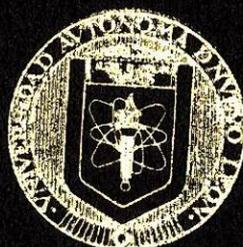


UNIVERSIDAD AUTONOMA DE NUEVO LEON

FACULTAD DE AGRONOMIA



DETERMINACION DE LOS COEFICIENTES DE
DESARROLLO (K_d), DE CULTIVO (K_c), GLOBAL
(K) Y DEL TANQUE EVAPORIMETRO (C), PARA EL
CULTIVO DEL TRIGO (*Triticum aestivum*) EN LA
REGION DE MARIN, N. L.

TESIS

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE
INGENIERO AGRONOMO FITOTECNISTA
PRESENTA
DANIEL GONZALEZ CARAVANTES

MARIN, N. L.

DICIEMBRE DE 1981

40
FA 16
1981

T

S615

G6

C.1



1080060815

UNIVERSIDAD AUTONOMA DE NUEVO LEON

FACULTAD DE AGRONOMIA



DETERMINACION DE LOS COEFICIENTES DE
DESARROLLO (K_d), DE CULTIVO (K_c), GLOBAL
(K') Y DEL TANQUE EVAPORIMETRO (C), PARA EL
CULTIVO DEL TRIGO (*Triticum aestivum*) EN LA
REGION DE MARIN, N. L.

TESIS

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE
INGENIERO AGRONOMO FITOTECNISTA

PRESENTA

DANIEL GONZALEZ CARAVANTES

MARIN, N. L.

DICIEMBRE DE 1981

7
SF615
66

040.633
FA 18
19 81



Biblioteca Central
Magna Solidaridad

F. tesis



FONDO
TESIS LICENCIATURA

A mi Abuelita:

SRA. AURELIA NORIEGA Vda. de CARAVANTES

A quien siempre he admirado por su noble ejemplo, me permito ofrecerle este trabajo con todo cariño y gratitud, en retribución de los sacrificios y la abnegación con que hizo de mí un hombre de bien y me permitió obtener una carrera.

Con todo cariño para mis padres:

SR. JESUS GONZALEZ RODRIGUEZ

SRA. ROSA CARAVANTES NORIEGA

Por todos los consejos y apoyo que me dieron durante mis estudios.

A mis abuelitos paternos:

SR. FRANCISCO GONZALEZ SILVA (†)

SRA. JOSEFINA RODRIGUEZ Vda. de GZZ.

Por su apoyo y comprensión durante el desarrollo de mi carrera.

A mi tío:

SR. J. ROBERTO GONZALEZ RODRIGUEZ

Por su ayuda tan constante y desinteresada.

A todos mis familiares:

Que de alguna y otra forma me ayudaron en la realización de mi carrera.

A mis asesores:

ING. CARLOS H. SANCHEZ SAUCEDO

ING. BENJAMIN S. IBARRA RUIZ

Mi más sincero agradecimiento, por su valiosa ayuda en la realización de este experimento.

A mis compañeros y amigos.

I N D I C E

	Página
INTRODUCCION	1
LITERATURA REVISADA	3
1.- Función del agua en la planta	3
2.- Consumo de agua por la planta	4
2.1.- Evapotranspiración ó Uso Consuntivo.	5
2.2.- Determinación de la evapotranspiración.....	9
3.- Coeficientes de relación agua-suelo planta-clima al determinar evapotranspiración	11
3.1.- Coeficiente (K) utilizado en el método de Blaney-Criddle para estimar la evapotranspiración en base a datos climáticos	21
3.2.- Coeficientes utilizados en los procedimientos para estimar evapotranspiración en base a la evaporación del tanque evaporímetro	26
3.3.- Coeficientes utilizados al estimar evapotranspiración en el campo de cultivo	29
3.4.- Curvas "únicas" para estimar el coeficiente, K	31

	Página
MATERIALES Y METODOS	34
1.- Materiales utilizados durante el experi- mento	35
2.- Métodos	36
2.1.- Especificaciones del diseño experi- mental	38
2.2.- Desarrollo del experimento	38
2.2.1.- Determinación de las carac- terísticas físicas y quími- cas del terreno.....	40
2.2.2.- Preparación del terreno...	40
2.2.3.- Siembra y fertilización...	41
2.2.4.- Instalación del tanque eva- porímetro tipo "A"	41
2.2.5.- Datos climáticos recopila- dos durante el experimento.	41
2.2.6.- Características del agua .	42
2.2.7.- Determinación de las cons- tantes de humedad	42
2.2.8.- Determinación de la Densi- dad Aparente	43
2.2.9.- Riegos	43
2.2.10.- Cálculo del tiempo de rie- go	44
2.2.11.- Plagas	45
2.2.12.- Enfermedades	46
2.2.13.- Cosecha	46
2.3.- Determinación de los coeficientes de desarrollo del cultivo de trigo.	46
2.3.1.- Determinación del uso con-	

	Página
suntivo utilizando el método gravimétrico	47
2.3.2.- Formación de la curva de desarrollo del trigo	48
2.4.- Estimación de la constante C para el tanque evaporímetro según Penman	49
2.4.1.- Determinación de los valores parciales de C para cada uno de los períodos de muestreo de humedad	50
2.5.- Estimación del coeficiente global (K') del cultivo de trigo mediante el método de Blaney-Criddle.	51
RESULTADOS Y DISCUSION	57
CONCLUSIONES	79
RECOMENDACIONES	81
RESUMEN	82
BIBLIOGRAFIA	85
APENDICE	88

INDICE DE CUADROS

CUADRO No.		Página
1	Valores del coeficiente de cultivo - (K).	23
2	Resultados de la determinación de -- los Valores de Capacidad de Campo - (CC) y Punto de Marchitez Permanente (PMP)	42
3	Valores de la densidad aparente para cada uno de los tres estratos	43
4 al 7	Cálculo del coeficiente global (K') del cultivo de trigo (<u>Triticum aesti-</u> <u>tivum</u>) para los 4 tratamientos	53-56
8	Consumos de humedad durante el ciclo vegetativo del trigo (<u>Triticum aesti-</u> <u>tivum</u>) para los 4 tratamientos	58
9	Comparación de los valores de los coeficientes de cultivo (Kc) observa- dos en los 4 tratamientos, con los valores propuestos	70
10	Datos de uso consuntivo por período, en cms. para el cálculo de los valo- res de C por período para los 4 tra- tamientos	74

CUADRO No.		Página
11	Cálculo de los valores de C correspondientes a cada período del ciclo vegetativo del trigo, para los 4 tratamientos	75
12 al 14	Análisis del suelo del lote experimental para los 3 estratos	89-91
15	Datos diarios de temperatura Máxima, Mínima y Media, Precipitación y Evaporación durante el ciclo del cultivo	92
16	Resultados de los análisis de agua antes de cada riego	97
17	Porcentaje de humedad al momento del muestreo de los 4 diferentes tratamientos	98
18 al 21	Control de humedad durante el ciclo vegetativo del trigo para los 4 tratamientos	99-102
22 al 25	Cálculo de los consumos de humedad durante el ciclo vegetativo del trigo para los 4 tratamientos	103-106
26 al 29	Cálculo de los valores del coeficiente de desarrollo del trigo, para los 4 tratamientos	107-110

INDICE DE FIGURAS

FIGURA No.		Página
1	Curvas típicas de K para un cultivo anual, un cultivo permanente de tipo forrajeras y un cultivo permanente tipo frutal	14
2	Otros ejemplos de curvas típicas de K	15
3	Relaciones que vinculan el contenido hídrico del suelo (W) con la succión matricial (SM)	18
4	Curvas de variación de Kc en función del porcentaje del ciclo vegetativo - para diferentes cultivos	25
5	Marcha de Etp y Ev en las condiciones del trópico	28
6	Curva "única" de Hansen que relaciona la evapotranspiración relativa K con el crecimiento y maduración relativa	33
7	Croquis del experimento y distribución de los tratamientos en el diseño de bloques al azar.....	39

FIGURA No.		Página
8 a la 11	Gráficas del control de la humedad - del suelo para los 4 tratamientos...	59-62
12 a la 15	Curvas de desarrollo del cultivo de trigo para los 4 tratamientos	64-67
16	Gráfica comparativa de las curvas de desarrollo del trigo de los 4 trata- mientos	68
17	Gráfica comparativa de los valores - de los coeficientes de desarrollo - (Kc) de los 4 tratamientos, con los valores propuestos	71
18	Gráfica de los valores parciales de C en cada uno de los períodos de - - muestreo de humedad para los 4 tra-- tamientos	76
19	Gráfica de los valores parciales de C en cada uno de los períodos de - - muestreo de humedad para los trata-- mientos 1 y 2	77
20	Desarrollo fenológico del cultivo, desde la siembra a la cosecha, mues- treos de humedad y riegos aplicados.	111
21 a la 24	Gráficas de evaporación y uso consun- tivo para la formación de la curva -	

FIGURA No.

Página

de desarrollo para los 4 tratamien--
tos 112-115

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

El agua es un factor limitante para la expansión de áreas irrigadas y para la producción de comestibles, mientras aumenta la población, la competencia para el abastecimiento de agua hace necesaria la conservación y el uso eficiente del agua.

El ahorro de agua de irrigación raras veces existe donde hay suficiente. Cuando hay un abastecimiento deficiente de agua, o cuando es muy escasa o muy cara, los métodos de conservación adquieren mayor importancia.

En las últimas décadas se ha incrementado el interés en determinar la cantidad necesaria y suficiente del agua de riego por aplicar a los diversos cultivos, no sólo para planeaciones anuales, sino a lo largo de su desarrollo vegetativo, recalcando la etapa o etapas de mayor demanda y el momento crítico en que la aplicación del riego tenga la máxima influencia sobre la producción.

Cada vez aumentan más los problemas y gastos planteados por el elemento básico agua, para su obtención y operación óptima, ya sea en zonas áridas donde es escasa y su presencia requiere el traslado desde grandes distancias pa

ra desarrollar una zona agrícola, o en zonas muy húmedas - donde se requiere drenaje y captación para eliminar exce-- sos y regularizar el régimen de escurrimiento.

Por desgracia la estimación de las necesidades de --- agua por los cultivos requiere datos de difícil obtención directa, ya sea por la carencia de instrumentos, insufi- - ciencia de registros o personal que los opere. De ahí que las estimaciones de consumo y pérdidas de agua sean sobre factores climáticos, edáficos y fisiológicos.

La obtención de procedimientos que permitan estimar - con precisión aceptable el uso consuntivo de agua por los cultivos han sido motivo de extensa discusión, lo cierto - es que constituyen excelentes herramientas que apropiada-- mente usadas, se transforman en un valioso auxiliar al al- cance del proyectista.

En el presente trabajo se pretende determinar coefi-- cientes de desarrollo para el cultivo del trigo, los cua-- les puedan utilizarse en los programas de riego que se lle-- ven a cabo en la región de Marín, N. L., determinando así la cantidad necesaria y suficiente del agua de riego por - aplicar a dicho cultivo y de esta manera poder aprovechar- la con eficiencia.

LITERATURA REVISADA

1.- FUNCION DEL AGUA EN LA PLANTA

Casi todos los procesos vegetales están directa o indirectamente afectados por el abastecimiento de agua. La actividad metabólica de células y plantas por ejemplo, se encuentra muy relacionada con el contenido de agua, lo que hace resaltar la importancia de su estudio.

Más del 90% de las estructuras vivas de las células (protoplasma) consiste de agua, las paredes de todas las células vegetales vivas están impregnadas de agua y una gran parte del volumen de esas células está ocupado por vacuolas llenas de jugo celular, agua con varias sustancias disueltas.

El agua constituye el 80% o más del peso fresco de la mayoría de las partes de las plantas herbáceas y más del 50% del peso fresco de las plantas leñosas. Aguilera (1980)

Las reacciones metabólicas tales como fotosíntesis, fosforilación oxidativa e ionización de ácidos y bases, son ejemplos clásicos de la intervención del agua en los

procesos vitales del vegetal.

Una de las funciones más obvias del agua es la de mantener en turgencia las células vegetales, así, la forma -- que adquieren las plantas no leñosas se debe en gran parte a la turgencia. Vega (1976)

2.- CONSUMO DE AGUA POR LA PLANTA.

El agricultor de las regiones húmedas depende del -- agua utilizable almacenada en su suelo y de las precipitaciones registradas durante el período vegetativo de sus -- cultivos, y no es raro que los rendimientos que obtenga -- sean bajos debido a la insuficiencia de agua durante los -- períodos críticos. La utilización eficaz del agua, en las regiones áridas y semiáridas es, incluso de mayor importancia todavía. Israelsen (1963)

Puesto que diferentes cultivos desarrollan su sistema radicular a diferentes profundidades, es obvio que la cantidad total de humedad consumida por ellos, dependerá, además de la profundidad efectiva del sistema radicular, de -- las características de retención del agua del suelo. De los Santos (1971)

2.1.- EVAPOTRANSPIRACION O USO CONSUNTIVO

Desde hace varios años que se introdujo en la terminología el concepto de "uso consuntivo" del agua, de empleo general e indispensable utilización. Al definirlo se da a entender como "la cantidad de agua absorbida por un cultivo durante su ciclo vegetativo para ser transpirada o empleada por las plantas en la construcción de los tejidos vegetales más el agua evaporada desde el suelo donde se localiza el mismo".

De lo anterior se deduce que, el uso consuntivo del agua es igual a la evapotranspiración, ya que el agua utilizada por las plantas en la formación de tejidos no excede al 1% del total del agua empleada. Asumiendo que la evapotranspiración es la pérdida de agua en estado de vapor de un suelo cultivado hacia la atmósfera.

Esta pérdida de agua incluye la vaporización desde las capas superiores del suelo (evaporación) y la vaporización del agua tomada del suelo por las plantas (transpiración).

Para la vaporización de la precipitación (ó agua de aspersion) y rocío de las superficies de las plantas, el

término evaporación también se aplica, así como la vaporización del agua de superficies libres acuosas.

Al hablar de uso consuntivo del agua se refiere a "la cantidad de agua consumida sin posible recuperación, para que las plantas cultivadas se desarrollen completamente y maduren su cosecha; agua empleada por las mismas para - - transpirarla o acumularla en sus tejidos en diversas combinaciones, suspensiones o soluciones; o el agua que es evaporada a la atmósfera directamente desde el suelo y que no puede conservarse o recuperarse", así el uso consuntivo -- del agua para un período de tiempo considerado, será la -- cantidad promedio empleada por un cultivo entre riegos normales.

La variabilidad del uso consuntivo del agua depende de diversos factores, en su mayoría determinantes del desarrollo vegetativo de las plantas y del consumo del agua; ellos son:

Suelo.- (estructura, textura, fertilidad, salinidad, capacidad de retención de agua, profundidad, nivel - - freático, etc.)

Cultivo.- (especie, variedad, ciclo vegetativo, fase de -- desarrollo, fisiología intrínseca, etc.)

Agua.- (disponibilidad, prácticas de riego, eficiencia de

aplicación de riego, etc.).

Clima.- (temperatura, fotoperíodo, calor aprovechable, pre cipitación, estado higrométrico del aire, vientos, nubosidad, advección, etc.).

Los factores anteriormente enumerados, tienen influen cia los unos sobre los otros y nunca actúan independiente mente.

Diversos factores actúan solos o en combinación, para influenciar las cantidades de agua consumidas por las plan tas. Sus efectos no son necesariamente constantes, pero -- pueden diferir con la localidad y fluctuar de año a año. Algunos involucran el factor humano, otros están relacionada dos con las influencias naturales del medio ambiente y las características de crecimiento de las plantas.

De las influencias naturales las más importantes son: el clima, la provisión de agua, los suelos y la topografía. Los factores climáticos que afectan en especial al uso con sumtivo del agua son: la precipitación, la temperatura, la radiación solar, la humedad, el movimiento del viento, du ración de la etapa de crecimiento, latitud y luz solar.

De los Santos (1971)

El factor climatológico más importante que afecta la evapotranspiración es la radiación solar, porque es la --- fuente de energía necesaria para transferir el agua de un estado líquido a uno de vapor, tanto en la planta como en el suelo. La temperatura del suelo y el aire, así como, la humedad, la lluvia y el viento, también tienen influencia en la evapotranspiración de un cultivo.

Los factores correspondientes al suelo que afectan la evapotranspiración son: la cantidad de agua aprovechable - en la zona radicular, la temperatura del suelo, y la con-- centración de las sales. Cuando el suelo se encuentra húmedo cerca de su capacidad de campo, la planta obtiene el agua con relativa facilidad, pero a medida que la humedad se aproxima al punto de marchitez permanente se hace más - difícil para las raíces obtener el agua para la transpira-- ción. La temperatura del suelo afecta la viscosidad del - agua en el suelo, la presión de vapor, y la habilidad de las raíces para absorber agua. La pérdida de una apropia-- da aereación reducirá el crecimiento de las raíces y la -- parte superior de la planta, limitando así la tasa de la - transpiración. García (1979)

Etapa de desarrollo.- La etapa de desarrollo que es-- tá muy relacionada a la temperatura, ejerce un mayor efec--

to sobre el uso por etapas del agua por las plantas. La -
taza de transpiración varía durante la estación o tempora-
da de cultivo, y también varía con la fase del crecimiento
del cultivo aún considerando que la demanda evaporativa --
fuera constante. De los Santos (1971) y García (1979)

Latitud y luminosidad.- La latitud tiene influencia -
considerable en la cantidad del uso consuntivo del agua de
diversas plantas.

Debido al movimiento de la tierra y a la inclinación
del eje de la misma, las horas del día durante el verano -
son mayores en las latitudes boreales que en el ecuador.
Dado que el sol es la fuente de toda energía empleada en
el desarrollo de los cultivos y en la evaporación del - -
agua, esta duración mayor del día permite a las plantas -
continuar transpirando por un período mayor durante cada -
día lo que produce un efecto similar a la prolongación del
período de crecimiento. De los Santos (1971)

2.2.- DETERMINACION DE LA EVAPOTRANSPIRACION.

La estimación de la evapotranspiración se basa en só-
lidos principios físicos y de cultivos para los cuales se
pueden utilizar las ecuaciones para la evapotranspiración

potencial, considerando superficies libres de agua ó fórmulas basadas en datos meteorológicos, además existen métodos directos para medir la humedad del suelo, tales como - el gravimétrico, tensiómetro, resistencia eléctrica, aspersión de neutrones y lisímetros. Kramer (1974)

El diseñador de un sistema de riego rara vez puede - justificar el tiempo ó el presupuesto que se requiere para determinar la taza de evapotranspiración que ocurre en su área de interés para los cultivos en los cuales se planea usar el sistema. En lugar de ésto, él deberá obtener cuanto resultado exista en los estudios hechos en la localidad, resultados publicados de estudios hechos en otras áreas - de condiciones climáticas similares, y estimados teóricos. Sin embargo, él deberá de estar en antecedentes de las técnicas y variedad de los métodos usados para determinar o - medir la evapotranspiración de manera que pueda evaluar la validez y aplicabilidad de los datos de ET publicados para su área de interés. Algunos de los métodos más comunmente usados para determinar o medir la evapotranspiración son - el muestreo de la humedad en el suelo, los lisímetros, el balance del agua y el balance de energía. García (1979)

3.- COEFICIENTES DE RELACION AGUA-SUELO-PLANTA-CLIMA AL DETERMINAR EVAPOTRANSPIRACION.

Las variables características de la cobertura vegetal natural ó cultivada, de las condiciones edáficas y de los niveles de humedad en el suelo, tanto en las tres dimensiones del espacio como en la dimensión del tiempo, modifican los supuestos enumerados al definir Etp, actuando como factores de Etp de manera que:

$$Et = Etp \cdot K - - - - - (3.1)$$

Donde:

Etp es la evapotranspiración potencial.

Et es la evapotranspiración real ó actual, también denominada uso consuntivo.

K es un coeficiente que tiene en cuenta el efecto de la relación agua-suelo-planta.

De esta manera, Etp incluye aspectos de orden físico que dependen del clima, mientras que K, considera el efecto físico fisiológico que se deriva de la planta y el suelo.

El coeficiente K, y su variación a lo largo del ciclo, es una expresión de las características morfológicas y fisiológicas del cultivo y de la incidencia del ambiente edáfico, en cuanto al volumen del suelo explorado por las raíces y la disponibilidad de nutrientes, agua y aire. Limitaciones al respecto, para las mismas condiciones climáticas, se manifiestan en la relación E_t/E_{tp} ó sea en el valor del coeficiente K.

Para analizar los valores que componen K, debe independizarse dicho coeficiente de los que determinan a E_t ; de lo contrario, otros factores no considerados en su definición afectarán su resultado. Así una estimación incorrecta de E_{tp} por no considerar aspectos que inciden en forma significativa, se trasladará a K, invalidando el resultado, aún cuando se haya medido E_{tp} muy precisamente.

Los factores que afectan a K, pueden agruparse en tres subcoeficientes, según Grassi (1966) citado por Grassi (1968):

Donde:

$$K = K_c \cdot K_s \cdot K_h \text{ - - - - - (3.2)}$$

K_c Es el sub-coeficiente de cultivo

Ks Es el sub-coeficiente de suelo

Kh Es el sub-coeficiente de nivel de humedad.

Para condiciones en las cuales no existen limitaciones de orden edáfico, K depende fundamentalmente de Kc, en la fig. 1 se representan curvas típicas de K para un cultivo anual, un cultivo permanente de tipo forrajeras y un cultivo permanente tipo frutal.

Dichas curvas expresan claramente la variación de la capacidad del cultivo para extraer agua del suelo, la que depende de su tamaño y de la regulación fisiológica del proceso evapotranspirativo.

Curvas típicas de evapotranspiración, con relación a la evaporación del tanque, en función del tiempo relativo, han sido propuestas por: Kijne (1961), Anderson (1963), Hansen (1963), Grassi y Christiansen, Grassi (1964), Hargreaves (1966). Dichas curvas, obtenidas de experiencias de riego, con diferentes suelos y niveles de humedad edáfica, pueden no ser la expresión de Kc, tal como aquí se le considera, e incluso pueden no concordar con datos obtenidos en otras condiciones.

En el caso de cultivos anuales en particular, las cur

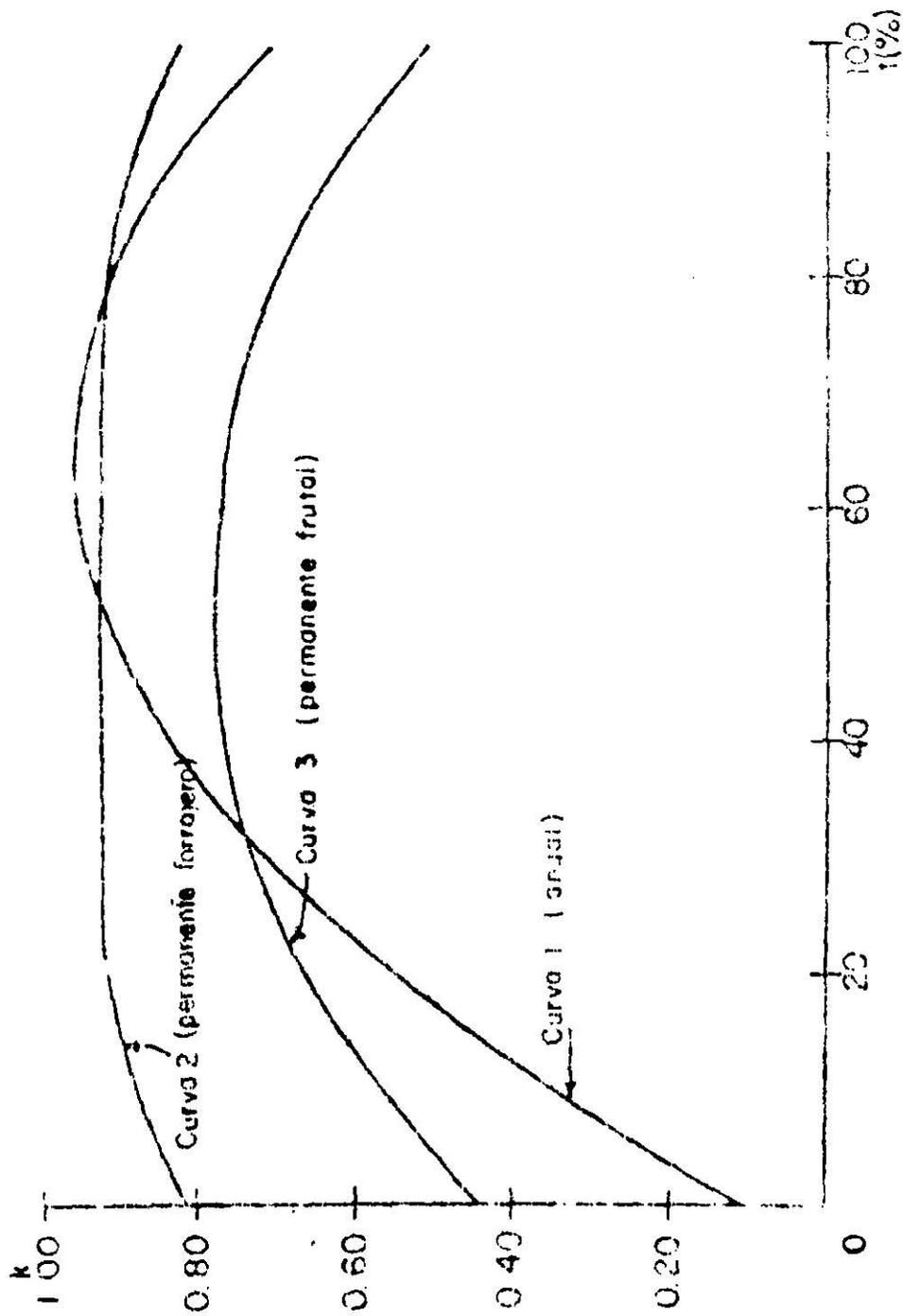


FIGURA No. 1. CURVAS TÍPICAS DE K PARA UN CULTIVO ANUAL, UN CULTIVO PERMANENTE DE TIPO FORRAJERAS Y UN CULTIVO PERMANENTE TIPO FRUTAL. TOMADA DE GRASSI (1968)

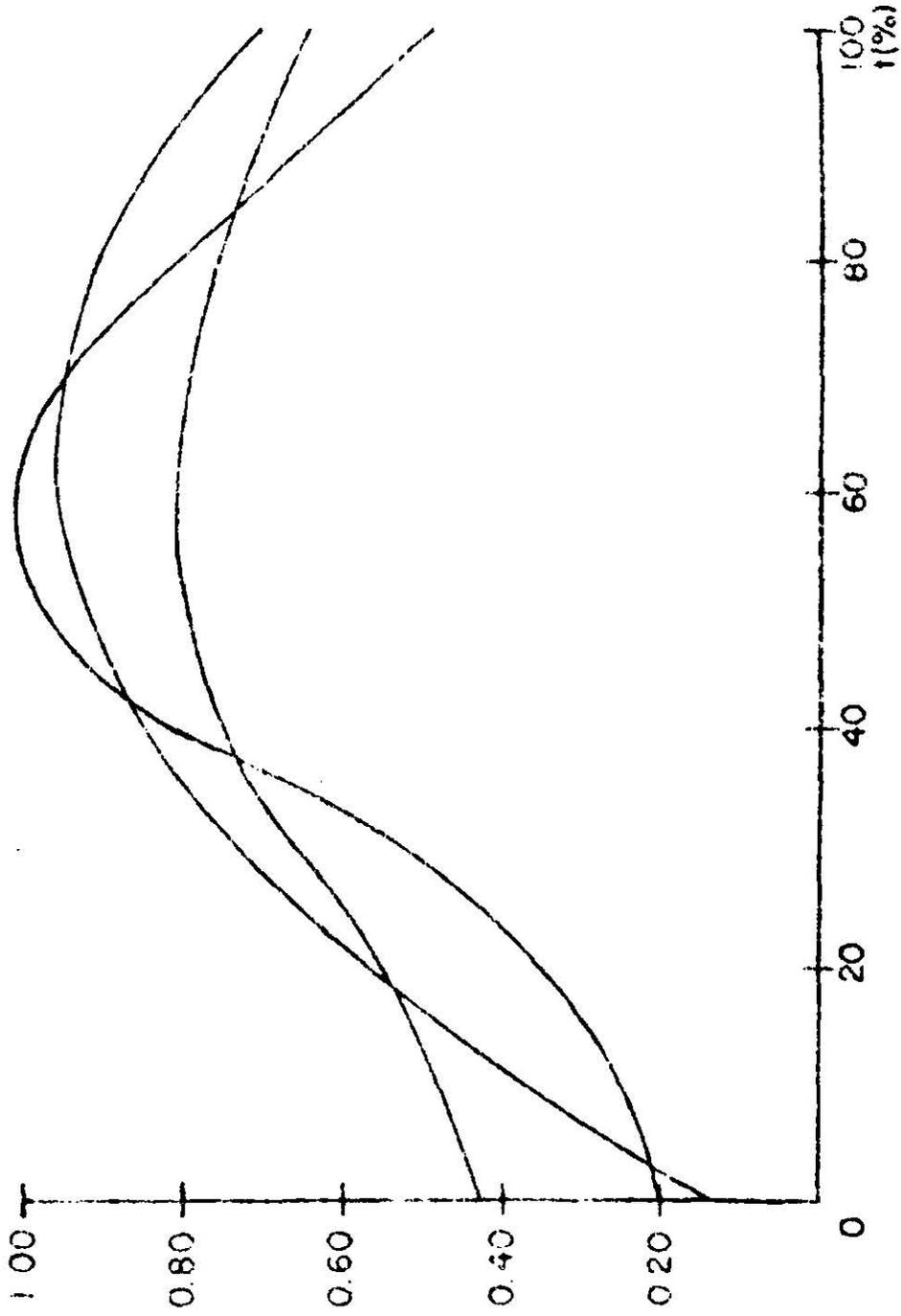


FIGURA No. 2. OTROS EJEMPLOS DE CURVAS TIPICAS DE K . TOMADA DE GRASSI
(1968)

vas pertenecientes a diferentes especies, pueden diferir de la representada en la Fig. 1, tal como lo señalan los ejemplos de la Fig. 2.

El sub-coeficiente K_c depende de las características anátomo-morfológicas y fisiológicas de la especie y expresa la variación de su capacidad para extraer agua del suelo, durante el ciclo vegetativo.

El tamaño de la planta, expresado por su volumen foliar ó radical, gobierna así el coeficiente. Dicho comportamiento, es más evidente en cultivos estacionales que aumentan significativamente de tamaño, en reducido tiempo; y es prácticamente imperceptible en cultivos de forrajeras permanentes, donde la cobertura del terreno y profundidad de raíces, cambian en el espacio de años. Los tratamientos culturales que reducen bruscamente el volumen foliar, disminuyen con proporcional intensidad el valor de K_c . Grassi y Chambouleyron (1965) citados por Grassi (1968), han comprobado la dependencia de K_c de la altura de las plantas de alfalfa.

El sub-coeficiente K_s , tiene en cuenta las limitaciones del proceso evapotranspiratorio, por el ambiente edáfico, excepto humedad. Se refiere principalmente a restric-

ciones de la profundidad del suelo, por presencia de capas impermeables para las raíces como "duripanes" y nivel freático alto: condiciones físicas que reducen la capacidad de aire y el intercambio gaseoso; y nivel de fertilidad por debajo de lo requerido para un normal desarrollo del cultivo.

En condiciones de suelos profundos, de adecuadas condiciones físicas y de buena disponibilidad de nutrientes, puede considerarse que: $K_s = 1.00$; en caso de existir limitaciones de este tipo, el valor de K_s se reduce afectando por consiguiente a K .

En cuanto al sub-coeficiente K_h , cabe señalar que, el análisis teórico de Philip (1957) y de Gardner (1960) y Hill (1957), demuestran claramente que la velocidad de agotamiento de la humedad edáfica, no es lineal sino exponencial.

Las relaciones que vinculan el contenido hídrico del suelo (W), con la succión matricial (SM), Fig. 3, muestran claramente el mayor esfuerzo o succión que necesita realizar el cultivo para extraer agua del suelo a medida que -- disminuye W . Experimentalmente, Taylor (1962) ha comprobado la disminución de la producción en gran número de cultiv

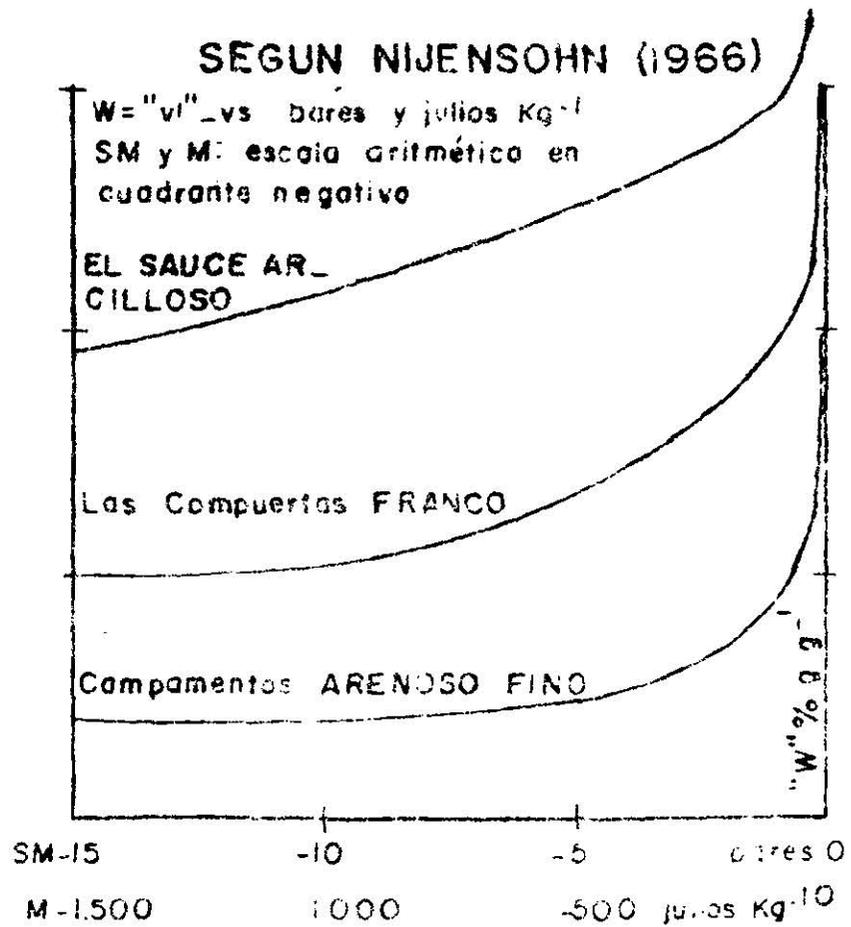


FIGURA No. 3. RELACIONES QUE VINCULAN EL CONTENIDO HIDRICO DEL SUELO (W) CON LA SUCCION MATRICAL (SM) . TOMADA DE GRASSI (1968)

vos, a medida que baja el potencial hídrico (ó aumenta la SM). Experiencias realizadas en el Instituto de Suelos y Riego, Mendoza, Argentina, concuerdan con el mismo temperamento.

En áreas de agricultura de riego intensamente desarrollada tal como ocurre en el Oeste de los Estados Unidos, - los centros de investigación y los sistemas de riego en -- operación, proveen suficiente base para adoptar valores de Etp y de K que corresponden a cada cultivo. La investigación de riego en los países de Latinoamérica se encuentra en sus comienzos, de modo que se cuenta con muy pocos datos en la actualidad, en relación al enorme potencial de - desarrollo y a los proyectos de riego en ejecución. Grassi (1968)

Blaney y Criddle propusieron un método de tipo específico, en que se toman en cuenta coeficientes para diferentes plantas, en función de su evolución a lo largo del ciclo vegetativo. Y tiene los mismos inconvenientes que los demás métodos, ya que también es una fórmula empírica calculada para condiciones de aridez y por lo tanto, solo en esas condiciones da buenos resultados.

Los llamados "Coeficientes de uso Consuntivo" deben -

ser determinados en cada localidad para cada una de las especies y variedades vegetales que interesen. Esto nos lleva nuevamente a la necesidad de experimentar, lo cual requiere elementos físicos, humanos y un período de tiempo - más o menos largo. Sin embargo, ya que es necesario programar los riegos en forma más técnica, para garantizar -- que las aplicaciones no resulten limitantes de la acción - benéfica de los demás elementos que intervienen en la producción; es imprescindible fijar una metodología que permita conocer, aún en forma aproximada, los usos consuntivos del agua de los principales cultivos.

El método adoptado por la accesibilidad de los datos que se requieren es modificado en cuanto al efecto de la - temperatura y aplicado en lo que se refiere a los coefi- - cientes de uso consuntivo. Como una guía, Blaney y Criddle fijan límites probables de variación del coeficiente de -- uso consuntivo para las especies más importantes, pero dicho coeficiente es global, es decir, el valor medio del ciclo.

Experimentos realizados por el Departamento de Conservación de Suelos de los Estados Unidos de Norteamérica en el Centro, California, han conducido a la formulación de - gráficas que permiten conocer el coeficiente de uso consun

tivo en función del desarrollo de las plantas, ya sea en porcentaje del ciclo total, o bien en tiempo después del nacimiento de las mismas. Por esta razón a tales coeficientes se les denomina "coeficientes de desarrollo". De los Santos (1971)

3.1.- COEFICIENTE (K) UTILIZADO EN EL METODO DE BLANEY Y CRIDDLE PARA ESTIMAR LA EVAPOTRANSPIRACION EN BASE A DATOS CLIMATICOS.

El método de Blaney-Criddle (1950) fue desarrollado para las condiciones del Oeste de los Estados Unidos, relacionando valores reales (actuales) de uso consuntivo, con la temperatura media mensual, t , y el porcentaje mensual de las horas anuales del brillo solar, p . La fórmula general, que permite determinar el uso consuntivo o evapotranspiración real del mes, se escribe: Según Grassi (1968).

$$u = k \cdot f \text{ ----- (3.1.1.)}$$

Para el ciclo vegetativo de un cultivo de n meses:

$$U = \sum_{i=1}^n (k \cdot f) = K \cdot f$$

Donde:

k Es el coeficiente mensual de cultivo.

- f Es el factor de uso consuntivo mensual
- K Es el coeficiente de cultivo para la estación de crecimiento o ciclo vegetativo.
- F Es la suma de los factores mensuales de uso consuntivo.

El coeficiente de cultivo K, es variable con la especie en explotación. Los valores dados por los autores, se consignan en el cuadro 1.

Dado que aún para terreno completamente cubierto por la vegetación, caso de la alfalfa y de las gramíneas perennes, la fórmula de Blaney-Criddle requiere un coeficiente de cultivo variable a lo largo de la estación de crecimiento, Stephens y Stewart (1963) han introducido un factor de corrección, en función del ángulo cenital. Con idéntico objetivo en un trabajo del Servicio de Conservación de Suelos, de los Estados Unidos, discutido por Castilla Pérez (1965); se introduce un factor de corrección de K en función de la temperatura media del mes. Por lo tanto:

$$K = K_t \cdot K_c$$

Donde:

$$K_t = 0.24 + 0.0312 t \text{ } ^\circ\text{C}$$

CUADRO 1. Valores del coeficiente de cultivo (K). (Tomado de Grassi, 1968).

METODO DE BLANEY-CRIDDLE (1950)

C U L T I V O	K COEFICIENTE ESTACIONAL	(k) MAXIMO MENSUAL
Alfalfa	0,85	0,95 - 1,25
Algodón	0,70	0,75 - 1,10
Arroz	1,00	1,10 - 1,30
Cereales finos	0,75	0,85 - 1,00
Frutales cítricos	0,60	0,65 - 0,75
Frutales de hoja caduca	0,65	0,70 - 0,95
Habas	0,65	0,75 - 0,85
Maíz	0,75	0,80 - 1,20
Papas	0,70	0,85 - 1,00
Praderas naturales	0,75	0,85 - 1,15
Remolacha azucarera	0,70	0,85 - 1,00

k_c es un factor de cultivo que varía a lo largo del ciclo vegetativo.

El referido trabajo incluye curvas de variación de K_c en función del porcentaje del ciclo vegetativo para diferentes cultivos, algunas de las cuales se reproducen en la figura 4, también ver curva única de Hansen. Grassi (1968)

La expresión general de Blaney y Criddle, permite obtener valores del uso consuntivo en períodos no menores de 30 días. En virtud de que "K" es una constante que varía en función del desarrollo que permita obtener valores de u.c. en el período que se desee, por lo cual el factor "K" se transforma en "Kd"; y por lo tanto la expresión final de la fórmula tal como se usa actualmente es la siguiente:

$$U.C. = k_d \times k_t \times f$$

Donde:

$$k_d = \text{coeficiente de desarrollo}$$

Para poder aplicar esta fórmula es necesario tener las curvas que proporcionan los valores del coeficiente de desarrollo "Kd", de cada cultivo, las cuales se deben obtener en cada lugar y para cada cultivo o bien usar otras, obtenidas en lugares similares. De la Peña (1978)

3.2.- COEFICIENTES UTILIZADOS EN LOS PROCEDIMIENTOS PARA ESTIMAR EVAPOTRANSPIRACION EN BASE A LA EVAPORACION DEL TANQUE EVAPORIMETRO.

Las medidas de evaporación de una superficie libre de agua en el tanque evaporímetro, E_v , integra los efectos de los diferentes factores meteorológicos que influyen en la evapotranspiración. Estudios de correlación en diferentes cultivos y períodos del ciclo vegetativo, permiten obtener coeficientes para estimar E_t , en función de la evaporación de una superficie libre de agua:

$$E_t = E_v \cdot K \text{ ----- (3.2.1.)}$$

Se han ensayado tanques de diferentes características, en cuanto a tamaño, color, ubicación y nivel con respecto al terreno. Trabajos experimentales de evaluación del comportamiento de los diferentes tanques, han sido realizados por Pruitt (1960) con relación a la evapotranspiración en lisímetros de una completa cobertura vegetal. La relación E_{tp}/E_v , varió según tipo, tamaño y ambiente entre 0.75 y 1.25

Dada su mayor universalidad, ya que se emplea en la mayor parte de los servicios meteorológicos, se ha usado -

más frecuentemente el tanque tipo A, del servicio meteorológico de los Estados Unidos. Dicho evaporímetro mide -- 1.20 m de diámetro por 0.25 m de profundidad, se construye de chapa galvanizada y se instala con su fondo 0.15 m por sobre el nivel del terreno.

La fig. 5 obtenida de López y Mathison (1960) muestra -- muy buen acuerdo entre la marcha de Etp y Ev en las -- condiciones del trópico con un coeficiente de correlación $r = 0.913$ y una relación media $Etp/Ev = 0.75$.

Kijne (1961) estudió la relación entre el uso consuntivo y la evaporación del tanque standar tipo A; Hansen (1963), Anderson (1963) y Grassi y Christiansen, Grassi (1964), han propuesto procedimientos para estimar Et en base a Ev. El procedimiento de Anderson (1963) se basa en -- una curva única, que vincula el procedimiento de la relación máxima Et/Ev, con el porcentaje del período de crecimiento activo de la planta. Conocida la relación máxima -- para el cultivo para diferentes especies de California se ajustan las relaciones obtenidas directamente de la curva única para cada período del ciclo vegetativo, multiplicándolo por el valor tabulado. Grassi (1968)

El consumo de agua por un cultivo cualquiera puede re

EVAPOTRANSPIRACION MAXIMA
Y EVAPORACION TANQUE STANDARD "A"
DEL CAMPO DEL LISIMETRO

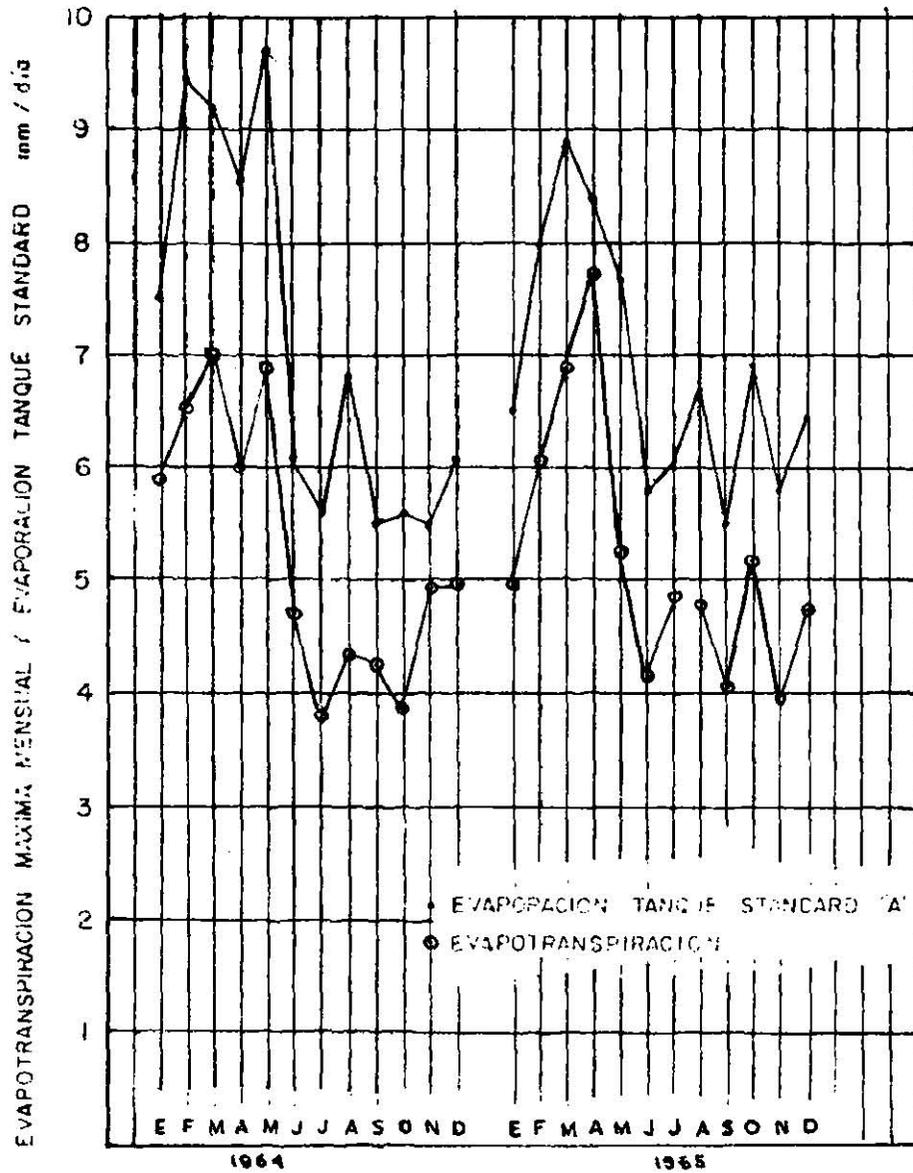


FIGURA No. 5. MARCHA DE E_p y E_v EN LAS CONDICIONES DEL TROPICO
TOMADA DE GRASSI (1968)

lacionarse, usando factores apropiados, con la evaporación del agua de un tanque. Basándose en la evapotranspiración potencial E_t , Penman encontró que $E_t = CE^o$ ($C \approx 0.8$), esto quiere decir que un cultivo recién regado, requerirá agua en fecha posterior en una cantidad que, como máximo, será el 80% de lo que se evapora de un tanque evaporímetro a -- partir de cada riego. El valor de 0.8 corresponde en ge-- neral a cultivos de cobertura total y sin limitaciones de agua (ver concepto de ET). Ya que no siempre es posible te-- ner agua a discreción ni todos los cultivos cubren comple-- tamente el suelo, la investigación en este aspecto deberá estar dirigida a encontrar los valores apropiados de C.

C en la ecuación de Penman y K en la de Blaney y - - Criddle son los parámetros que varían de zona a zona, de cultivo a cultivo y de técnica a técnica de riego. Es pre-- ciso aclarar qué procedimiento seguir experimentalmente pa-- ra calcular C y K. Vega (1976)

3.3.- COEFICIENTES UTILIZADOS AL ESTIMAR EVAPOTRANSPIRACION EN EL CAMPO DE CULTIVO.

En contraste con la evapotranspiración potencial E_{tp} la cual ocurre en un cultivo de referencia que no sufre -- ninguna deficiencia de la humedad en el suelo, y está bajo

condiciones de cobertura total, existe una evapotranspiración en el campo de cultivo E_t la cual puede ser estimada, por la siguiente ecuación:

$$E_t = K_c \cdot E_{tp}$$

donde K_c es el coeficiente que contabiliza la madurez del cultivo y la deficiencia hídrica bajo la cual la planta es tá creciendo. Este coeficiente se calcula de la siguiente manera:

$$K_c = K_{co} \cdot K_s$$

donde K_{co} es el coeficiente de madurez del cultivo crecien do bajo condiciones adecuadas de riego de tal manera que - el agua no sea limitante en el crecimiento del cultivo, pe ro sin mantener la superficie del suelo siempre húmeda, y se obtiene de la siguiente manera:

$$K_{co} = Ar^3 + Br^2 + Cr + d$$

donde r es un factor que indica el grado de cobertura del cultivo y es calculado de las formas siguientes según sea el caso: a) la fracción del tiempo que ha transcurrido des de que se plantó el cultivo hasta que alcanza su cobertura efectiva, ó b) el número de días que han transcurrido des de que el cultivo alcanzó la cobertura efectiva.

Las constantes A, B, C y D toman diferentes valores (tomados de tablas) dependientes del cultivo, las condiciones del clima y las condiciones de cobertura del cultivo.

Ks es el coeficiente de deficiencia hídrica y es calculado de la siguiente forma:

$$K_s = \frac{\text{Ln} \left\{ 1 + \frac{100 (1 - \text{DH}/\text{CC})}{\text{Ln } 101} \right\}}{\text{Ln } 101}$$

donde DH es la deflección ó abatimiento de la humedad en el suelo en cm. y CC es la capacidad de campo en cm. García (1979)

3.4.- CURVAS "UNICAS" PARA ESTIMAR EL COEFICIENTE, K.

La mayor parte de los esfuerzos para llegar a procedimientos estimados de la evapotranspiración, han sido volcados a condiciones de dependencia mayor de los factores climáticos, como ocurre con la evapotranspiración potencial. No se cuenta sin embargo, con suficiente información experimental, que permita, estimar Et, en base a Etp, ecuación (3.1.), dada la diversidad de especies y prácticas culturales que se dan en zonas irrigadas.

Hansen (1963) ha propuesto una curva que relaciona la

evapotranspiración relativa K, fig. 6, con el crecimiento y maduración relativa. Evapotranspiración relativa significa que, en el denominador puede emplearse indistintamente la evaporación del tanque tipo A, ó del evaporímetro Piche, así como estimaciones con la fórmula de Penman o Blaney-Criddle. En tal caso los valores de K periódicos resultan directamente de la curva y el K medio del ciclo resulta -- del punto de la rama descendente al cual se efectúa la cosecha ó recolección de los frutos.

Blaney-Criddle (1950) han determinado coeficientes de cultivo, k, variables para diferentes cultivos, aplicables a la fórmula propuesta por ellos; Reiss (1973) con respecto al evaporímetro Piche, determinó un $k = 0.60$; Penman -- (1948), con respecto a la evaporación estimada de una superficie libre de agua, un $k = 0.75$; Grassi (1964), promediando gran número de datos experimentales obtenidos en el oeste de los Estados Unidos, obtuvo las siguientes relaciones: Grassi (1968)

$$Et/R_s = 0.45; Et/E_v = 0.75; Et/E_{tp} = 0.77$$

MATERIALES Y METODOS

El presente trabajo se realizó en el Campo Experimental de la Facultad de Agronomía de la U.A.N.L. ubicado en Marín, N. L. durante el ciclo de invierno 1980-1981.

El Campo Experimental está situado en el Km. 17 de la carretera Zuazua-Marín, siendo sus coordenadas geográficas de 25°23' latitud norte y 100°03' longitud oeste y su altitud sobre el nivel del mar es de 367.3 metros.

La precipitación pluvial promedio es de 400-500 mm. anuales y la temperatura media anual de 17.93°C.

El clima dominante en la región es del tipo:

$BS_1 (h') h' x' (e')$

según el sistema Köppen, modificado por García (1973), los términos significan:

BS : Clima seco o árido con régimen de lluvias en verano, siendo el menos seco de los BS.

(h') h: Temperatura anual sobre 22°C y bajo 18°C, en el mes más frío.

x': El régimen de lluvias se presentan como interme-

días entre verano e invierno, con un porciento de lluvia invernal mayor de 18.

(e'): Oscilación anual de las temperaturas medias mensuales, mayor de 18°, siendo la más extremosa.

1.- MATERIALES UTILIZADOS DURANTE EL EXPERIMENTO.

Semilla de trigo, variedad Pavón F-76

Fertilizantes

Tractor

Sembradora-fertilizadora para grano fino

Azadones, palas y barra

Barrera veihmeyer

Frascos de cristal

Balanza analítica

Estufa

Aforadores Parshall

Nivel

Apizonador de suelos

Indicadores ó estacas

Cinta métrica

Tanque evaporímetro Estandar tipo "A"

Rosaderas

Hilo

Trilladora

Estación climatológica.

2.- METODOS.

El diseño experimental utilizado fué el de bloques al azar con 4 tratamientos y 6 repeticiones, dando un total de 24 parcelas. Los tratamientos fueron los siguientes:

Tratamiento 1.- Programa de riego por tandeo, basado en las recomendaciones del CIAGON, Anáhuac, N. L. Martínez (1980).

<u>RIEGOS</u>	<u>EPOCA DE APLICACION</u>	<u>LAMINA EN CM.</u>
Germinación	Después de la siembra (30-Dic-80)	15
1o. Auxilio	66 días después de la nacimiento (6-Mar-81)	12
2o. Auxilio	81 días después de la nacimiento (21-Mar-81)	12

Este programa de riego es una modificación del programa recomendado por el CIAGON, dicha modificación se hizo debido a la presencia de algunas lluvias que impidieron que los riegos se llevaran a cabo de la manera recomendada.

Tratamiento 2.- Programa de riego por etapas fenológicas del cultivo.

<u>RIEGO</u>	<u>EPOCA DE APLICACION</u>	<u>LAMINA EN CMS.</u>
Germinación	Después de la siembra (30-Dic-80)	15
1o. Auxilio	Embuchamiento (6-Mar-81)	16
2o. Auxilio	Llenado de grano (1-Abr-81)	21

Tratamiento 3.- Programa de riego en la etapa crítica del cultivo.

<u>RIEGO</u>	<u>EPOCA DE APLICACION</u>	<u>LAMINA EN CMS.</u>
Germinación	Después de la siembra (30-Dic-80)	15
Auxilio	Floración (17-Mar-81)	18

Tratamiento 4.- Riego de germinación solamente.

<u>RIEGO</u>	<u>EPOCA DE APLICACION</u>	<u>LAMINA EN CMS.</u>
Germinación	Después de la siembra (30-Dic-80)	15

2.1- ESPECIFICACIONES DEL DISEÑO EXPERIMENTAL.

a).- La superficie total fue de 2112 m^2 , incluyendo - parcelas, canales y calles.

b).- Las dimensiones de la parcela experimental fueron de 6 m. por 4.6 m., dando por resultado una superficie de 27.6 m^2 .

c).- La parcela útil fue de 4 m^2 , consistiendo de parcelas aisladas de 1 m^2 cada una, que se tomaron al azar dentro de la parcela experimental.

En la Fig. 7 se pueden observar las especificaciones anteriores, así como la distribución de las parcelas en el campo.

2.2.- DESARROLLO DEL EXPERIMENTO.

El orden cronológico del desarrollo del experimento,

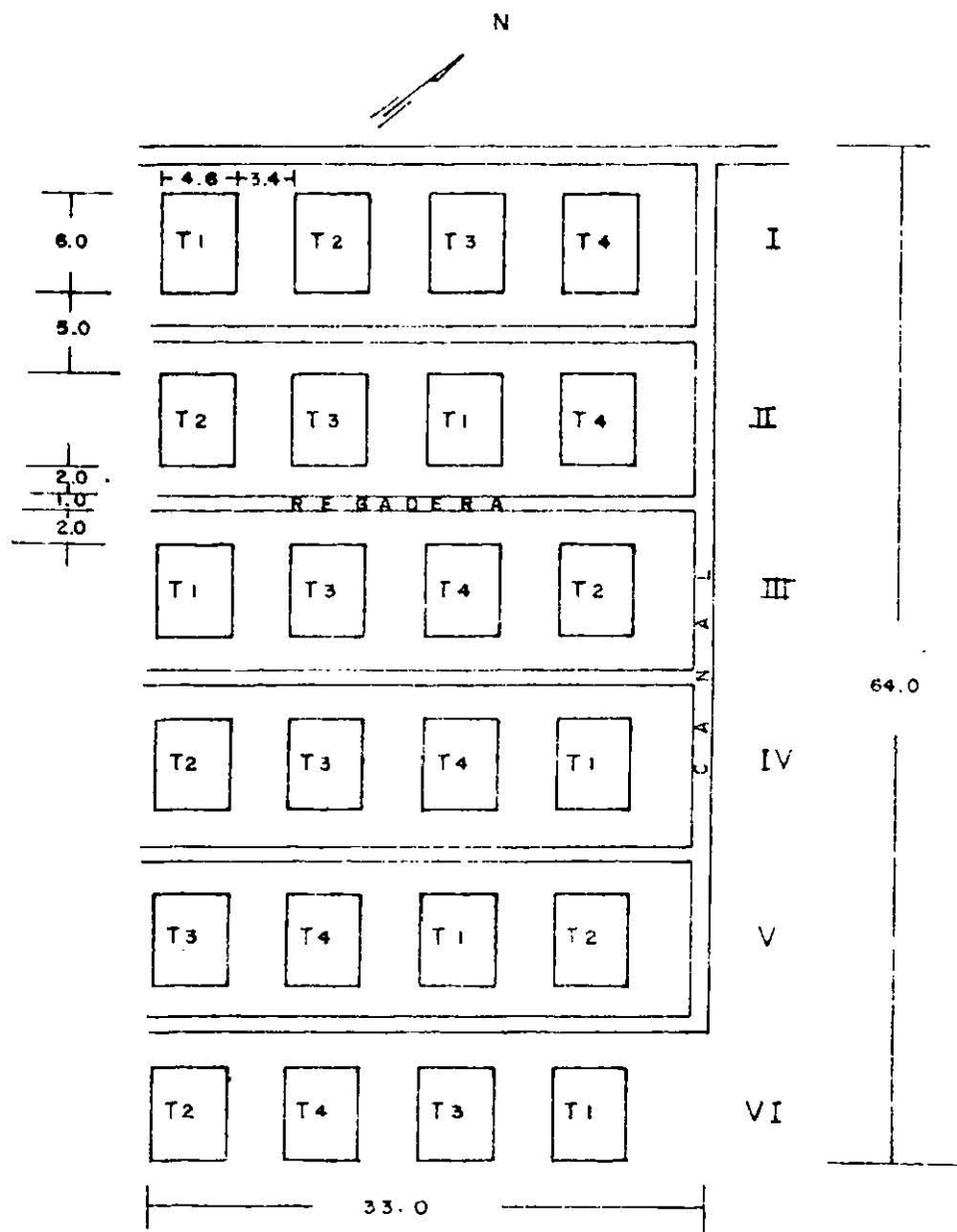


FIGURA No. 7. CROQUIS DEL EXPERIMENTO Y DISTRIBUCION DE LOS TRATAMIENTOS EN EL DISEÑO DE BLOQUES AL AZAR . MARIN, N.L. INVIERNO 1980 - 1981 .

es el siguiente:

2.2.1.- DETERMINACION DE LAS CARACTERISTICAS FISICAS
Y QUIMICAS DEL TERRENO.

Se escogieron 3 puntos representativos del lote experimental y de ahí se sacaron las muestras para hacer las determinaciones a las profundidades de 0-25, 25-50 y 50-75 cms.

Los resultados de los análisis se muestran en los cuadros 12, 13 y 14 del apéndice.

2.2.2.- PREPARACION DEL TERRENO.

- a).- Se efectuó un desbare, ya que el cultivo anterior era sorgo.
- b).- Barbecho profundo.
- c).- Rastra y cruza.
- d).- Levantamiento topográfico para la determinación de la pendiente.

2.2.3.- SIEMBRA Y FERTILIZACION.

Se realizaron simultáneamente utilizando la sembradora-fertilizadora para grano fino, el día 17 de Diciembre de 1980 a tierra venida. La sembradora-fertilizadora se calibró de tal manera que tirara 150 Kg. de semilla por hectárea y se utilizó la fórmula 100-50-0.

La variedad sembrada fue Pavón F-76 y para la fertilización se usaron, como fuente de Nitrógeno, Sulfato de Am₂onio (20% N) y como fuente de Fósforo, Superfosfato simple (20% P₂O₅).

2.2.4.- INSTALACION DEL TANQUE EVAPORIMETRO TIPO "A".

El tanque se colocó en el centro del lote experimental, aproximadamente a 25 cms. de altura sobre la superficie del suelo.

2.2.5.- DATOS CLIMATICOS RECOPIADOS DURANTE EL EXPERIMENTO.

Durante el desarrollo del trabajo, fueron tomados datos diarios de temperatura máxima, mínima y media, precipitación, así como también de evaporación del tanque tipo "A". Los datos recopilados se muestran en el cuadro 15 del apéndice.

2.2.6.- CARACTERISTICAS DEL AGUA.

El agua que se utilizó para regar procede de la "presa grande" del Campo Experimental de la Facultad. Las características químicas del agua se muestran en el cuadro 16 del apéndice.

2.2.7.- DETERMINACION DE LAS CONSTANTES DE HUMEDAD.

Los parámetros de Capacidad de Campo (CC) y Punto de Marchitez Permanente (PMP) se determinaron hasta una profundidad de 75 cms., las determinaciones se hicieron de acuerdo a la textura del suelo, en base a las tablas del Manual de Uso y Manejo del Agua, Ibarra (1978). Los resultados se muestran en el cuadro 2.

CUADRO 2. Resultados de la determinación de los valores de Capacidad de Campo (CC) y Punto de Marchitez Permanente (PMP). Marín, N. L. Invierno 1980-1981.

ESTRATO	PROFUNDIDAD	CC (PW)	PMP (PW)
1	0-25	31	15.5
2	25-50	31	15.5
3	50-75	31	15.5

2.2.8.- DETERMINACION DE LA DENSIDAD APARENTE.

La determinación de la densidad aparente se hizo mediante el método de los cilindros de volumen conocido, los resultados obtenidos se muestran en el cuadro 3.

CUADRO 3. Valores de la densidad aparente para cada uno de los estratos. Marín, N. L. Invierno 1980-1981.

ESTRATO	PROFUNDIDAD (cms.)	DENSIDAD APARENTE (gr/cm ³)
1	0-25	1.40
2	25-50	1.56
3	50-75	1.59

2.2.9.- RIEGOS.

Los riegos para los cuatro tratamientos se hicieron utilizando aforadores Parshall.

Las láminas de riego aplicadas al tratamiento 1 se hicieron en base a las recomendaciones del CIAGON, Anáhuac, N. L. y las aplicadas a los tratamientos 2 y 3 se hicieron en base al contenido de humedad del suelo.

El riego de germinación se aplicó a los 14 días des--

pués de la siembra, ya que la humedad al momento de la - -
siembra no fue suficiente para una buena germinación, por
lo cual se optó por aplicar una lámina aproximada de 15 cm.
a las 24 parcelas del experimento.

2.2.10.- CALCULO DEL TIEMPO DE RIEGO.

Para obtener el tiempo necesario para regar un área
con una lámina dada, se debe recurrir a la fórmula.

$$Q = \frac{V}{T}$$

Donde: Q = Gasto (cm³/seg.)
V = Volumen (cms³)
T = Tiempo (seg.)

Si despejamos T, nos queda:

$$T = \frac{V}{Q}$$

y sabemos que el volumen (V) está dado por la fórmula:

$$V = A \cdot LR$$

Donde: V = Volumen (cm³)
A = Area (cm²)
LR = Lámina de riego (cms.)

Debe tomarse en cuenta que la lámina de riego es igual a:

$$LR = (CC-CH) \times DA \times PR$$

Donde: LR = Lámina de riego (cms.)
CH = Contenido de humedad (%)
CC = Capacidad de Campo (%)
DA = Densidad aparente (gr/cm³)
PR = Profundidad (m.)

Volviendo a la fórmula del tiempo:

$$T = \frac{V}{Q}$$

donde Q está dado en cm³seg⁻¹

La forma de cuantificar el riego en este experimento fue por medio de aforadores Parshall; debemos tomar en cuenta la carga del aforador y de acuerdo a las tablas, Pizzani (1974), saber el gasto (Q) que está entrando a la parcela y de esta manera determinar el tiempo que hay que dejar funcionando el aforador.

2.2.11.- PLAGAS

No hubo problemas con ninguna plaga durante el desa--

rrollo del trabajo, solo al inicio del mismo, se presentaron pequeños indicios de ataque de pulgón, pero las temperaturas frías eliminaron este problema.

2.2.12.- ENFERMEDADES.

No se presentaron problemas en cuanto a enfermedades, únicamente se presentaron pequeños síntomas de Roya en las etapas finales del desarrollo del cultivo (llenado de grano).

2.2.13.- COSECHA.

La cosecha se realizó manualmente el día 21 de Abril de 1981 para ello se utilizaron rozaderas y se cortaron las plantas al ras del suelo, se tomaron 4 m² como parcela útil, los cuales consistieron de parcelas aisladas de 1 m² cada una, tomadas al azar dentro de cada parcela experimental.

2.3.- DETERMINACION DE LOS COEFICIENTES DE DESARROLLO DEL CULTIVO DE TRIGO.

Para la determinación de los coeficientes de desarrollo (kd) utilizados para la formación de la curva de desarrollo y necesarios para la región, se utilizaron los va-

lores de uso consuntivo determinado por el método directo y la evaporación del tanque tipo "A".

2.3.1.- DETERMINACION DEL USO CONSUNTIVO UTILIZANDO -
EL METODO GRAVIMETRICO.

Se basó en la determinación de los diferentes contenidos de humedad del suelo registrados en una serie de muestreos que se efectuaron a través del ciclo vegetativo del cultivo, a una profundidad de 50 cms. ya que los estratos inferiores mostraban un alto grado de compactación, que impidió a las raíces del cultivo penetrar a una profundidad mayor.

Para el cálculo de los porcentos de humedad de cada muestra se utilizó la siguiente fórmula:

$$PS = \frac{PSH-PSS}{PSS} \times 100$$

Donde:

PS = Porcentaje de humedad del suelo en base a peso seco.

PSS = Peso del suelo seco, (gramos)

PSH = Peso del suelo húmedo, (gramos)

Los valores promedio en Por ciento de humedad obtenidos de las 6 repeticiones se graficaron para cada estrato de 25 cm. y para cada uno de los tratamientos por separado. En el cuadro 17 del apéndice se muestran los valores obtenidos del por ciento de humedad.

2.3.2.- FORMACION DE LA CURVA DE DESARROLLO DEL TRIGO.

Para la formación de la curva de desarrollo del trigo se procedió de la siguiente manera:

- a).- Se graficó en un eje de coordenadas, el tiempo que corresponde al ciclo vegetativo del cultivo (abscisas) y los valores de uso consuntivo y evaporación (ordenadas), las dos curvas en forma acumulativa.
- b).- El tiempo comprendido desde la siembra hasta la cosecha se dividió en 10 períodos iguales.
- c).- En cada división se levantó una ordenada hasta interceptar las dos diferentes curvas para obtener los valores, tanto de los consumos parciales, como los de la evaporación en cada uno de los 10 períodos.
- d).- Se calcularon los incrementos de UC (consumo de humedad y EV (evaporación) entre cada dos puntos.

La relación $\frac{UC_i}{EV_i}$ determina los correspondientes valores de $Kd_1, Kd_2, \dots, Kd_{10}$.

$$Kd_1 = \frac{UC_1}{EV_1} ; Kd_2 = \frac{UC_2}{EV_2} ; \dots\dots\dots Kd_{10} = \frac{UC_{10}}{EV_{10}}$$

e).- Por último, para formar la curva de desarrollo se graficaron en un eje de coordenadas los diez valores en que quedó dividido el ciclo vegetativo (abscisas) y los valores de Kd obtenidos (ordenadas).

Al graficar lo anterior no se unieron sucesivamente los puntos, sino que se siguió la tendencia de los mismos.

2.4.- ESTIMACION DE LA CONTANTE C PARA EL TANQUE EVAPORIMETRO SEGUN PENMAN.

Para el cálculo de la constante C, se utilizaron los valores de evapotranspiración ó uso consuntivo medido directamente en el campo (método gravimétrico) y los valores registrados del tanque de evaporación, de acuerdo a la fórmula propuesta por Penman citado por Vega (1976).

$$C = \frac{Et}{Eo}$$

Donde: C = Constante para el tanque

Et = Evapotranspiración medida directamente, cm.

Eo = Evaporación del tanque tipo A, cm.

2.4.1.- DETERMINACION DE LOS VALORES PARCIALES DE C PARA CADA UNO DE LOS PERIODOS DE MUESTREO DE HUMEDAD.

Se obtuvieron los valores de C correspondientes a cada uno de los períodos comprendidos entre cada fecha de -- muestreo y para ello se procedió de la siguiente manera:

- a).- El uso consuntivo total se dividió en 7 valores parciales, cada uno de ellos correspondientes a un período de muestreo de humedad. También se dividió la evaporación total de la misma forma.
- b).- Los valores parciales de C se obtuvieron dividiendo cada uno de los valores parciales de uso consuntivo entre el valor parcial correspondiente de evaporación.

$$C \text{ parcial} = \frac{UC \text{ parcial}}{EV \text{ parcial}}$$

- c).- Los valores así obtenidos se graficaron en un eje de coordenadas, colocando en el eje de las abscisas los meses, etapas y días del ciclo vegetativo del cultivo

y en el eje de las ordenadas los valores parciales de C.

2.5.- ESTIMACION DEL COEFICIENTE GLOBAL (K') DEL CULTIVO DE TRIGO MEDIANTE EL METODO DE BLANNEY-CRIDDLE.

Para la determinación de K' se utilizaron las gráficas de coeficientes de desarrollo (curvas de desarrollo), la temperatura media en °C y el porcentaje de horas de iluminación (p).

La determinación se hizo como sigue:

- a).- Las gráficas de coeficiente de desarrollo (kd) se dividieron en 10 intervalos, obteniéndose en las ordenadas los valores de Kc respectivos de cada uno. En la columna 5 de los cuadros 4, 5, 6 y 7 aparecen los valores de Kc. Debido a que la gráfica de coeficiente de desarrollo no es una relación lineal, los valores de Kc se obtienen a partir del centro geométrico de la figura que se forma al unir sobre la curva por medio de una línea recta, los extremos sucesivos determinados por los porcentajes de desarrollo.
- b).- Se calcularon los valores de Kt de acuerdo con la ex-

presión:

$$K_t = 0.03114 t + 0.2396$$

Donde:

K_t = Corrección de Phelan

t = Temperatura media del período correspondiente (°C)

En la columna 2 se anotan los valores de K_t .

c).- En seguida, se multiplicaron los valores de f (columna 3) por los correspondientes de K_t (columna 2).

Los productos resultantes de la multiplicación se anotan en la columna 4.

d).- Finalmente se obtuvieron los usos del agua, multiplicando K_c por $f k_t$. El valor total del uso consuntivo se dividió entre F para así obtener el coeficiente global, K' .

$$K' = \frac{\sum_{i=1}^n f K_t K_c}{\sum_{i=1}^n f} = \frac{UC \text{ total}}{F \text{ total}}$$

CUADRO 4 .- Cálculo del coeficiente global (K') del cultivo del trigo (*Triticum aestivum*) para el tratamiento 1 , Marín, N.L. -- invierno 1980-1981.

		1	2	3	4	5	6
% DE DESARROLLO	Nº DE DIAS	t (°C)	Kt	f	fKt	Kc	fKt Kc UC (cms.)
10	12	10.48	0.566	5.720	2.106	0.660	1.390
20	24	13.69	0.666	4.193	2.795	0.683	1.908
30	36	8.88	0.516	3.567	1.841	0.727	1.338
40	48	13.45	0.658	4.529	2.848	0.807	2.298
50	60	11.81	0.607	4.150	2.519	0.937	2.360
60	72	17.10	0.772	4.890	3.775	1.130	4.266
70	84	18.00	0.800	5.278	4.222	1.407	5.940
80	96	16.65	0.758	5.152	3.890	1.640	6.380
90	108	22.04	0.926	6.142	5.687	1.647	9.366
100	119	23.06	0.958	5.920	5.671	1.013	5.745
			47.321			40.991	

CUADRO 5.- Cálculo del coeficiente global (K') del cultivo del trigo (*Triticum aestivum*) para el tratamiento 2 , Marín, N.L. -- invierno 1980-1981.

		1	2	3	4	5	6
% DE DESARROLLO	Nº DE DIAS	t (°C)	Kt	f	fKt	Kc	fKt Kc UC (cms.)
10	12	10.48	0.566	3.720	2.106	0.635	1.337
20	24	13.69	0.666	4.193	2.793	0.637	1.779
30	36	8.88	0.516	3.567	1.841	0.653	1.202
40	48	13.45	0.658	4.329	2.848	0.713	2.031
50	60	11.81	0.607	4.150	2.519	0.840	2.116
60	72	17.10	0.772	4.890	3.775	1.103	4.164
70	84	18.00	0.800	5.278	4.222	1.367	5.771
80	96	16.65	0.758	5.132	3.890	1.520	5.913
90	108	22.04	0.926	6.142	5.687	1.523	8.661
100	119	23.06	0.958	5.920	5.671	1.350	7.656
				47.321			40.630

CUADRO 6.- Cálculo del coeficiente global (K') del cultivo del trigo (*Triticum aestivum*) para el tratamiento 3, Marín, N.L. -- invierno 1980-1981.

		1	2	3	4	5	t
% DE DESARROLLO	Nº DE DIAS	t (°C)	Kt	f	fKt	Kc	fKt Kc (cms.)
10	12	10.48	0.566	3.720	2.106	0.623	1.312
20	24	13.69	0.666	4.195	2.795	0.640	1.388
30	36	8.88	0.516	5.567	1.841	0.673	1.239
40	48	13.45	0.658	4.329	2.848	0.740	2.108
50	60	11.81	0.607	4.150	2.519	0.837	2.108
60	72	17.10	0.772	4.890	3.775	0.950	3.586
70	84	18.00	0.800	5.278	4.222	1.067	4.505
80	96	16.65	0.758	5.132	3.890	1.140	4.435
90	108	22.04	0.926	6.142	5.687	1.090	6.199
100	119	23.06	0.958	5.920	5.671	0.677	3.839
				47.321			31.119

CUADRO 7 .- Cálculo del coeficiente global (K') del cultivo del trigo (*Triticum aestivum*) para el tratamiento 4 , Marín, N.L. -- invierno 1980-1981.

		1	2	3	4	5	6
% DE DESARROLLO	Nº DE DIAS	t (°C)	Kt	f	fKt	Kc	fKt Kc UC (cms.)
10	12	10.48	0.566	3.720	2.106	0.557	1.173
20	24	13.69	0.666	4.193	2.793	0.680	1.899
30	36	8.88	0.516	3.567	1.841	0.780	1.436
40	48	13.45	0.658	4.329	2.848	0.853	2.429
50	60	11.81	0.607	4.150	2.519	0.890	2.242
60	72	17.10	0.772	4.890	3.775	0.853	3.220
70	84	18.00	0.800	5.278	4.222	0.740	3.124
80	96	16.65	0.758	5.132	3.890	0.597	2.322
90	108	22.04	0.926	6.142	5.687	0.423	2.403
100	119	23.06	0.958	5.920	5.671	0.203	1.151
			47.321			21.399	

RESULTADOS Y DISCUSION

A continuación se presentan los resultados del presente trabajo realizado en el Campo Agrícola Experimental de la Facultad de Agronomía de la U.A.N.L. en Marín, N. L. durante el invierno 1980-1981.

1.- DETERMINACION DE LOS COEFICIENTES DE DESARROLLO (Kd) PARA LA FORMACION DE LA CURVA DE DESARROLLO DEL TRIGO.

Para la determinación de los coeficientes se utilizaron los valores de porcentaje de humedad de los cuadros 17, 18, 19, 20 y 21 del apéndice.

Los cálculos de los consumos de humedad se muestran en los cuadros 22, 23, 24 y 25 del apéndice y los resultados de los mismos en el cuadro 8, en el cual se puede observar que existen diferencias marcadas en cuanto al consumo de humedad entre los 4 tratamientos.

Con los valores promedio del porcentaje de humedad de las 6 repeticiones, se elaboraron las gráficas de las figuras 8, 9, 10 y 11 en las cuales se puede ver que el único estrato que bajó de P.M.P. fue el de 0-25, se observa también que a partir del segundo muestreo, el porcentaje de --

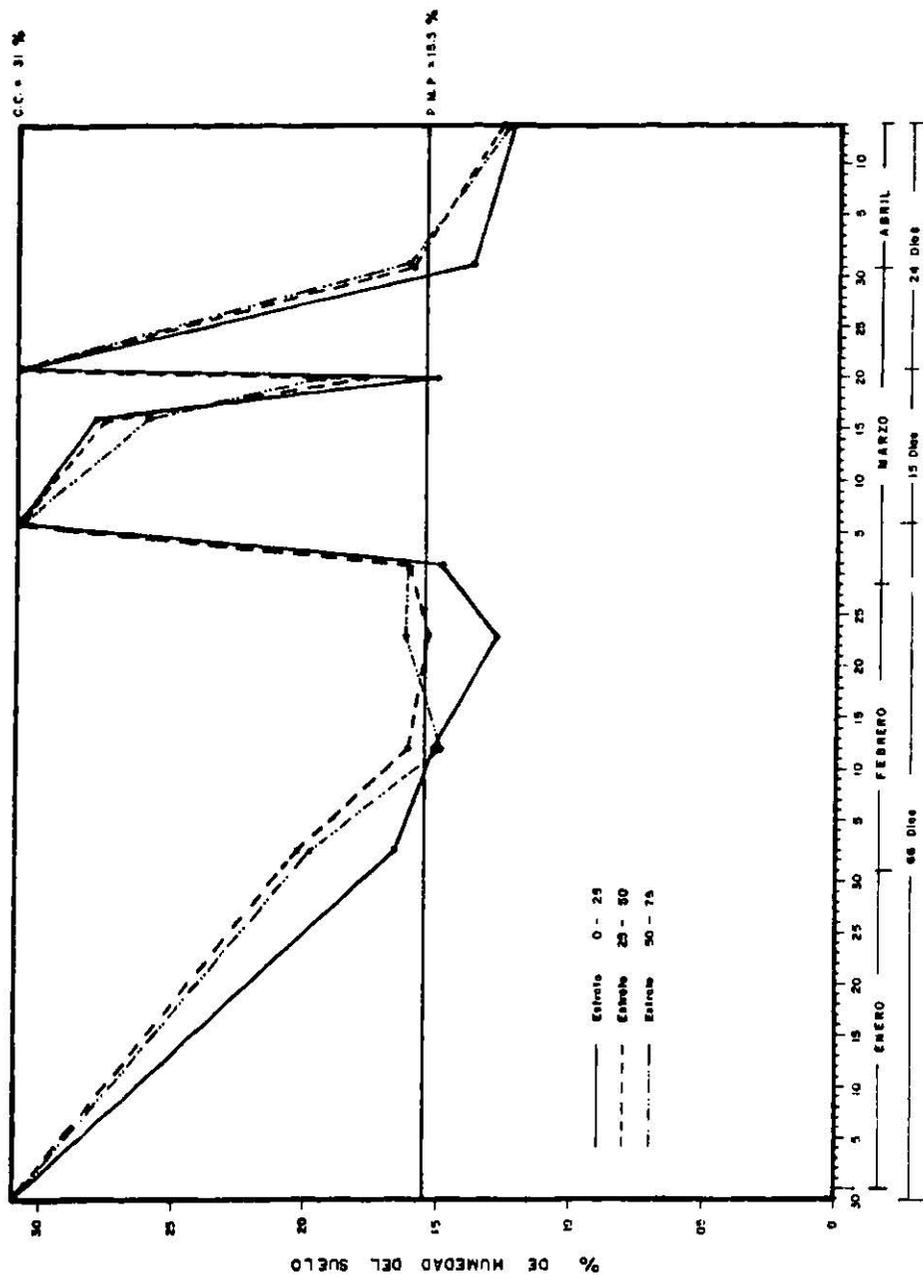


FIGURA No 8. GRAFICA DEL CONTROL DE LA HUMEDAD DEL SUELO PARA EL TRATAMIENTO No 1 IN/VERNO 1980-1981, MARIN, N.L.

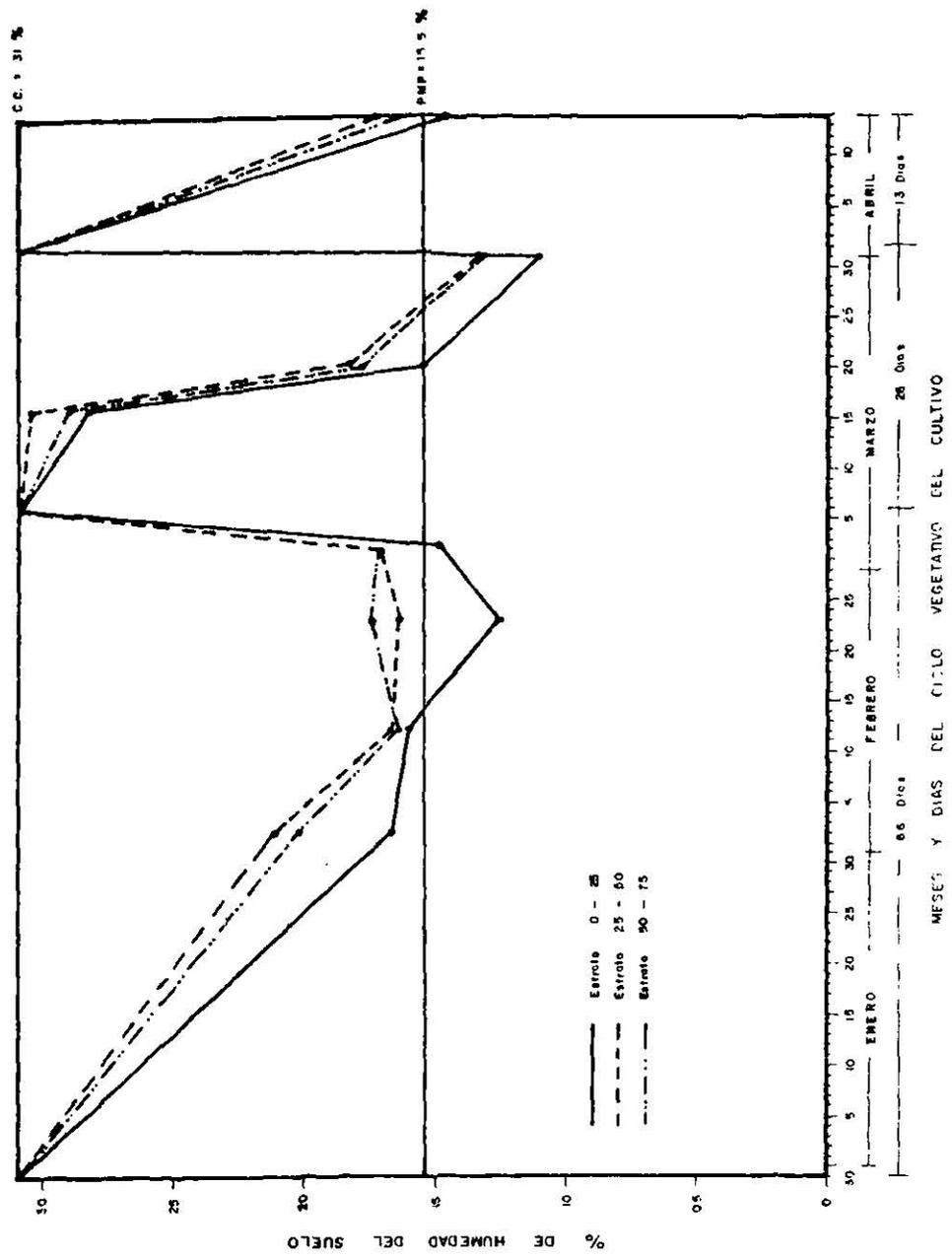


FIGURA No 9. PAFICA DEL CONTROL DE LA HUMEDAD DEL SUELO PARA EL TRATAMIENTO No 2 INVIERNO 1980-1981, MARIN, N L.

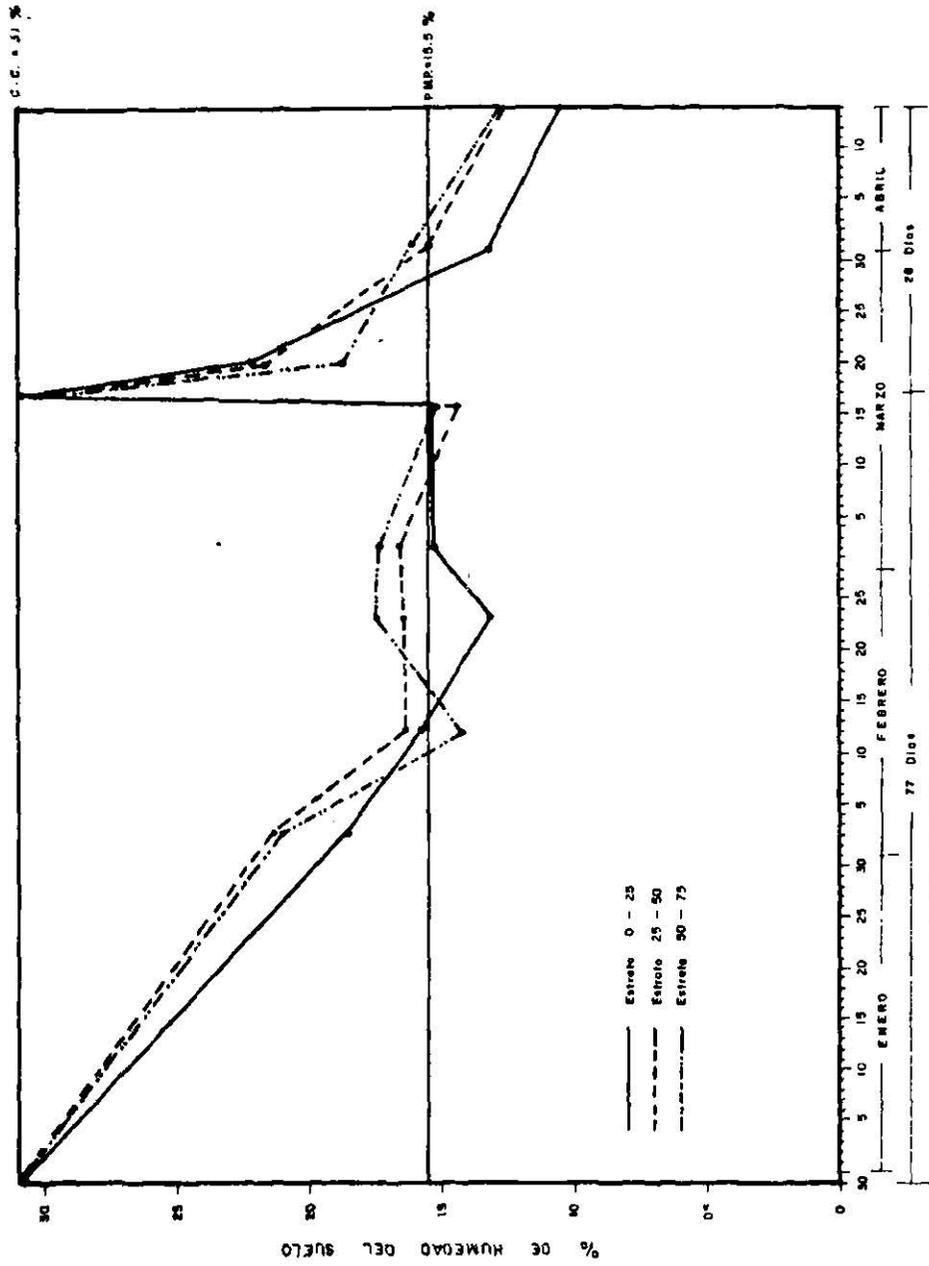
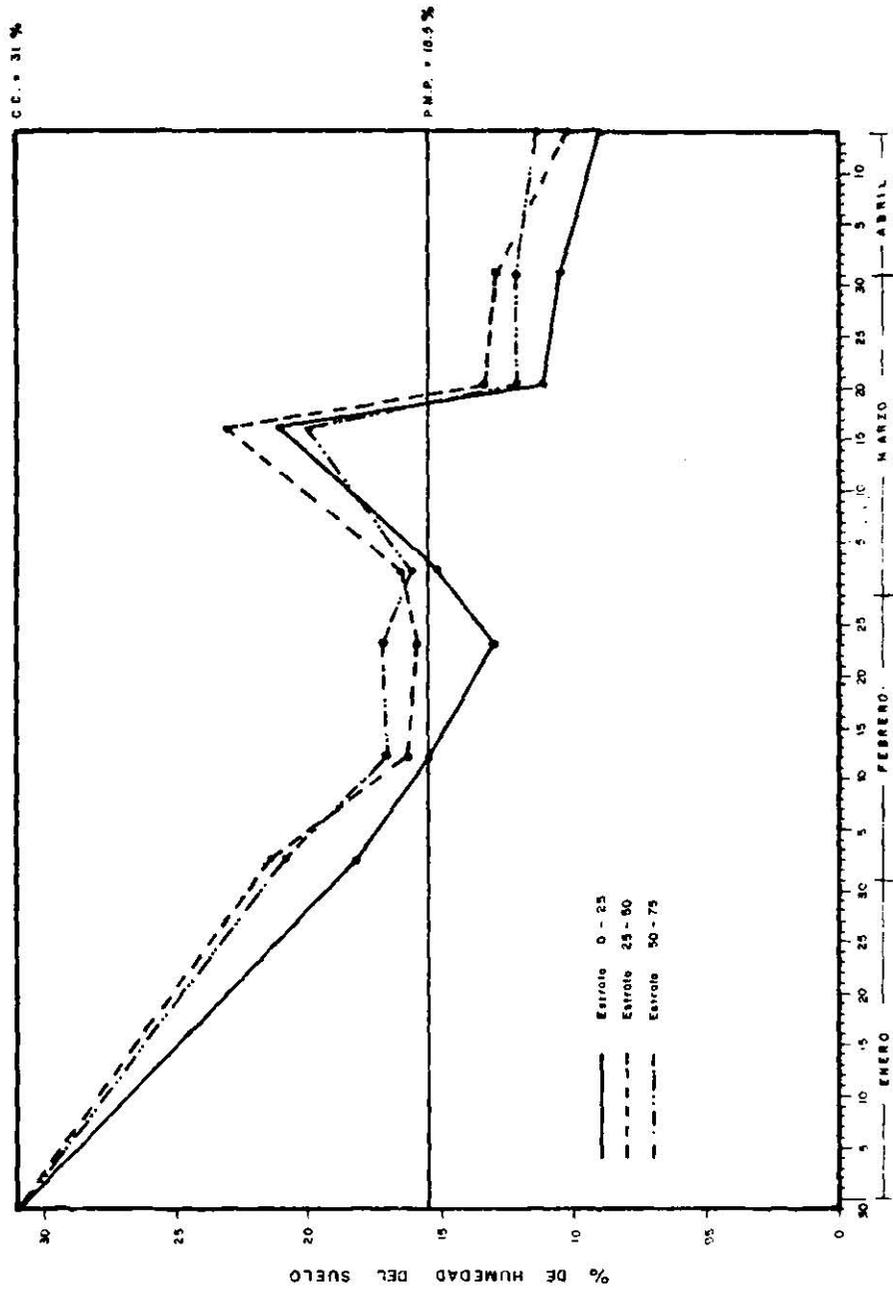


FIGURA No 10. GRAFICA DEL CONTROL DE LA HUMEDAD DEL SUELO PARA EL TRATAMIENTO No 3 INVIERNO 1980-1981, MARIN, N.L.



MESES Y DIAS DEL CICLO VEGETATIVO DEL CULTIVO

FIGURA No II. GRAFICA DEL CONTROL DE LA HUMEDAD DEL SUELO PARA EL TRATAMIENTO No 4 INVIERNO 1980-1981, MARIN, N. L.

humedad aumenta en algunos puntos anteriores a los riegos, ésto - fue debido a las lluvias que se presentaron en esos períodos.

En todos los riegos aplicados a los tratamientos 1, 2 y 3 el suelo se llevó a Capacidad de Campo ($P_w = 31\%$).

Los coeficientes de desarrollo se obtuvieron a partir de las gráficas de consumo de humedad acumulada y de evaporación de las figuras 21, 22, 23 y 24 del apéndice, los valores de K_d obtenidos se presentan en los cuadros 26, 27, 28 y 29 del apéndice.

2.- FORMACION DE LA CURVA DE DESARROLLO DEL TRIGO.

Con los valores de K_d obtenidos se elaboraron las curvas de desarrollo que se muestran en las figuras 12, 13, 14 y 15.

En la figura 16 se hace una comparación de las 4 curvas y en la cual puede observarse que la mayor demanda hídrica para los 3 tratamientos regados se presentó cuando el cultivo termina la etapa de floración e inicia la de llenado de grano, o sea, cuando lleva un 80% de su desarrollo.

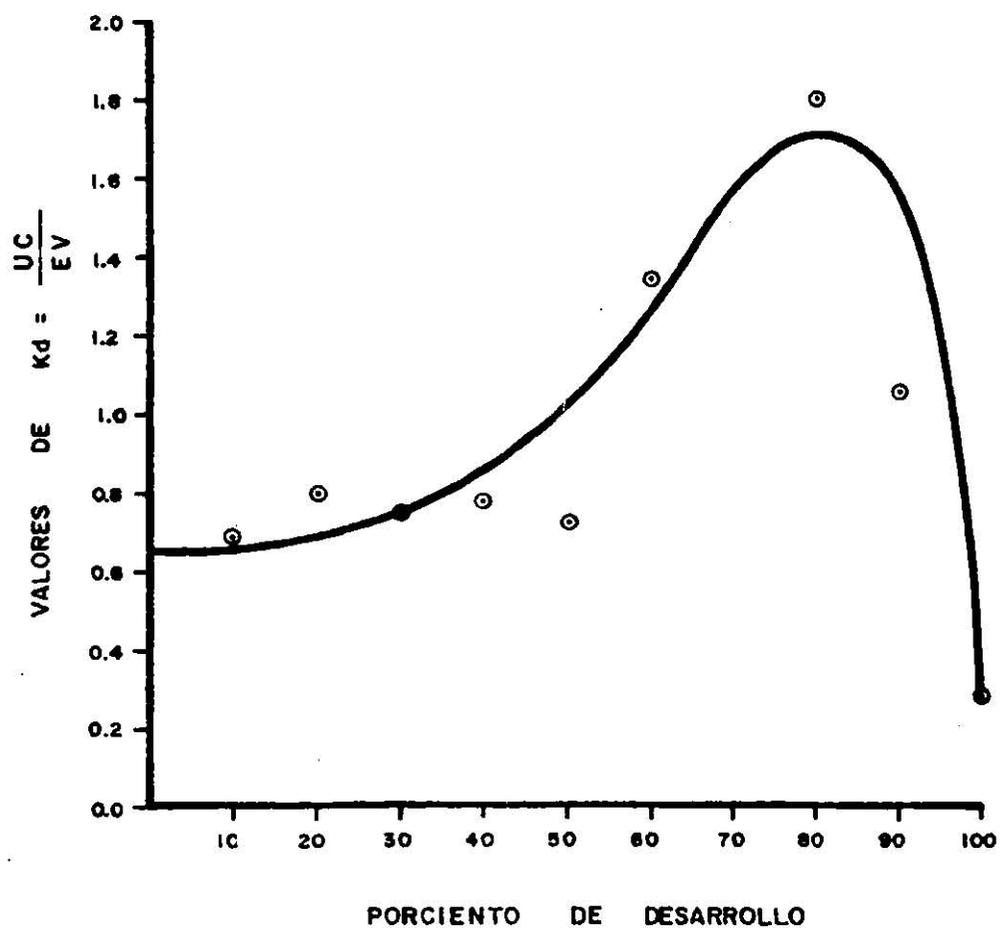


FIGURA No. 12. CURVA DE DESARROLLO DEL CULTIVO DE TRIGO PARA EL TRATAMIENTO No. 1. INVIERNO 1980-1981, MARIN, N. L.

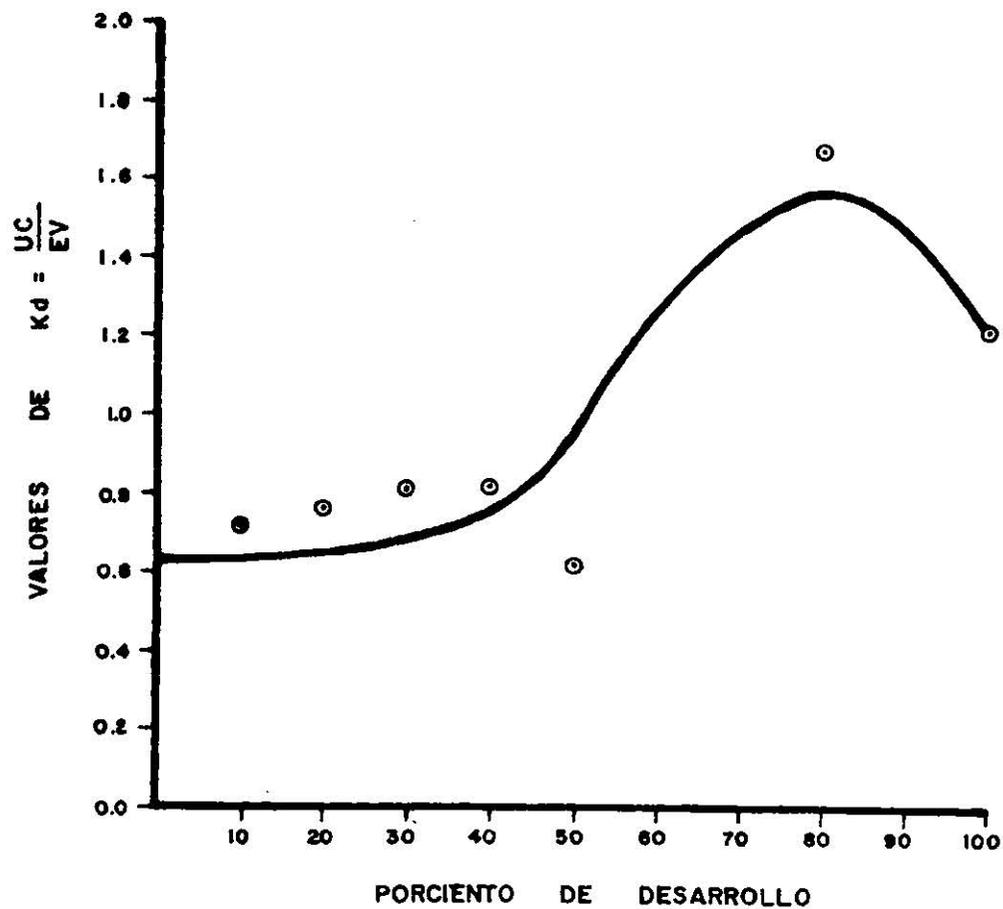


FIGURA No. 13. CURVA DE DESARROLLO DEL CULTIVO DE TRIGO PARA EL TRATAMIENTO No. 2. INVIERNO 1980-1981, MARIN, N.L.

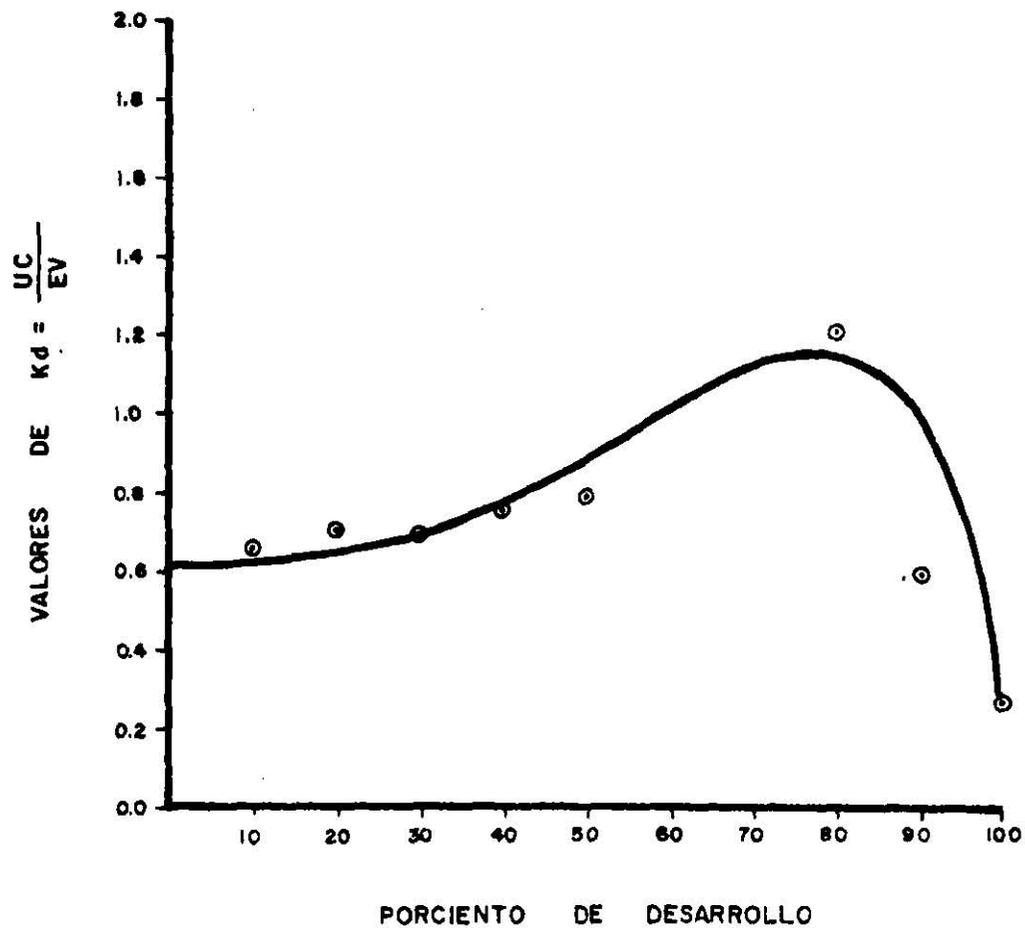


FIGURA No. 14. CURVA DE DESARROLLO DEL CULTIVO DE TRIGO PARA EL TRATAMIENTO No. 3. INVIERNO 1980-1981, MARIN, N.L.

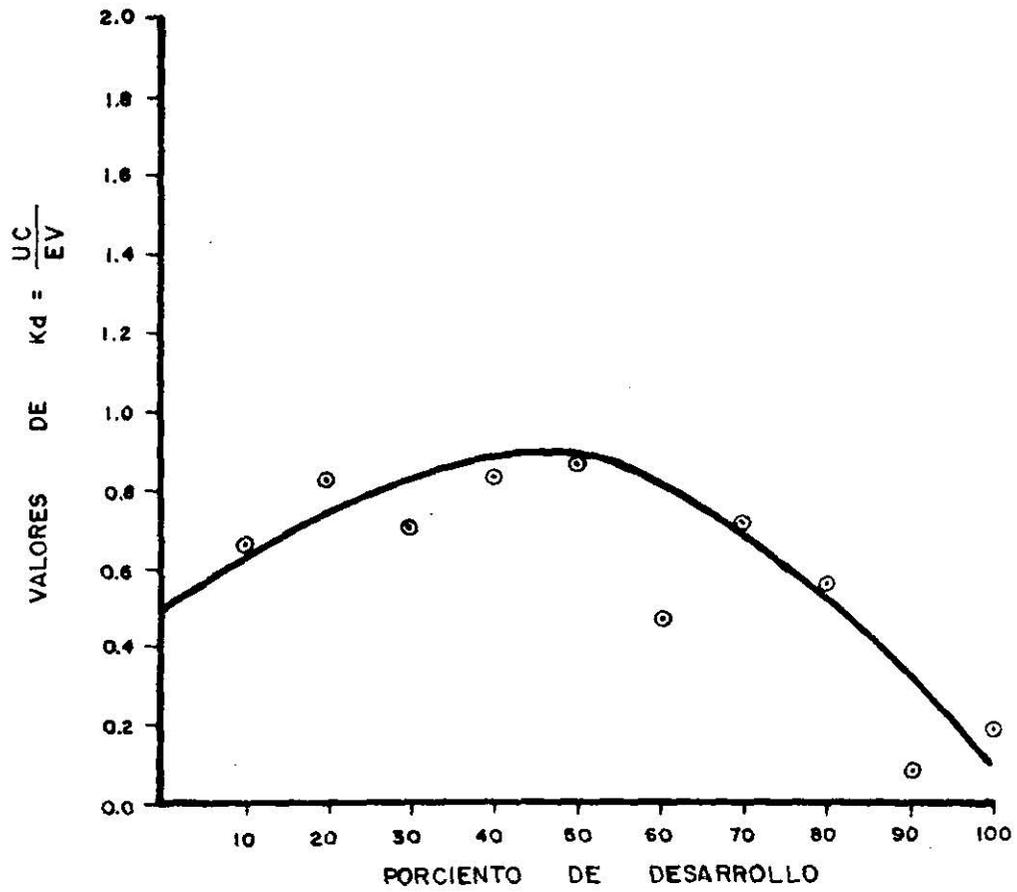


FIGURA No. 15. CURVA DE DESARROLLO DEL CULTIVO DE TRIGO PARA EL TRATAMIENTO No. 4. INVIERNO 1980-1981, MARIN, N. L.

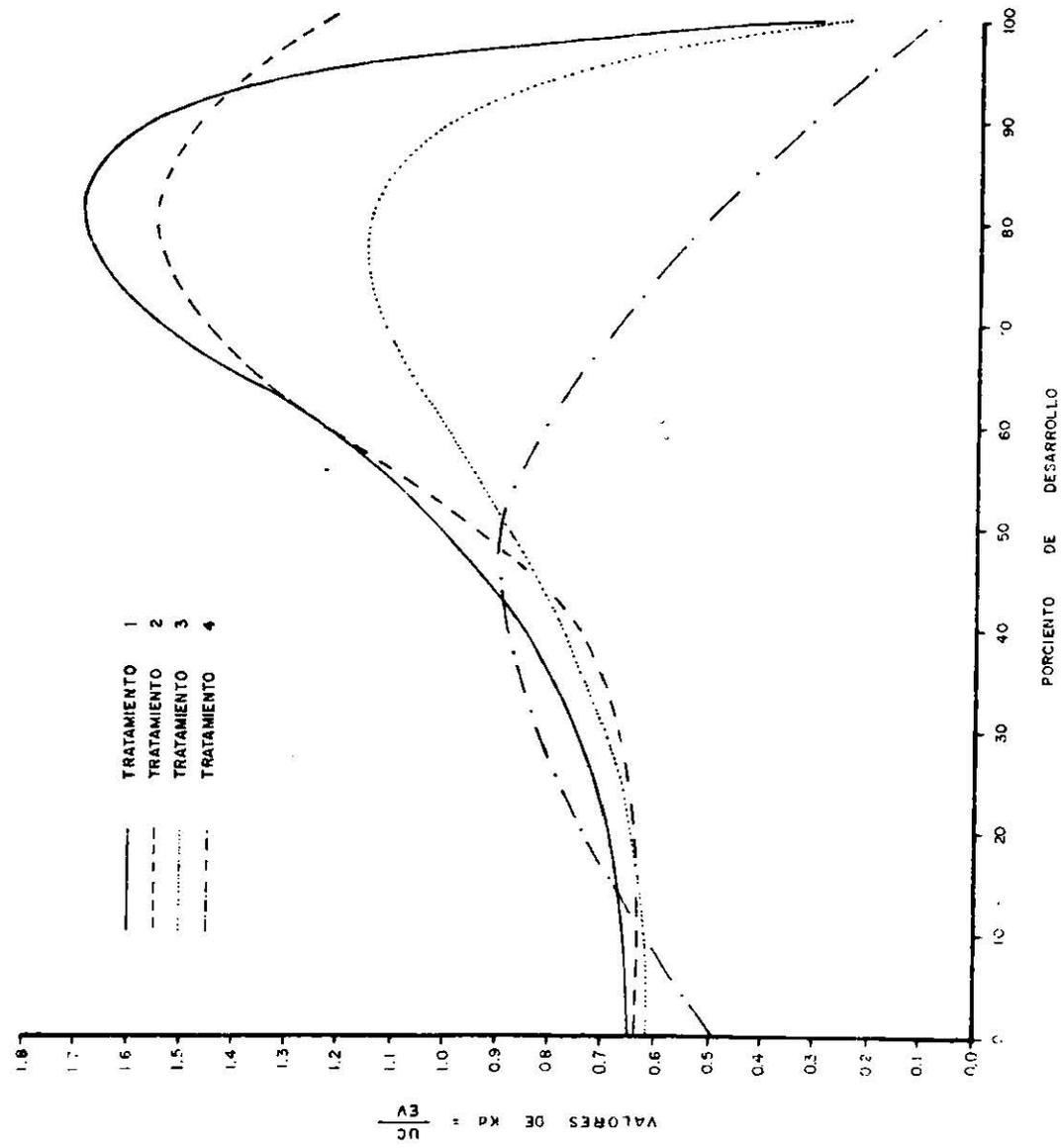


FIGURA No 16. GRAFICA COMPARATIVA DE LAS CURVAS DE DESARROLLO DEL TRIGO DE LOS CUATRO TRATAMIENTOS. MARIN, N.E. INVIERNO 1980-1981.

Se puede ver también que la mayor demanda del tratamiento 4 se presentó cuando el cultivo tenía un 47% de desarrollo esto fué debido a que el uso consuntivo depende en gran parte del contenido de humedad del suelo y hay que -- recordar que dicho tratamiento se desarrolló bajo condiciones de temporal y que aún y cuando la planta tuviera mayores necesidades de agua, éstas no se pudieron satisfacer -- debido a la falta de humedad en el suelo.

3.- ESTIMACION DE LOS VALORES DEL COEFICIENTE DE CULTIVO - (Kc) Y COEFICIENTE GLOBAL (K').

En el cuadro 9 se muestran los valores de Kc obteni-- dos y los valores propuestos de Kc citados por Tovar (1981)

La figura 17 muestra las gráficas de los valores del cuadro 9 en el cual se pueden comparar los valores observa-- dos con los valores citados.

De acuerdo con la curva de los valores de Kc propues-- tos, las mayores demandas hídricas del cultivo se presen-- tan al 60% de desarrollo del cultivo, o sea en la etapa de encañe, lo cual difiere de las curvas de los 3 tratamien-- tos regados, ya que que en éstas la mayor demanda de agua se presenta al 80% de desarrollo, o sea en la terminación

CUADRO 9.- Comparación de los valores de los coeficientes de cultivo (kc) observados de los 4 tratamientos, con los valores propuestos. Marín, N.L. - 1980-1981.

KC	VALORES PROPUESTOS	TRAT. 1	TRAT. 2	TRAT. 3	TRAT. 4
Kc 1	0.30	0.66	0.64	0.62	0.56
Kc 2	0.55	0.68	0.64	0.64	0.68
Kc 3	0.90	0.73	0.65	0.67	0.78
Kc 4	1.25	0.81	0.71	0.74	0.85
Kc 5	1.50	0.94	0.84	0.84	0.89
Kc 6	1.62	1.13	1.10	0.95	0.85
Kc 7	1.55	1.41	1.37	1.07	0.74
Kc 8	1.30	1.64	1.52	1.14	0.60
Kc 9	0.95	1.65	1.52	1.09	0.42
Kc10	0.62	1.01	1.35	0.68	0.20

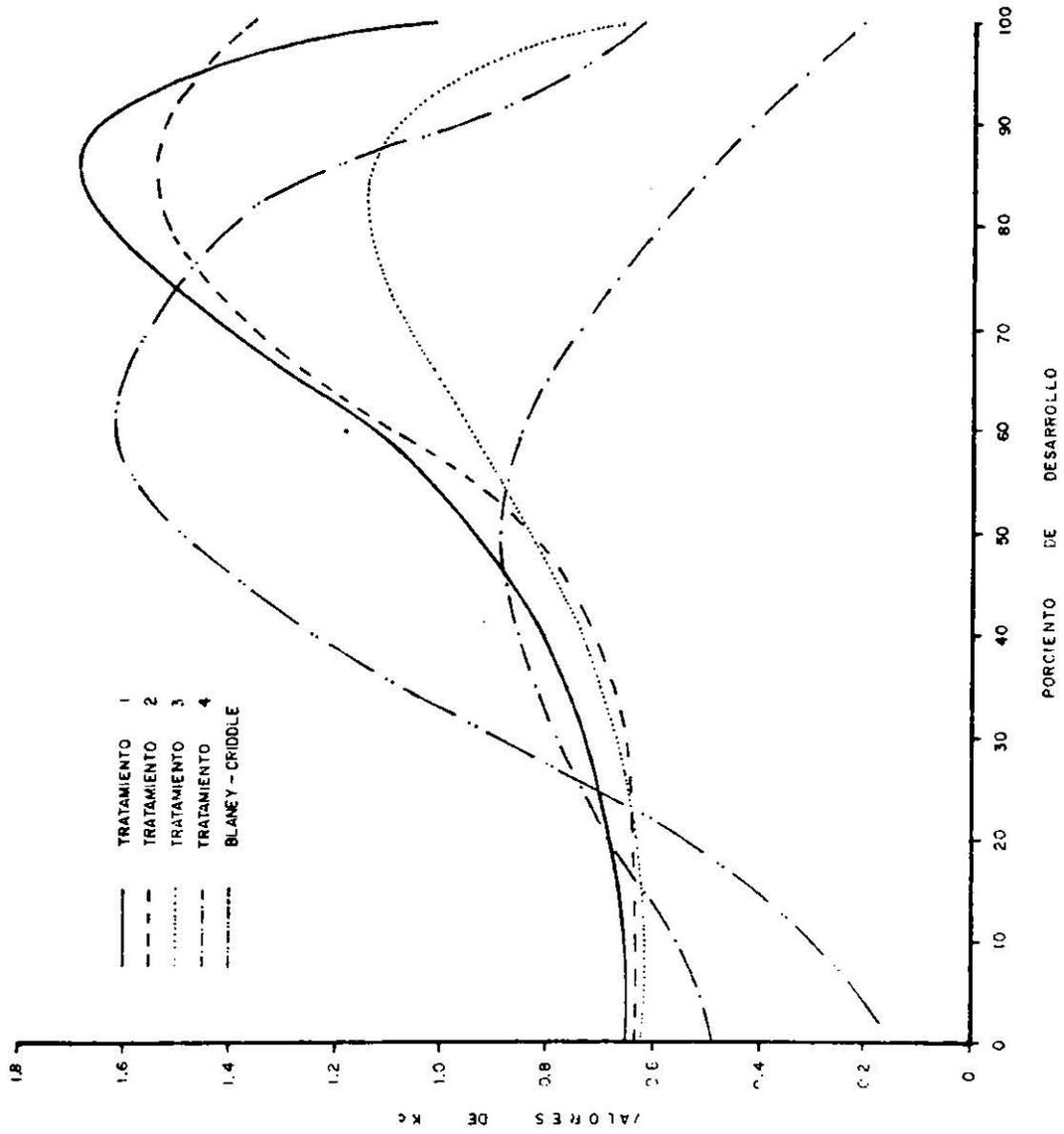


FIGURA IV 17. GRAFICA COMPARATIVA DE LOS VALORES DE LOS COEFICIENTES DE DESARROLLO (Kc) DE LOS CUATRO TRATAMIENTOS, CON LOS VALORES PROPUESTOS POR BLANCO CRIDDLE MARIN, N.L. INVIERNO 1980 - 1981.

de la floración y el inicio del llenado de grano, lo cual demuestra la importancia de determinar dichos "coeficientes de uso consuntivo" o "coeficientes de cultivo" en cada localidad para cada una de las especies y variedades vegetales que interesen.

El coeficiente global K' se calculó a partir de los cuadros 4, 5, 6 y 7, los valores obtenidos fueron los siguientes:

Tratamiento 1	-----	$K' = 0.87$
Tratamiento 2	-----	$K' = 0.86$
Tratamiento 3	-----	$K' = 0.66$
Tratamiento 4	-----	$K' = 0.45$

El valor de K' global establecido es de 0.99. Vega (1976).

Los valores de K' global obtenidos son determinados para la localidad específica de Marín, N. L., por lo tanto son los valores que pueden usarse en la fórmula de Blaney-Criddle en sustitución del valor de 0.99 establecido.

4.- DETERMINACION DE C PARA EL TANQUE EVAPORIMETRO.

Los resultados de la determinación de C fueron los --

siguientes:

Tratamiento 1 ----- C = 0.823

Tratamiento 2 ----- C = 0.822

Tratamiento 3 ----- C = 0.598

Tratamiento 4 ----- C = 0.474

Como puede verse, los valores de C obtenidos para los tratamientos 1 y 2 son bastante aproximados al valor de 0.8 que encontró Penman citado por Vega (1976) y son los que pueden utilizarse en los programas de riego de la región que se lleven a cabo mediante el uso del tanque, multiplicando los valores obtenidos de dichos tratamientos por la evaporación del tanque, para obtener los requerimientos de humedad del cultivo de trigo.

5.- ESTIMACION DE LOS VALORES DE C PARA EL TANQUE, POR PERIODOS DEL CICLO VEGETATIVO DEL CULTIVO.

En el cuadro 10 se presentan los usos consuntivos correspondientes a cada período comprendido entre cada muestreo de humedad.

En el cuadro 11 se muestran los cálculos de los valores parciales de C y en las figuras 18 y 19 las gráficas de los mismos. En las gráficas se incluyen también los valores de C total.

CUADRO 10.- Datos de uso consuntivo por período en cms.para el cálculo de los valores de C por período para los 4 tratamientos. Marín,N.L. Invierno-1980-1981.

PERIODO	FECHA DE MUESTREO	TRATAMIENTOS				EVAPORACION
		I	II	III	IV	
1	2-feb-81	9.16	8.80	8.03	8.20	11.380
2	12-feb-81	1.97	2.04	2.00	2.84	3.053
3	23-feb-81	1.49	1.26	0.94	1.06	2.930
4	2-mar-81	0.00	0.00	0.00	0.00	2.225
5	20-mar-81	10.74	10.40	7.46	7.24	8.513
6	31-mar-81	11.89	3.55	5.45	0.40	7.865
7	14-abr-81	1.85	11.15	2.08	1.61	9.122

CUADRO 11.- Cálculo de los valores de C correspondientes a cada período del ciclo vegetativo del trigo, para los 4 tratamientos. Marín, N.L. Invierno - 1980-1981.

TRATAMIENTO 1		TRATAMIENTO 2	
PERIODO	UC/EV	PERIODO	UC/EV
1	= 0.805	1	= 0.773
2	= 0.645	2	= 0.668
3	= 0.509	3	= 0.430
4	= 0.000	4	= 0.000
5	= 1.260	5	= 1.222
6	= 1.510	6	= 0.451
7	= 0.203	7	= 1.222

TRATAMIENTO 3		TRATAMIENTO 4	
PERIODO	UC/EV	PERIODO	UC/EV
1	= 0.705	1	= 0.721
2	= 0.655	2	= 0.930
3	= 0.422	3	= 0.362
4	= 0.000	4	= 0.000
5	= 0.876	5	= 0.850
6	= 0.693	6	= 0.051
7	= 0.228	7	= 0.176

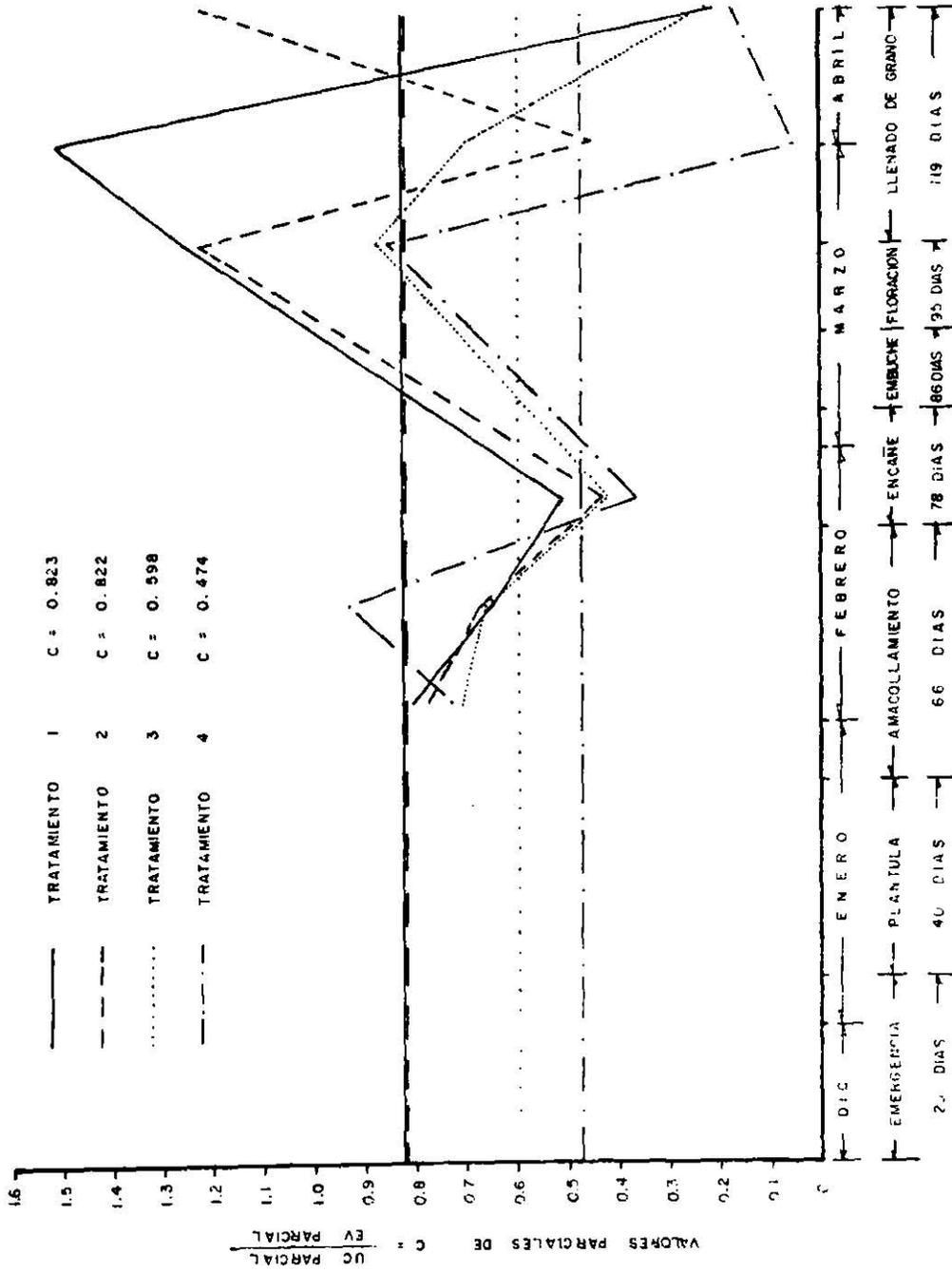


FIGURA No 18. GRAFICA DE LOS VALORES PARCIALES DE C EN CADA UNO DE LOS PERIODOS DE MUESTREO DE HUMEDAD PARA LOS 4 TRATAMIENTOS. MARIN, EL INVIERNO 1980-81.

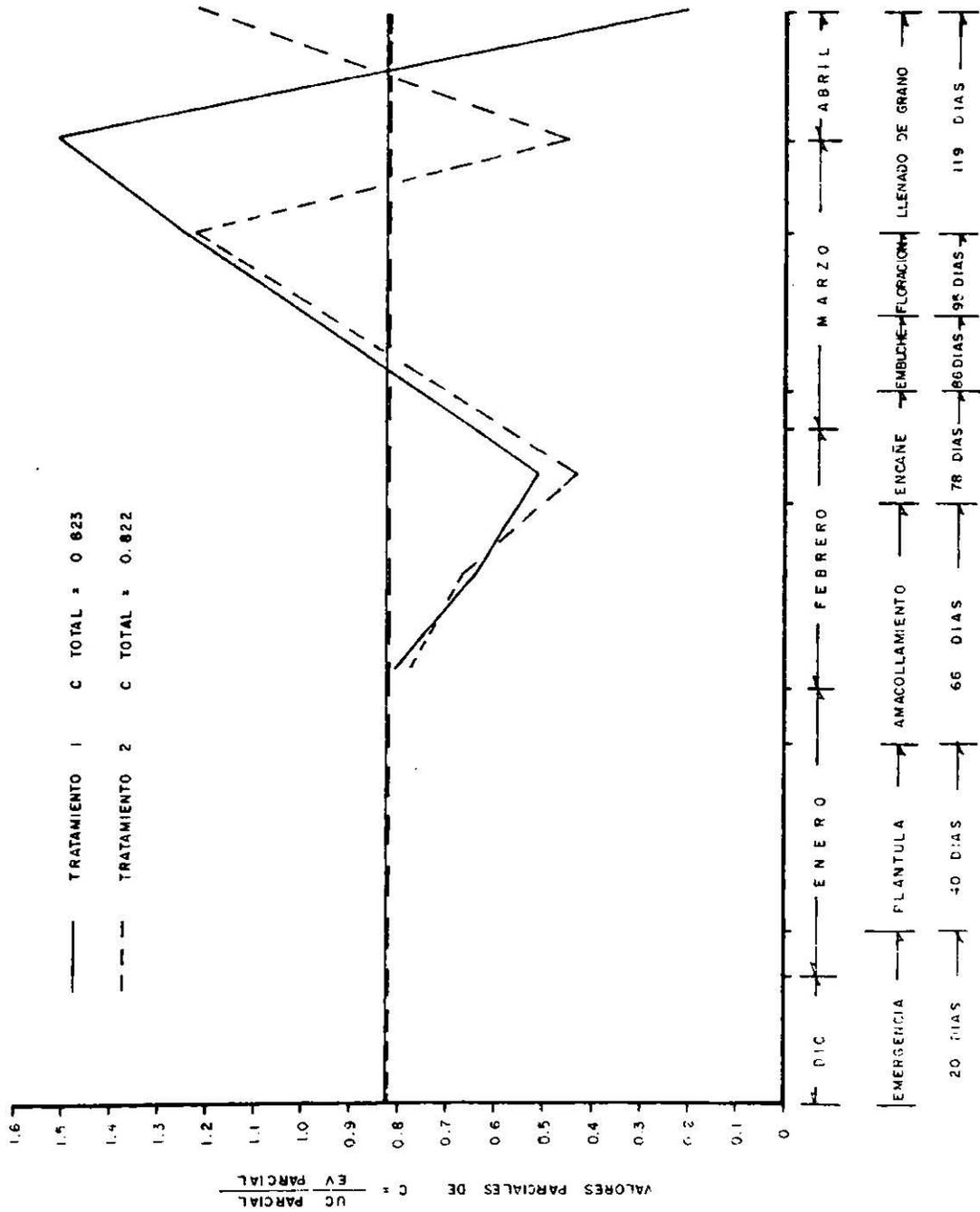


FIGURA No 19 GRÁFICA DE LOS VALORES PARCIALES DE C EN CADA UNO DE LOS PERIODOS DE MUESTREO Y HUMEDAD PARA LOS TRATAMIENTOS 1 Y 2. MARIN, D.L. INVIERNO 1980 - 1981.

Como puede observarse en las figuras 18 y 19 los valores parciales obtenidos son bastante diferentes al valor total de C, sobre todo en la etapa de floración y llenado de grano, lo cual indica que el valor de C para el tanque no es constante y que varía en las diferentes etapas de desarrollo del ciclo del cultivo.

NOTA: La figura 20 del apéndice muestra en forma general el desarrollo del experimento.

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

En base a los resultados obtenidos en el presente trabajo, se llega a las siguientes conclusiones:

- 1.- La mayor demanda de humedad del cultivo se presenta -- cuando termina su etapa de floración e inicia la de -- llenado de grano, o sea, cuando se encuentra a un 80% de desarrollo.

- 2.- Los valores obtenidos de Kc difieren en gran parte de los valores propuestos, ya que según los resultados ob-- tenidos en el presente trabajo, la mayor demanda de -- agua se presenta cuando el cultivo se ha desarrollado en un 80%, o sea, en la etapa que corresponde al ini-- cio del llenado de grano y según los valores propues-- tos, se presenta al 60% de desarrollo del cultivo o -- sea, en la etapa de encañe, lo cual demuestra la impor-- tancia de determinar dichos coeficientes de cultivo en cada localidad para cada una de las especies y varie-- dades vegetales que interesen.

- 3.- Debido a la diferencia observada entre los valores de K' global obtenidos y el valor propuesto citado por Ve

ga (1976), también es necesario determinar dichos valores en cada región, para cada una de las especies y variedades.

- 4.- Dado que los valores parciales de C obtenidos difieren en gran parte del valor total de C, se concluye que el valor de dicho coeficiente no es constante, sino que varía en las diferentes etapas de desarrollo del ciclo del cultivo.

R E C O M E N D A C I O N E S

- 1.- Se recomienda utilizar, para posteriores programaciones de riego que se lleven a cabo en la región, los valores obtenidos de K_c para calcular los usos consuntivos del cultivo de trigo, ya que fueron obtenidos para la localidad.
- 2.- Ya que los valores obtenidos de K' global fueron determinados en la región de Marín, N. L., se recomienda -- utilizarlos en la ecuación de Blaney y Criddle para el cálculo del uso consuntivo total, en sustitución del - valor propuesto de 0.99 mencionado por Vega (1976).
- 3.- Se recomienda utilizar, en los programas de riego de la región que se lleven a cabo mediante el uso del tanque, los valores de C obtenidos para el tratamiento 1 y 2.
- 4.- Si se requiere de mayor exactitud, se recomienda utilizar los valores parciales de C , obtenidos para cada período del ciclo vegetativo del cultivo.

R E S U M E N

El presente trabajo se realizó con el fin de determinar los coeficientes de desarrollo, de cultivo y del tan--que evaporímetro para el trigo para las condiciones ecoló--gicas de Marín, N. L., para que puedan usarse en los pro--gramas de riego de dicha región.

La investigación se efectuó durante el ciclo invierno 1980-1981, contándose con semilla de trigo de la variedad Pavón F-76 y agua de riego proveniente de la "presa gran--de" del Campo Agrícola Experimental de la Facultad de Agro--nomía de la U.A.N.L.

El diseño experimental que se usó fue el de Bloques al Azar, constando de 4 tratamientos y 6 repeticiones dando un total de 24 parcelas. Cada parcela tuvo un área de 27.6 m^2 y todo el experimento abarcó un área de 2112 m^2 .

Los tratamientos fueron láminas de riego aplicadas en diferentes etapas del cultivo.

La preparación del terreno consistió del desbare, barbecho, rastreo y bordeo.

La siembra se hizo a tierra venida simultáneamente - con la fertilización con una sembradora-fertilizadora para grano fino el 17 de diciembre de 1980. La densidad de siembra fue de 150 Kg. de semilla por hectárea.

Se fertilizó con Sulfato de Amonio y Superfosfato simple. La fórmula que se usó fue la 100-50-0 en una sola - - aplicación al momento de la siembra.

No se presentaron problemas con malezas, plagas ni enfermedades.

Durante el ciclo vegetativo del trigo se tomaron datos diarios de temperatura máxima, mínima y media, precipitación y evaporación del tanque tipo "A".

La cosecha se realizó el 21 de abril de 1981 tomando 4 m² como parcela útil, tomados como parcelas aisladas de 1m² cada una.

Se observó que la mayor demanda de humedad se presentó cuando el cultivo termina su etapa de floración e inicia la de llenado de grano, o sea, cuando lleva un 80% de desarrollo.

De acuerdo con los valores de K_c propuestos, las mayores demandas hídricas del cultivo se presentan al 60% de desarrollo, o sea, en la etapa de encañe, lo cual difiere de los valores observados en el presente trabajo, ya que según estos valores observados, la mayor demanda de agua se presenta al 80% de desarrollo, o sea, en la terminación de la floración e inicio del llenado de grano.

Los valores de K' global obtenidos difieren también del valor propuesto y citado en la literatura.

Los resultados obtenidos de C para el tanque evaporímetro fueron bastante aproximados al valor encontrado por Penman, citado en la literatura.

Tanto los valores del coeficiente de desarrollo (K_d), coeficiente de cultivo (K_c), coeficiente global (K'), así como el coeficiente (C) para el tanque evaporímetro, obtenidos en el presente trabajo, pueden usarse en los programas de riego que se lleven a cabo en la región de Marín, - N. L..

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

- Aguilera, M. y Martínez, E. 1980. Relaciones agua, suelo, planta, atmósfera. Segunda Edición. Departamento de irrigación de la UACH. Chapingo, México.
- De la Peña, I. 1978. El buen uso y manejo del agua de riego. Boletín técnico No. 8 SARH. Cd. Obregón, Sonora.
- De la Peña, I. 1979. Elementos para el uso y manejo eficiente del agua de riego. Memorándum técnico No. 387, SARH, México.
- De Los Santos, V.S. 1971. Metodología para la determinación y cálculo del uso consuntivo del agua, Memorándum técnico No. 290 SRH, México.
- García, C.I. 1979. Sistemas de irrigación por conductos cerrados. Notas de clase. U.A.A.A.N. Buena vista, Saltillo Coahuila, México.
- García, De M.E. y otros. 1973. Modificaciones al sistema de clasificación climática de Köppen, para la república mexicana, Instituto de Geografía de la U.N.A.M..

Grassi, C.J. 1968. Estimación de los usos consuntivos de agua y requerimientos de riego con fines de formulación y diseño de proyectos, criterios y procedimientos, C.I.D.I.A.T.. Doc. No. 53 Mérida, Venezuela.

Ibarra, R.B. 1978. Curso de uso y manejo del agua, manual de prácticas. Facultad de Agronomía U.A.N.L. México.

Israelsen. O.W.. 1963. Principios y prácticas del riego. Ed. Reverté. México.

Martínez, De L.J.M. y Otros. 1980. Guía para cultivar trigo en el norte de Nuevo León y Noreste de Tamaulipas. Circular C.I.A.G.O.N. No. 3 SARH, México.

Pizzani, Z.J.F. 1974. Curso de riego y drenaje. Apuntes de clase. Facultad de Agronomía U.A.N.L.. México.

Servicio de Extensión de la Universidad de Arizona. El uso consuntivo del agua en las cosechas en Arizona. Boletín técnico No. 3 U.S.A..

Tovar, S.J.L. Uso del agua bajo condiciones de temporal y riego. Departamento de suelos U.A.CH. Chapingo, México.

Vega, J.D. 1976. Curso de uso y manejo del agua. ITESM.
México.

Withers, B. y Vipond, S. 1978. El riego: Diseño y práctica.
Primera edición. Ed. Diana, México.

A P E N D I C E

CUADRO 12.- Análisis del suelo del lote Experimental del estrato 0-25. Marín, N.L. Invierno 1980-1981.

DETERMINACION	ANALISIS	CLASIFICACION AGRONOMICA.
COLOUR (Escala Munsell)	Seco 10 YR 6/2 Húmedo 10 YR 5/3	Gris Cafésáceo Brillante Café Oscuro
REACCIÓN	PH 8.25	Medianamente Alcalino
(Relación Suelo - Agua 1:2)		
TEXTURA	Arena 14.76 % Limo 31.00 % Arcilla 54.24 %	Arcilloso
MATERIA ORGANICA (Método Walkley y Black)	0.69 %	Medianamente Pobre
NITROGENO TOTAL (Método Kjeldahl)	0.0345 %	Extremadamente Pobre
FOSFORO APROVECHABLE (Método Olsen)	4.0 P.p.m.	B a j o
POTASIO APROVECHABLE (Método Peech y English)	75 Kg/Ha	Muy Pobre
SALES SOLUBLES TOTALES Puente Wheatstone	Conductividad Eléctrica a 25° C 1.9 mmhos/cm	No Salino

CUADRO 13.- Análisis del suelo del lote Experimental del estrato 25-50. Marín, N.L. Invierno 1980-1981.

DETERMINACION	ANALISIS	CLASIFICACION AGRONOMICA
COLOR (Escala Munsell)	Seco 10 YR 6/2 Húmedo 10 YR 3/3	Gris Cafesáceo Brillante Café Oscuro
REACCION (Relación Suelo - Agua 1:2)	pH 8.2	Medianamente Alcalino
TEXTURA (Método del Hidrómetro)	Arena 18.76 % Limo 26.00 % Arcilla 55.24 %	Arcilloso
MATERIA ORGANICA (Método Walkley y Black)	0.276 %	Pobre
NITROGENO TOTAL (Método Kjeldahl)	0.014 %	Extremadamente Pobre
FOSFORO APROVECHABLE (Método Olsen)	15.0 p.p.m.	A l t o
POTASIO APROVECHABLE (Método Peech y English)	36.4 Kg/Ha	Extremadamente Pobre
SALES SOLUBLES TOTALES Puente Wheatstone	Conductividad Eléctrica a 25°-C 2.6 mmhos/cm	Muy Ligeramente Salino.

CUADRO 14.- Análisis del suelo del lote Experimental del estrato 50-75. Marín, N.L. Invierno 1980-1981.

DETERMINACION	ANALISIS	CLASIFICACION AGRONOMICA
COLOUR (Escala Munsell)	Seco 10 YR 6/2 Húmedo 10 YR 3/3	Gris Cafésáceo Brillante Café Oscuro
RELACION (Relación Suelo - Agua 1:2)	pH 8.0	Medianamente Alcalino
TEXTURA (Método del Hidrómetro)	Arena 10.76 % Limo 27.00 % Arcilla 62.24 %	Arcilloso
MATERIA ORGANICA (Método Walkley y Black)	0.345 %	Pobre
NITROGENO TOTAL (Método Kjeldahl)	0.017 %	Extremadamente Pobre
FOSFORO APROVECHABLE (Método Olsen)	4.8 p.p.m.	B a j o
POTASIO APROVECHABLE (Método Peck y English)	64.6 Kg/Ha	Extremadamente Pobre
SALES SOLUBLES TOTALES Puente Wheatstone	Conductividad Eléctrica a 25° C 2.8 mmhos/cm.	Muy Ligeramente Salino

CUADRO 15.-Datos diarios de Temperatura Máxima, Mínima y media, Precipitación y evaporación durante el ciclo - del cultivo. Marín N.L. Invierno 1980-1981.

DICIEMBRE

DIA	TEMPERATURA EN °C			Pp. (mm)	EVAPORACION (mm)
	MAX.	MIN.	MEDIA		
17	24.5	6.0	15.25		3.53
18	28.5	6.0	17.25		2.97
19	17.0	7.0	12.00		3.28
20	5.0	4.5	4.75		1.02
21	6.0	3.0	4.50	3.05	0.89
22	11.0	3.5	7.25		0.43
23	16.0	10.0	13.00		1.70
24	16.5	14.5	15.5		2.51
25	10.5	4.0	7.25		2.36
26	25.5	3.5	14.50		2.79
27	12.0	3.5	7.75		2.06
28	11.5	3.0	7.25		3.74
29	23.0	5.5	14.25		4.49
30	21.0	10.0	15.50		4.46
31	23.0	-0.5	11.25		3.29

CONTINUACION CUADRO 15 .-

ENERO

DIA	TEMPERATURA EN °C			Pp. (mm)	EVAPORACION (mm)
	MAX.	MIN.	MEDIA		
1	24.0	0.0	12.00		3.04
2	21.0	1.0	11.00		2.62
3	22.0	3.5	12.75		2.52
4	23.5	5.5	14.50		2.06
5	19.0	7.0	13.00		1.64
6	22.0	14.5	18.25		0.97
7	12.0	10.5	11.25	0.6	1.80
8	14.5	9.5	17.00		2.40
9	16.0	11.0	13.50	6.0	0.78
10	11.5	4.5	8.00	6.3	0.99
11	11.0	8.5	9.75	7.8	0.31
12	8.5	8.0	8.25	10.4	0.36
13	11.5	6.0	8.75	0.8	1.85
14	19.5	5.0	12.25		3.00
15	18.0	4.0	11.00		3.16
16	11.5	6.0	8.75		0.38
17	11.0	5.0	8.00	16.2	0.41
18	12.0	-0.5	5.75	2.1	0.29
19	9.5	1.0	5.25	10.2	0.71
20	21.0	1.5	11.25	0.4	4.42
21	14.5	4.5	9.50	9.4	0.70
22	9.5	5.5	8.00	1.0	0.49
23	19.5	1.5	10.50		4.55
24	15.5	0.0	7.75		1.90
25	26.5	3.0	14.75		2.40
26	23.0	3.0	13.00		1.78
27	25.0	6.5	15.75		5.22
28	26.0	5.0	15.50		4.48
29	26.0	6.5	16.25		2.27
30	25.5	8.5	17.00		5.03
31	21.5	11.5	16.50		2.31

CONTINUACION CUADRO 15.-

FEBRERO

DIA	TEMPERATURA EN °C			Pp. (mm)	EVAPORACION (mm)
	MAX.	MIN..	MEDIA		
1	25	14.4	19.7		5.51
2	10	3.5	6.75	2.0	5.40
3	10	6	8		1.29
4	15.5	5	10.25	9.0	0.07
5	14.5	10	12.25		1.40
6	17.5	10	18.75	1.4	0.37
7	21	8.5	14.75		0.55
8	23.5	6.5	15		3.54
9	23	9	16		2.13
10	30.5	11.5	21		10.53
11	10.5	1	5.75		5.25
12	12.5	-1.5	5.5		2.00
13	8	5	6.5	2.0	0.27
14	9	7	8	4.0	1.95
15	15	7	11		*
16	15	10	12.5		1.41
17	19.5	12	115.75	2.0	2.12
18	23	14	18.5		2.40
19	24	12	18		0.94
20	25	15	20		2.43
21	28	14	21		10.42
22	24.5	10	17.25		*
23	25	4	14.5		5.25
24	23.5	11	17.25	7.8	2.63
25	224.5	13.5	19		2.28
26	26	15	20.5		3.97
27	23	17	20		1.62
28	26	12	19		4.65

* Los datos de evaporacion que no aparecen en el cuadro se encuentran acumulados en el dato anterior a los mismos.

CONTINUACION CUADRO 15.-

MARZO

DIA	TEMPERATURA EN °C			Pp. (mm)	EVAPORACION (mm)
	MAX.	MIN.	MEDIA		
1	24.5	9	16.75		*
2	21	17	19		1.42
3	24.5	17.5	21		8.01
4	30.5	17	23.75		6.96
5	25.5	8.5	17		6.22
6	21	9.5	15.25		2.10
7	26	11	18.5		9.36
8	21.5	10	15.75		*
9	20	14.5	17.25		2.96
10	13.5	12	12.75	8.6	2.13
11	14	10	12	9.2	1.13
12	15	10.5	12.75	3.8	1.00
13	19	10	14.5		2.12
14	21	10	15.5		8.3
15	28	10	19	0.8	*
16	20	11	15.5	3.8	2.39
17	28.5	11	19.75		4.52
18	28	11.5	19.75		8.32
19	21	8.5	14.75		5.49
20	28	7	17.5		2.46
21	30	8	19		13.42
22	27.5	12	19.75		*
23	22	7.5	14.75		7.79
24	20.5	8	14.25		2.07
25	26.5	14.5	20.5		4.45
26	28	16	22		6.31
27	30	17	23.5		7.22
28	29	18	23.5		12.62
29	30.5	17	23.75		*
30	34	11	22.5		7.40
31	36.5	15.5	26		8.79

CONTINUACION CUADRO 15 .-

ABRIL

DIA	TEMPERATURA EN °C			Pp. (mm)	EVAPORACION (mm)
	MAX.	MIN.	MEDIA		
1	29.5	15	22.25	0.6	5.40
2	27.5	20	23.75		4.28
3	35	20.5	27.75		5.50
4	29	18	23.5		5.00
5	29	9	19		*
6	27	10	18.5		8.90
7	31	15	23		4.90
8	30	20	25		5.29
9	28.5	19	23.75		4.71
10	29.5	17.5	13.5		6.81
11	27.5	20	23.75		11.56
12	30	19	24.5		*
13	30	19	24.5		4.63
14	29	20.5	24.75		4.63

CUADRO 16. - RESULTADOS DE LOS ANALISIS DE AGUA ANTES DE CADA RIEGO. MARIN, N.L. Invierno 1980-1981.

FECHA DE RIEGO	6-MARZO-81	16-MARZO-81	21-MARZO-81	1-ABRIL-81
CE. X 10 ⁶	1090 A.S.	950 A.S.	925 A.S.	1090 A.S.
p H	7.85	7.8	7.8	8.0
CA en Meq/Lto	5.0	4.9	3.9	4.2
Mg en Meq/Lto	2.3	2.1	2.6	2.7
Na en Meq/Lto	3.6	2.5	2.75	4.0
Σ de Cationes en Meq/Lto	10.90	9.5	9.25	10.9
CO ₃ en Meq/Lto	0.0	0.4	0.0	1.0
HCO ₃ en Meq/Lto	3.6	1.0	1.7	0.7
CL en Meq/Lto	6.25 N R	6.0 N R	5.25 N R	5.0 N R
SO ₄ en Meq/Lto	1.05	2.1	2.3	3.6
Σ de Aniones en Meq/Lto	10.90	9.5	9.25	10.9
SE en Meq/Lto	6.25 C	6.0 C.	5.35 C.	6.7 C.
SP en Meq/Lto	6.775 C.	7.05 C.	6.4 C.	7.4 C.
R A S	1.88 B.S.	1.34 B.S.	1.53 B.S.	2.15 B.S.
CSR en Meq/Lto	0.0 B	0.0 B.	0.0 B	0.0 B.
PSP en Meq/Lto	57.6 C	41.66 B.	51.40 C	59.7 B.
CLASIFICACION	C ₃ S ₁			

(A S) ALTAMENTE SALINA

(N R) NO RECOMENDABLE

(C) CONDICIONADA

(B) BUENA

(B S) BAJA EN SODIO

CUADRO 17.- Porcentaje de humedad al momento del muestreo de los 4 diferentes tratamientos. Marín, N.L.
Invierno 1980-1981.

FECHA DE MUESTREO	PROFUNDIDAD (cms)	TRATAMIENTOS			
		1	2	3	4
2- Feb.	0 - 25	16.64	16.78	18.65	18.24
	25 - 50	20.39	21.20	21.50	21.43
	50 - 75	19.88	20.39	20.09	20.92
12- Feb.	0 - 25	15.12	16.06	15.77	15.56
	25 - 50	16.68	16.62	16.39	16.35
	50 - 75	14.93	16.55	14.12	17.08
23- Feb.	0 - 25	12.25	12.66	13.09	12.97
	25 - 50	15.43	16.43	16.48	15.95
	50 - 75	16.21	17.50	17.30	17.24
2- Mar.	0 - 25	14.95	14.95	15.31	15.04
	25 - 50	16.12	17.21	16.55	16.46
	50 - 75	16.04	17.17	17.32	16.23
16- Mar.	0 - 25	26.98	28.40	15.34	21.08
	25 - 50	27.84	30.66	14.72	23.17
	50 - 75	26.02	29.19	15.21	20.09
20- Mar.	0 - 25	15.07	15.56	22.13	11.27
	25 - 50	17.75	18.42	21.64	13.39
	50 - 75	16.93	17.90	18.65	12.27
31- Mar.	0 - 25	13.84	11.08	13.35	10.65
	25 - 50	16.05	13.35	15.54	12.93
	50 - 75	16.24	13.19	16.16	12.25
14- Abr.	0 - 25	12.29	14.52	10.62	9.00
	25 - 50	12.69	17.20	12.66	10.25
	50 - 75	12.41	16.48	12.88	11.52

CUADRO 18.- Control de humedad durante el ciclo vegetativo del trigo para el tratamiento 1. Marín, N. L. Invierno 1980-1981.

Clave	Fecha	Ps 0-25 (%)	Consumo (%)	Ps 25-50 (%)	Consumo (%)	Evaporación (cms.)	Evaporación acumulada (cms.)
	30-Dic-80	31.00		31.00		3.574	
D.R.	2-Feb-81	16.64	14.36	20.39	10.61	7.810	11.38
	12-Feb-81	15.12	1.52	16.68	3.71	3.053	14.44
	23-Feb-81	12.25	2.87	15.43	1.25	2.930	17.37
A.R.	2-Mar-81	14.95	-2.70	16.12	-0.69	2.225	19.59
	6-Mar-81	31.00		31.00			
D.R.	16-Mar-81	26.98	4.02	27.84	3.16	6.441	26.03
A.R.	20-Mar-81	15.07	11.91	17.75	10.09	2.072	28.11
	21-Mar-81	31.00		31.00			
D.R.	31-Mar-81	13.84	17.16	16.05	14.95	7.865	35.97
	14-Abr-81	12.29	1.55	12.69	3.36	9.122	45.09

CUADRO 19. Control de humedad durante el ciclo vegetativo del trigo para el tratamiento 2. Marín, N. L. Invierno 1980-1981.

Clave	Fecha	Ps 0-25 (%)	Consumo (%)	Ps 25-50 (%)	Consumo (%)	Evaporación (cms.)	Evaporación Acumulada (%)
	30-Dic-80	31.00		31.00		3.574	
D.R.	2-Feb-81	16.78	14.22	21.20	9.80	7.810	11.38
	12-Feb-81	16.06	0.72	16.62	4.58	3.053	14.44
	23-Feb-81	12.66	3.40	16.43	0.19	2.930	17.37
A.R.	2-Mar-81	14.95	-2.29	17.21	-0.78	2.225	19.59
	6-Mar-81	31.00		31.00			
D.R.	16-Mar-81	28.40	2.60	30.66	0.34	6.441	26.03
	20-Mar-81	15.56	12.84	18.42	12.24	2.072	28.11
A.R.	31-Mar-81	11.08	4.48	13.35	5.07	7.865	35.97
	1-Abr-81	31.00		31.00			
D.R.	14-Abr-81	14.52	16.48	17.20	13.80	9.122	45.09

CUADRO 20. Control de humedad durante el ciclo vegetativo del trigo para el tratamiento 3. Marín, N. L. Invierno 1980-1981.

Clave	Fecha	Ps 0-25 (%)	Consumo (%)	Ps 25-50 (%)	Consumo (%)	Evaporación (cms.)	Evaporación Acumulada (%)
	30-Dic-80	31.00		31.00		3.574	
D.R.	2-Feb-81	18.65	12.35	21.50	9.50	7.810	11.38
	12-Feb-81	15.77	2.88	16.39	5.11	3.053	14.44
	23-Feb-81	13.09	2.68	16.48	-0.09	2.930	17.37
	2-Mar-81	15.31	-2.22	16.55	-0.07	2.225	19.59
A.R.	16-Mar-81	15.34	-0.03	14.72	1.83	6.441	26.03
	17-Mar-81	31.00		31.00			
D.R.	20-Mar-81	22.13	8.87	21.64	9.36	2.072	28.11
	31-Mar-81	13.35	8.78	15.54	6.10	7.865	35.97
	14-Abr-81	10.62	2.73	12.66	2.88	9.122	45.09

CUADRO 21. Control de humedad durante el ciclo vegetativo del trigo para el tratamiento 4. Marín, N. L. Invierno 1980-1981.

Clave	Fecha	Ps 0-25 (%)	Consumo (%)	Ps 25-50 (%)	Consumo (%)	Evaporación (cms.)	Evaporación Acumulada (%)
	30-Dic-80	31.00		31.00		3.574	
D.R.	2-Feb-81	18.24	12.76	21.43	9.57	7.810	11.38
	12-Feb-81	15.56	2.68	16.35	5.08	3.053	14.44
	23-Feb-81	12.97	2.59	15.95	0.40	2.930	17.37
	2-Mar-81	15.04	-2.07	16.46	-0.51	2.225	19.59
	16-Mar-81	21.08	-6.04	23.17	-6.71	6.441	26.03
	20-Mar-81	11.27	9.81	13.39	9.78	2.072	28.11
	31-Mar-81	10.65	0.62	12.93	0.46	7.865	35.97
	14-Mar-81	9.00	1.65	10.25	2.68	9.122	45.09

CUADRO 22. Cálculo de los consumos de humedad durante el ciclo vegetativo del trigo para el tratamiento 1. Marín, N. L. Invierno 1980-1981.

Prof. (cms.)	D.A. (gr/cm ³)	Ps anterior (%)	Ps actual (%)	Ps dif. (%)	Lam.consumida (cms.)	Lam.total consumida 0-50 (cms.)	Lam. total acumulada (cms.)
0-25	1.4	31.00	16.64	14.36	5.026		
25-50	1.56	31.00	20.39	10.61	4.138	9.16	
0-25	1.4	16.64	15.12	1.52	0.530		
25-50	1.56	20.39	16.68	3.71	1.447	1.98	11.14
0-25	1.4	15.12	12.25	2.87	1.004		
25-50	1.56	16.68	15.43	1.25	0.488	1.49	12.63
0-25	1.4	12.25	14.95	0.00	0.00		
25-50	1.56	15.43	16.12	0.00	0.00	0.00	
0-25	1.4	31.00	26.98	4.07	1.407		
25-50	1.56	31.00	27.84	3.16	1.232	2.64	15.27
0-25	1.4	26.98	15.07	11.91	4.169		
25-50	1.56	27.84	17.75	10.09	3.935	8.10	23.37
0-25	1.4	31.00	13.84	17.16	6.06		
25-50	1.56	31.00	16.05	14.94	5.83	11.89	35.26
0-25	1.4	13.84	12.29	1.53	0.543		
25-50	1.56	16.05	12.69	3.36	1.310	1.85	37.11

CUADRO 23. Cálculo de los consumos de humedad en todo el ciclo vegetativo del trigo para el tratamiento 2. Marín, N. L. Invierno 1980-1981.

Prof. (cms.)	D.A. (gr/cm ³)	Ps anterior (%)	Ps actual (%)	Ps Dif. (%)	Lam.consumida (cms.)	Lam.total consumida 0-50 (cms.)	Lam.total acumulada (cms.)
0-25	1.4	31.00	16.78	14.22	4.98		
25-50	1.56	31.00	21.20	9.80	3.82	8.8	
0-25	1.4	16.78	16.06	0.72	0.25		
25-50	1.56	11.70	16.61	4.58	1.79	2.04	10.84
0-25	1.4	16.06	12.66	3.4	1.19		
25-50	1.56	16.62	16.43	0.19	0.07	1.26	12.10
0-25	1.4	12.66	14.95	0.00	0.00		
25-50	1.56	16.43	17.21	0.00	0.00	0.00	
0-25	1.4	31.00	28.40	2.60	0.91		
25-50	1.56	31.00	30.66	0.34	0.13	1.04	13.14
0-25	1.4	28.40	15.56	12.84	4.49		
25-50	1.56	30.66	18.42	12.24	4.77	9.26	22.40
0-25	1.4	15.56	11.08	4.48	1.57		
25-50	1.56	18.42	13.35	5.07	1.98	3.55	25.95
0-25	1.4	31.00	14.52	16.48	5.77		
25-50	1.56	31.00	17.20	13.80	5.38	11.15	37.10

CUADRO 24. Cálculo de los consumos de humedad durante todo el ciclo vegetativo del trigo para el tratamiento 3. Marín, N. L. Invierno 1980-1981.

Prof. (cms.)	D.A. (gr/cm ³)	Ps anterior (%)	Ps actual (%)	Ps Dif. (%)	Lam.consumida (cms.)	Lam.total consumida 0-50 (cms.)	Lam.total acumulada (cms.)
0-25	1.4	31.00	18.65	12.35	4.32		
25-50	1.56	31.00	21.50	9.50	3.71	8.03	
0-25	1.4	18.65	15.77	2.88	2.88	1.01	
25-50	1.56	21.50	16.39	5.11	1.99	3.00	11.03
0-25	1.4	15.77	13.09	2.68	0.94		
25-50	1.56	16.39	16.48	0.00	0.00	0.94	11.92
0-25	1.4	13.09	15.31	0.00	0.00		
25-50	1.56	16.48	16.53	0.00	0.00	0.00	
0-25	1.4	15.31	15.34	0.00	0.00		
25-50	1.56	16.55	14.72	1.83	0.71	0.71	12.68
0-25	1.4	31.00	22.13	8.87	3.10		
25-50	1.56	31.00	21.64	9.36	3.65	6.75	19.43
0-25	1.4	22.13	13.35	8.78	3.07		
25-50	1.56	21.64	15.54	6.10	2.38	5.45	24.88
0-25	1.4	13.35	10.62	2.73	0.96		
25-50	1.56	15.54	12.66	2.88	1.12	2.08	26.96

CUADRO 25. Cálculo de los consumos de humedad durante todo el ciclo vegetativo del trigo para el tratamiento 4. Marín, N. L. Invierno 1980-1981.

Prof. (cms.)	D.A. (gr/cm ³)	Ps anterior (%)	Ps actual (%)	Ps Dif. (%)	Lam.consumida (cms.)	Lam.total consumida 0-50 (cms.)	Lam.total acumulada (cms.)
0-25	1.4	31.00	18.24	12.76	4.466		
25-50	1.56	31.00	21.43	9.57	3.732	8.20	
0-25	1.4	18.24	15.56	2.68	0.938		
25-50	1.56	21.43	16.35	5.08	1.905	2.84	11.04
0-25	1.4	15.56	12.97	2.59	0.906		
25-50	1.56	16.35	15.95	0.40	0.156	1.06	12.10
0-25	1.4	12.97	15.04	0.00	0.00		
25-50	1.56	15.95	16.46	0.00	0.00	0.00	
0-25	1.4	15.04	21.08	0.00	0.00		
25-50	1.56	16.46	23.17	0.00	0.00	0.00	
0-25	1.4	21.08	11.27	9.81	3.433		
25-50	1.56	23.17	13.39	9.78	3.814	7.25	19.35
0-25	1.4	11.27	10.65	0.62	0.217		
25-50	1.56	13.39	12.93	0.46	0.179	0.40	19.75
0-25	1.4	10.65	0.00	1.65	0.577		
25-50	1.56	12.93	10.25	2.68	1.045	1.622	21.37

CUADRO 26 . - Cálculo de los valores del coeficiente de desarrollo (Kd) para la formación de la curva de desarrollo del trigo, para el tratamiento 1. Marín, N.L. Invierno 1980-1981.

$$Kd = \frac{UC}{EV}$$

PERIODO	INCREMENTO DEL UC (cms) .	INCREMENTO DE LA EV (cms)	COEFICIENTE DE DESARROLLO (kd)
1	UC ₁ = 2.33	EV ₁ = 3.33	Kd ₁ = 0.69
2	UC ₂ = 2.25	EV ₂ = 2.84	Kd ₂ = 0.79
3	UC ₃ = 2.16	EV ₃ = 2.84	Kd ₃ = 0.76
4	UC ₄ = 2.33	EV ₄ = 3.00	Kd ₄ = 0.78
5	UC ₅ = 2.33	EV ₅ = 3.16	Kd ₅ = 0.73
6	UC ₆ = 5.16	EV ₆ = 3.84	Kd ₆ = 1.34
7	UC ₇ = 1.50	EV ₇ = 4.84	Kd ₇ = 0.31
8	UC ₈ = 10.50	EV ₈ = 5.84	Kd ₈ = 1.80
9	UC ₉ = 10.50	EV ₉ = 10.00	Kd ₉ = 1.05
10	UC ₁₀ = 2.00	EV ₁₀ = 7.16	Kd ₁₀ = 0.28

CUADRO 27.- Cálculo de los valores del coeficiente de desarrollo (Kd) para la formación de la curva de desarrollo del trigo, para el tratamiento 2. Marín, N.L. Invierno 1980-1981.

$$Kd = \frac{UC}{EV}$$

PERIODO	INCREMENTO DEL UC (cms)	INCREMENTO DE LA EV (cms)	COEFICIENTE DE DESARROLLO (Kd)
1	UC ₁ = 2.16	EV ₁ = 3.00	Kd ₁ = 0.72
2	UC ₂ = 2.16	EV ₂ = 2.84	Kd ₂ = 0.76
3	UC ₃ = 2.33	EV ₃ = 2.84	Kd ₃ = 0.82
4	UC ₄ = 2.33	EV ₄ = 2.84	Kd ₄ = 0.82
5	UC ₅ = 2.16	EV ₅ = 3.50	Kd ₅ = 0.61
6	UC ₆ = 1.00	EV ₆ = 3.84	Kd ₆ = 0.26
7	UC ₇ = 0.66	EV ₇ = 5.00	Kd ₇ = 0.13
8	UC ₈ = 10.00	EV ₈ = 6.00	Kd ₈ = 1.67
9	UC ₉ = 5.16	EV ₉ = 8.16	Kd ₉ = 0.63
10	UC ₁₀ = 9.00	EV ₁₀ = 7.33	Kd ₁₀ = 1.23

CUADRO 28.- Cálculo de los valores del coeficiente de desarrollo (kd) para la formación de la curva de desarrollo del trigo, para el tratamiento 3. Marín, N.L. Invierno 1980-1981.

$$Kd = \frac{UC}{EV}$$

PERIODO	INCREMENTO DEL UC (cms)	INCREMENTO DE LA EV (cms)	COEFICIENTE DE DESARROLLO (Kd).
1	UC ₁ = 2.00	EV ₁ = 3.00	Kd ₁ = 0.66
2	UC ₂ = 2.00	EV ₂ = 2.84	Kd ₂ = 0.70
3	UC ₃ = 2.00	EV ₃ = 2.84	Kd ₃ = 0.70
4	UC ₄ = 2.16	EV ₄ = 2.84	Kd ₄ = 0.76
5	UC ₅ = 3.00	EV ₅ = 2.84	Kd ₅ = 0.78
6	UC ₆ = 1.00	EV ₆ = 3.33	Kd ₆ = 0.30
7	UC ₇ = 1.00	EV ₇ = 4.84	Kd ₇ = 0.21
8	UC ₈ = 7.00	EV ₈ = 5.84	Kd ₈ = 1.20
9	UC ₉ = 4.84	EV ₉ = 8.16	Kd ₉ = 0.59
10	UC ₁₀ = 2.00	EV ₁₀ = 7.66	Kd ₁₀ = 0.26

CUADRO 29.- Cálculo de los valores del coeficiente de desarrollo (Kd) para la formación de la curva de desarrollo del trigo, para el tratamiento 4. Marfn, N.L. Invierno 1980-1981.

$$Kd = \frac{UC}{EV}$$

PERIODO	INCREMENTO DEL UC (cms)	INCREMENTO DE LA EV (cms)	COEFICIENTE DE DESARROLLO (kd)
1	UC ₁ = 2.00	EV ₁ = 3.00	Kd ₁ = 0.66
2	UC ₂ = 2.33	EV ₂ = 2.84	Kd ₂ = 0.82
3	UC ₃ = 2.00	EV ₃ = 2.84	Kd ₃ = 0.70
4	UC ₄ = 2.50	EV ₄ = 3.00	Kd ₄ = 0.83
5	UC ₅ = 3.00	EV ₅ = 3.50	Kd ₅ = 0.86
6	UC ₆ = 1.66	EV ₆ = 3.50	Kd ₆ = 0.47
7	UC ₇ = 3.66	EV ₇ = 5.16	Kd ₇ = 0.71
8	UC ₈ = 3.00	EV ₈ = 5.50	Kd ₈ = 0.55
9	UC ₉ = 0.66	EV ₉ = 8.16	Kd ₉ = 0.08
10	UC ₁₀ = 1.33	EV ₁₀ = 7.50	Kd ₁₀ = 0.18

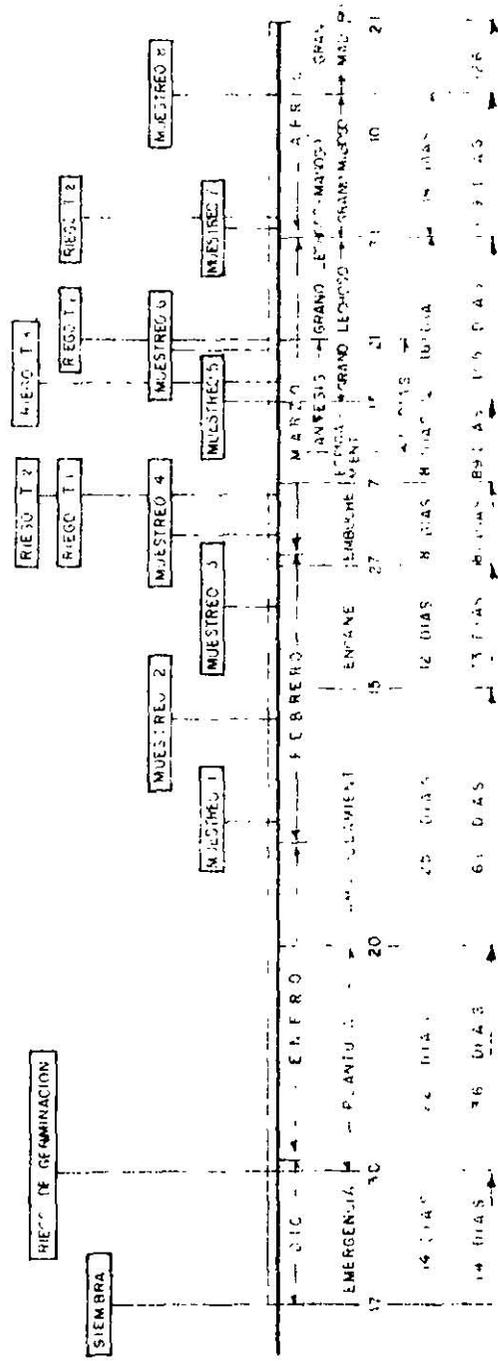


FIGURA 20. DESARROLLO FENOLÓGICO DEL CULTIVO LEGUE LA SIEMBRA A LA COSECHA, MUESTREO DE MIMECAP Y RIEGOS APLICADOS MARIN, N. L. CICLO INVERNO 1980 1981.

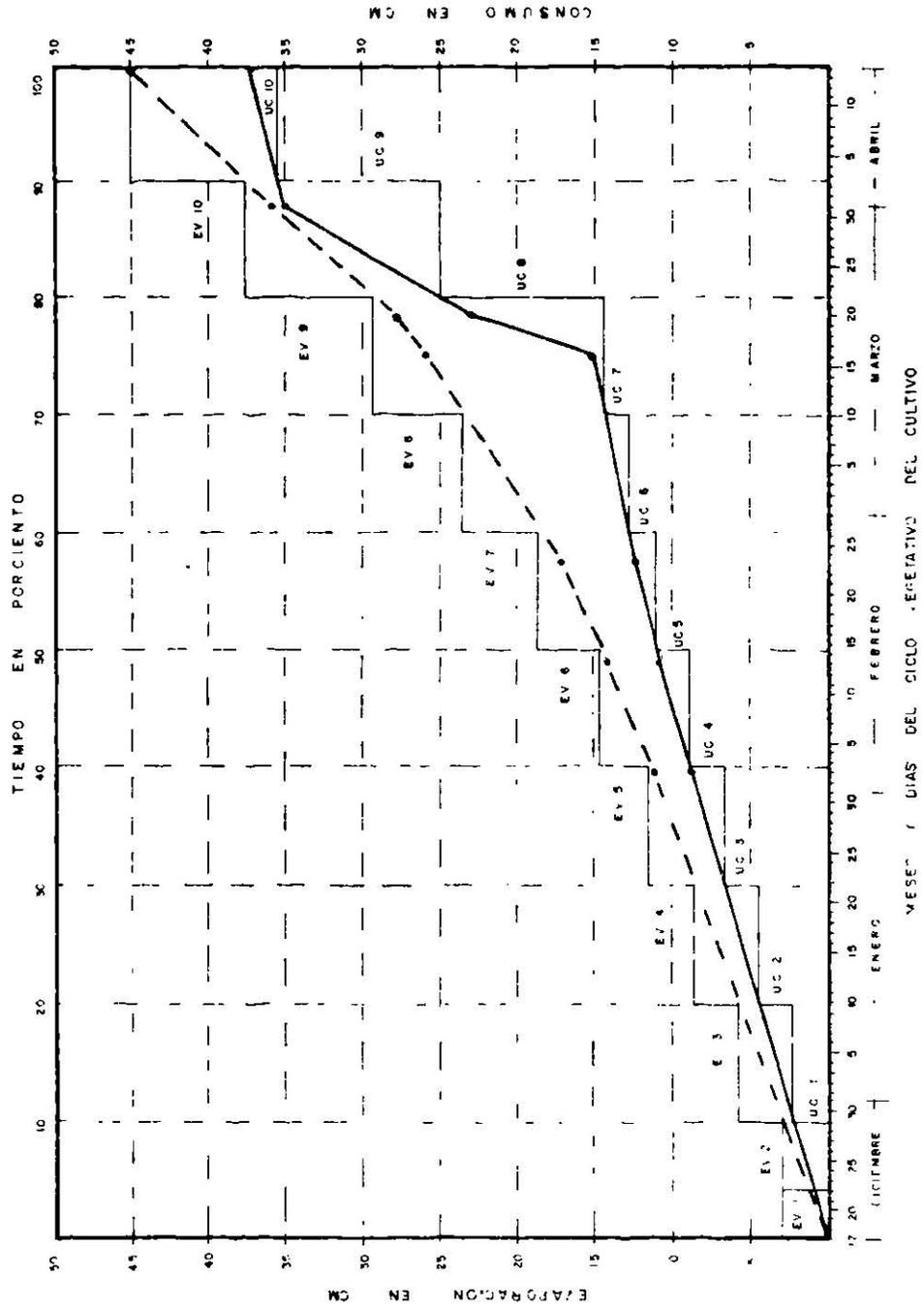
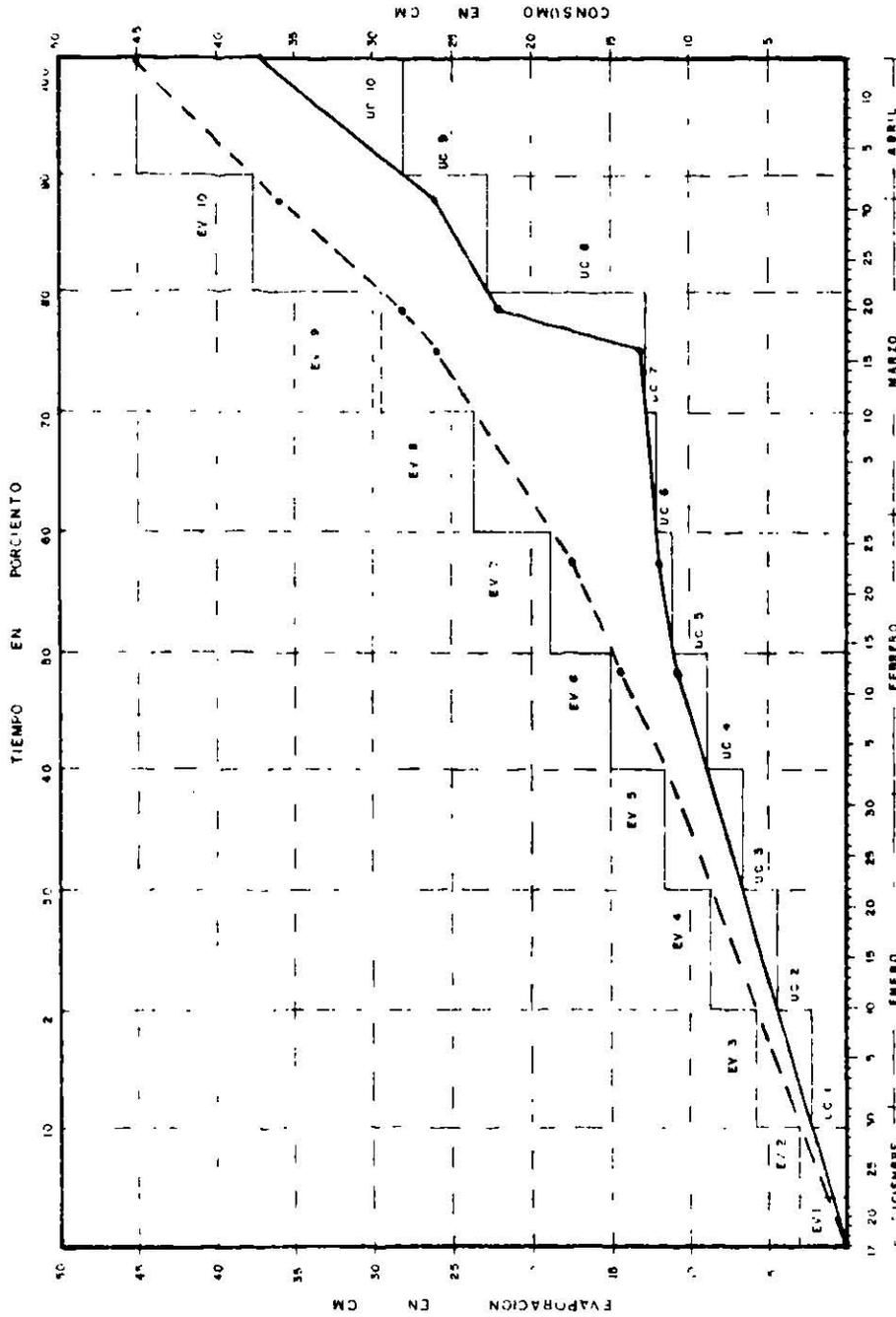


FIGURA No. 21 GRÁFICA DE EVAPORACIÓN Y USO CONSULTIVO PARA LA FORMACIÓN DE LA CURVA DE TEMPERATURA PARA EL TRATAMIENTO No. 1, MUESTRAS 980 104 MARZO, 1971



MESES Y DIAS DEL CICLO VEGETATIVO DEL CULTIVO

FIGURA No 22. GRAFICA DE EVAPORACION Y USO CONJUNTIVO PARA LA FORMACION DE LA CURVA DE DESARROLLO PARA EL TRATAMIENTO No 2, INVIERNO 1980 - 1981, MARIN, N. L.

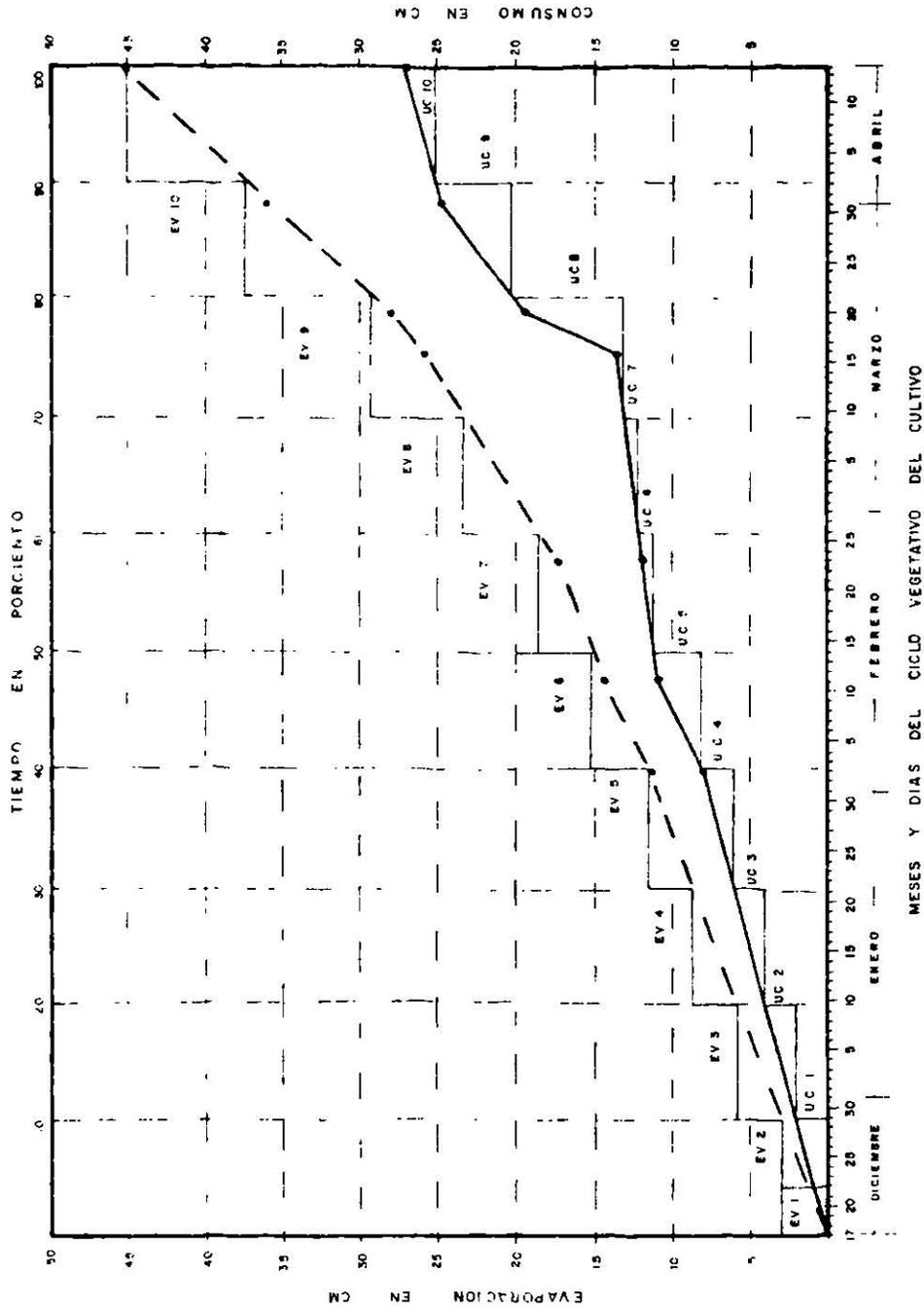
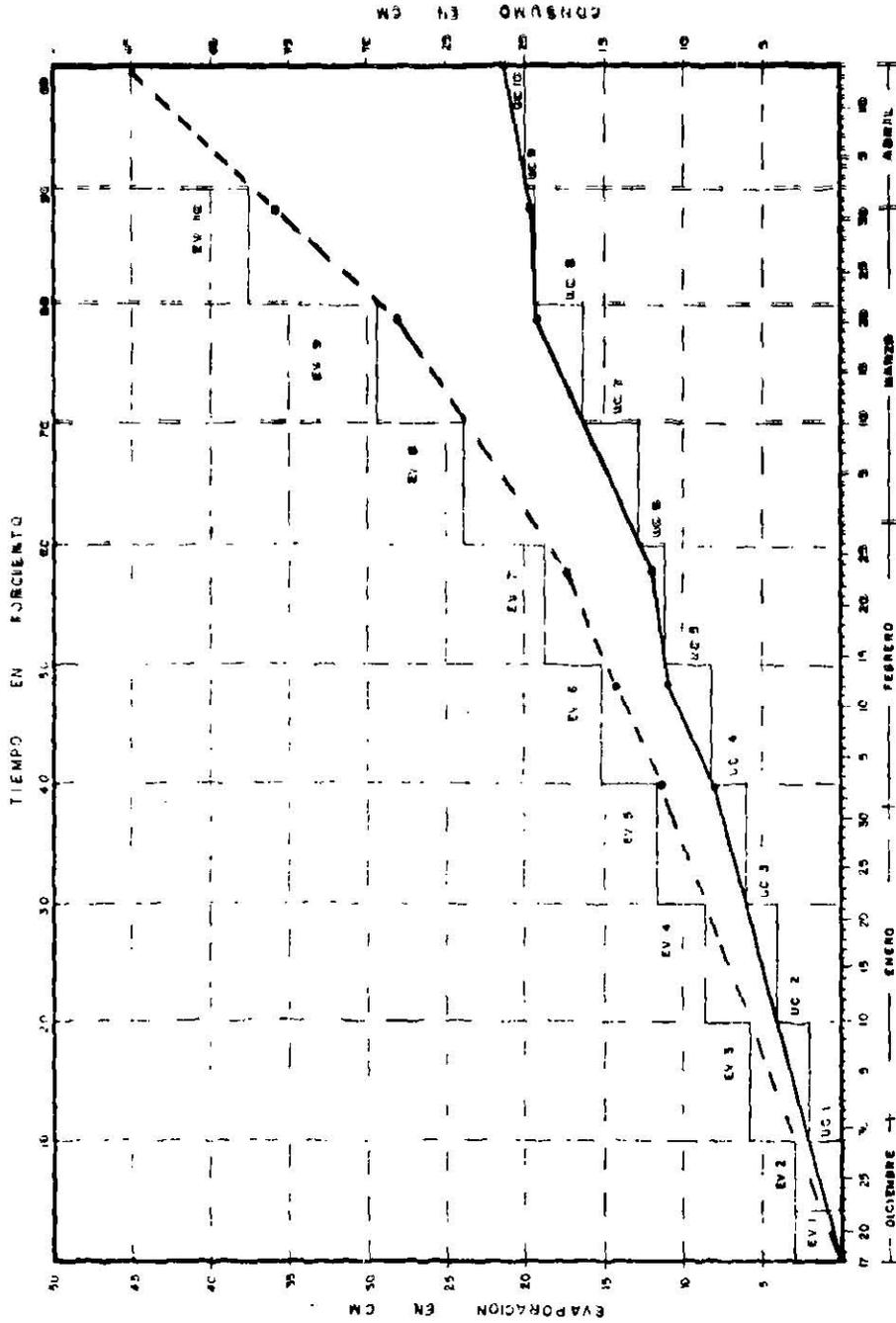


FIGURA No 23. GRAFICA DE EVAPORACION Y USO CONSUMITIVO PARA LA FORMACION DE LA CURVA DE DESARROLLO PARA EL TRATAMIENTO No 3, INVIERNO 1980 - 1981, MARIN, N. C.



MESES Y DIAS DEL CICLO VEGETATIVO DEL CULTIVO

FIGURA N° 24. GRAFICA DE EVAPORACION Y USO CONSUMIVO PARA LA RODRIGONIA DE LA CURVA DE DESARROLLO PARA EL TRATAMIENTO N° 4, -
 VIEMBRE 1980 - 1981, MARIN, N. L.

