V.	Lámina total <sup>2</sup> durante C.V. mm	Producción del cultivo ton/ha.
Temporal	junio 9	409.72	0	496.09	6.43
Punta de riego	A	320.86	1, de punta*	463.32	3.39
	B	313.23	"	455.69	4.37
	C	368.50	"	510.96	5.53
	D	389.40	"	531.86	6.27
	E	418.45	"	560.91	6.46
	F	463.35	"	605.81	6.60
	G	412.10	"	554.56	6.70
10% de H.A.	A	320.86	"	463.32	3.39
	B	313.23	"	455.69	4.37
	C	368.50	"	510.96	5.53
	D	389.40	"	531.86	6.27
	E	418.45	"	560.91	6.46
	F	463.35	"	605.81	6.60
	G	412.10	"	554.56	6.70
21.6% de H.R. <sup>3</sup>	A	320.86	2	634.28	5.37
	B	313.23	1	541.17	6.02
	C	368.50	1	596.44	6.16
	D	389.40	*	531.86	6.27
	E	418.45	*	560.91	6.46
	F	463.35	*	605.81	6.60
	G	412.10	*	554.56	6.70
40% de H.A.	A	320.86	2	634.28	5.37
	B	313.23	1	541.17	6.02
	C	368.50	1	596.44	6.16
	D	389.40	*	531.86	6.27
	E	418.45	*	560.91	6.46
	F	463.35	*	605.81	6.60
	G	412.10	*	554.56	6.70
26.4% de H.R.	A	320.86	4	634.28	6.14
	B	313.23	4	626.65	6.42
	C	368.50	3	639.18	6.35
	D	389.40	2	617.34	6.47
	E	418.45	1	646.39	6.70
	F	463.35	1	648.55	6.63
	G	412.10	1	597.30	6.79
70% de H.A.	A	320.86	4	634.28	6.14
	B	313.23	4	626.65	6.42
	C	368.50	3	639.18	6.35
	D	389.40	2	617.34	6.47
	E	418.45	1	646.39	6.70
	F	463.35	1	648.55	6.63
	G	412.10	1	597.30	6.79

\*\* HUMEDAD APROVECHABLE;

\* CICLO VEGETATIVO

<sup>1</sup> A=15 mzo; B=1 abr; C=15 abr; D=1 may; E=15 may; F=1 jun; G=15 jun.

<sup>2</sup> Lluvia efectiva durante el Ciclo Vegetativo + lámina total de riego.

<sup>3</sup> "HUMEDAD REAL" DEL SUELO

NOTA En las Políticas de H.A. 10, 40 y 70%, en el número de riegos anotado no es considerado el riego de punta.



Tabla 9C. Producción obtenida en la simulación del año húmedo (1980) y lámina de agua neta, aplicada al cultivo del maíz de grano, en las diferentes fechas de siembra y políticas de humedad aprovechable.

Política de H.A.**	Fecha de siembra <sup>1</sup>	Lluvia efect. durante C.V.* mm	No. de riegos durante el C.V.	Lámina total <sup>2</sup> durante C.V. mm	Producción del cultivo ton/ha.
Temporal	mayo 15	560.00	0	651.71	5.94
Punta de riego	A	356.04	1, de punta*	498.50	3.13
	B	454.07	"	596.53	3.88
	C	450.84	"	593.30	4.69
	D	507.73	"	650.19	5.39
	E	504.15	"	646.61	6.45
	F	479.33	"	621.79	6.59
	G	527.60	"	670.06	6.55
10% de H.A.	A	356.04	"	498.50	3.13
	B	454.07	"	596.53	3.88
	C	450.84	"	593.30	4.69
	D	507.73	"	650.19	5.39
	E	504.15	"	646.61	6.45
	F	479.33	"	621.79	6.59
21.6% de H.R. <sup>3</sup>	G	527.60	"	670.06	6.55
40% de H.A.	A	356.04	1	583.98	4.69
	B	454.07	1	682.01	5.39
	C	450.84	1	678.78	5.95
	D	507.73	1	735.67	6.23
	E	504.15	"	646.61	6.45
	F	479.33	"	621.79	6.59
26.4% de H.R.	G	527.60	1	755.54	6.59
70% de H.A.	A	356.04	5	712.20	5.78
	B	454.07	4	767.49	5.80
	C	450.84	3	721.52	6.22
	D	507.73	3	778.41	6.60
	E	504.15	1	689.35	6.78
	F	479.33	2	707.27	6.62
31.2% de H.R.	G	527.60	2	755.54	6.65

\*\* HUMEDAD APROVECHABLE;

\* CICLO VEGETATIVO

<sup>1</sup> A=15 marzo; B=1 abril; C=15 abril; D=1 mayo; E=15 mayo; F=1 junio; G=15 junio.

<sup>2</sup> Lluvia efectiva durante el Ciclo Vegetativo + lámina total de riego.

<sup>3</sup> "HUMEDAD REAL" DEL SUELO

NOTA En las Políticas de H.A. 10, 40 y 70%, en el número de riegos anotado no es considerado el riego de punta.