

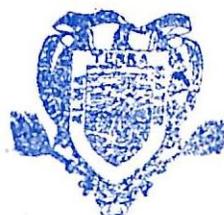
UNIVERSIDAD AUTONOMA AGRARIA "ANTONIO NARRO"
COLEGIO DE POSTGRUADOS
SALTILLO, COAH., MEXICO.

OPTIMIZACION DEL CALENDARIO DE RIEGO
PARA TRIGO EN EL NORTE DE COAHUILA.

POR:

EDMUNDO TORRES RUIZ.

Universidad Autónoma Agraria
"ANTONIO NARRO"



BIBLIOTECA

T E S I S.

PRESENTADA COMO REQUISITO PARCIAL PARA
OBTENER EL GRADO DE MAESTRO EN CIENCIAS.

ESPECIALIDAD: SUELOS E IRRIGACION.

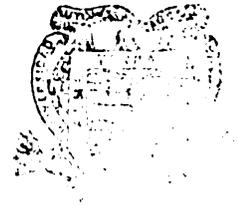
1 9 8 0

ESTA TESIS HA SIDO APROBADA POR EL CONSEJO PARTICULAR
INDICADO Y ACEPTADA COMO REQUISITO PARCIAL PARA LA --
OBTENCION DEL GRADO DE:

MAESTRO EN CIENCIAS AGRICOLAS ESPECIALISTA
EN SUELOS E IRRIGACION.

SALTILLO, COAHUILA, MAYO DE 1980.

CONSEJO PARTICULAR.

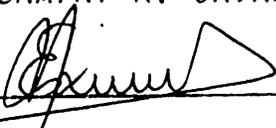


BIBLIOTECA
INGENIERIA AGRICOLA
BANCO DE TIERRAS
U.A. COAHUILA

CONSEJERO

DR. SAMPAT A. GAVANDE

ASESOR


DR. EDUARDO NARRO FARIAS

ASESOR

ING. M.C. FERNANDO BLASQUEZ

D E D I C A T O R I A .

A MI ESPOSA: MARIA GUADALUPE

A MIS HIJOS: KRISHNA GUADALUPE

HERMES EDMUNDO

OLIMPIA ALEJANDRA

ENEDINA MARIA

ALBINO ANTONIO

CON MI AMOR Y PROFUNDO RECONOCIMIENTO A SU LEALTAD,
APOYO Y CARINO.

AGRADECIMIENTO.

A mi alma mater: Universidad Autonoma Agraria "Antonio Narro" por concederme un grado más.

Al Dr. Sampat. A. Gavande por su tiempo utilizado en asesorar los trabajos de campo.

Al Dr. Eduardo Narro Farias. por su valiosa crítica a la presentación de la tesis.

Al Ing. Fernando Blasquez por sus sugerencias.

Al personal técnico y administrativo del campo Agrícola Experimental de Zaragoza, Coahuila por su espontanea colaboración.

INDICE GENERAL.

I. INTRODUCCION.	1
A. Generalidades	1
B. Justificación Económico-Social	2
C. Objetivos.	2
II. REVISION BIBLIOGRAFICA.	4
III. MATERIALES Y METODOS.	8
A. Localización y clima del lugar	8
B. Descripción de Materiales.	8
C. Diseño Experimental.	14
IV. RESULTADOS.	17
A. Suelo.	17
B. Planta.	28
C. Clima.	39
V. DISCUSION DE RESULTADOS.	50
VI. CONCLUSIONES.	57
VII. RESUMEN.	59
VIII. APENDICE.	61
IV. BIBLIOGRAFIA.	63

INDICE DE FIGURAS.

1. Distribución de parcelas Experimentales en el Campo.	16
2. Patrón medio de extracción de humedad.	25
3. Consumos periódicos acumulativos de los tratamientos C6, C7 y C9.	30
4. Evapotranspiración mensual acumulativa por el método gravimétrico.	31
5. Rendimiento Vs calendario de Riego para las - Variedades estudiadas.	38
6. Evapotranspiración mensual acumulativa por el método de la curva única de Hansen.	60
7. Evaporación acumulativa observada en evaporómetro de tanque tipo "A"	49
H. Curva única de Hansen.	62

INDICE DE TABLAS.

1. Características del Agua.	9
2. Registro de Riegos.	11
3. Características Físico-Química del Suelo.	12
4. Condiciones de humedad del suelo antes de los riegos.	20
5. Láminas consumidas por estratos	22
6. Consumos de agua por los diferentes tratamientos.	24
7. Determinación de ET potencial y extracción relativa por capas.	24
8. Consumos de agua correspondientes a los intervalos de riego, corregidos con la precipitación pluvial registrada.	26
9. Evapotranspiración mensual y acumulativa por el método gravimétrico	27
10. Fenología de la Variedad Zaragoza S-75	32
11. Fenología de la Variedad Jupateco F-73	33
12. Análisis de Varianza de los rendimientos (Ton/Ha de grano).	35
13. Comparación de medias de rendimiento en grano (Ton/Ha), de los calendarios de riego ensayados.	36
14. Datos agronómicos complementarios.	37
15. Observaciones meteorológicas hechas a las 08:00 Hs durante el ciclo vegetativo del cultivo.	40
16. Evapotranspiración mensual y acumulativa por el método de la curva única de Hansen.	45
17. Evaporación observada y calculada para el ciclo vegetativo.	48
P. Porcentaje de horas de sol del mes con respecto al total anual	61

I. INTRODUCCION.

A. GENERALIDADES.

La ecología del Norte de Coahuila, con una época de lluvias bien definida (mayo, agosto y septiembre), una gran variedad de pastos nativos, además de contar con una buena población de nogales, tanto nativos como mejorados así como, suelos profundos permeables, y corrientes de agua subterránea que puede ser bombeada a 30 o 40 metros de profundidad, nos inclina a considerar a esta zona como portadora de un enorme potencial agrícola, sobre todo en la producción frutícola y ganadera; así como, un importante apoyo a la economía del estado, mediante la producción de cultivos básicos; principalmente trigo, sorgo para grano, sorgo escobero, maíz, frijol, soya y hortalizas.

Actualmente esta zona se enfrenta con una difícil situación que está frenando su desarrollo agrícola, ya que el actual sistema de irrigación está constituido por concesiones a particulares que hacen tandeos fijos, entregando el agua a los usuarios cada 17 días, según el turno correspondiente y no cuando el cultivo la necesita. Esta situación dificulta la adopción de un buen calendario de riegos que proporcione agua en los períodos críticos para el cultivo, siendo casi imposible la aplicación práctica de resultados obtenidos en trabajos experimentales que tomen los parámetros planta o suelo para fijar la fecha de los riegos. Sin embargo, se considera factible aumentar notablemente los rendimientos regionales de trigo mediante recomendaciones de diversas variedades comerciales en distintas fechas de siembra que mejoren la oportunidad de los riegos.

B. JUSTIFICACION ECONOMICO-SOCIAL.

El rendimiento medio del trigo en la zona norte de Coahuila es de 1.5 Ton/Ha. aproximadamente, notablemente abajo del rendimiento medio nacional de trigo bajo riego, que hasta 1975 estaba en 4.5 Ton/Ha. Los bajos rendimientos regionales que se obtienen en este cultivo, muy probablemente se deben a riegos inoportunos, falta de fertilización, enfermedades y plagas. Además de estos cuatro factores limitantes de la producción, los rendimientos bajos del trigo se deben al uso tradicional de la variedad Nadadores que, en esta zona, no ha demostrado características de alto rendimiento y presenta baja capacidad de aprovechamiento para los fertilizantes. Sin embargo, el cultivo del trigo es el más importante del ciclo agrícola otoño-invierno en esta zona, anualmente se siembran alrededor de quince mil hectareas, lo cual; justifica plenamente los esfuerzos y erogaciones que se hagan en trabajos experimentales encaminados al mejoramiento técnico de este cultivo.

C. OBJETIVOS.

El principal objetivo de este trabajo experimental fué el de mejorar el calendario de riegos, en cuanto a la oportunidad de estos, tanto para variedades precoces como tardías.

Actualmente se cuenta con bastante información acerca de variedades, fechas y densidades de siembra así como la ocurrencia de las distintas fases vegetativas según fecha de siembra, variedades y condiciones climáticas bajo las cuales se desarrollaron los trabajos, faltando la información necesaria que indique la influencia de distintos calendarios de riegos en los intervalos fijos usados (cada 17 días o múltiplos de 17), sobre los rendimientos del cultivo tanto para variedades tardías como precoces. Con el fin de obtener modelos que integren calendarios de riegos en días,

la correlación de estos con elementos de clima (evaporación o temperatura) y las fases vegetativas del trigo. De tal manera que se puedan extrapolar los resultados para distintas fechas de siembra, distintas variedades y para distintos ciclos agrícolas.

Los objetivos secundarios son:

1. Determinación del consumo de agua por el trigo en esta zona.
2. Obtención del patrón de extracción de humedad en el perfil de la zona radicular.
3. Periodicidad y magnitud de los riegos necesarios para obtener los más altos rendimientos.
4. Variación de los rendimientos en función del volumen de agua aplicada.
5. Obtención del coeficiente global regional de evapotranspiración estacional para el trigo.
6. Estudio comparativo del consumo de agua determinado por el método gravimétrico y la evapotranspiración estimada con ecuaciones empíricas.

II. REVISION BIBLIOGRAFICA.

En el centro de Investigaciones Agrícolas del Noreste (CIANE), se han realizado algunos trabajos experimentales en la Comarca Lagunera, Coah., probando diversos calendarios de riegos para el cultivo de trigo, variedad INTA-66, obteniendo se calendarios muy diferentes para años consecutivos. En 1968 se obtuvo como mejor calendarios de riegos el de intervalos de 45-31-16 y 15 días y en 1969 en otro trabajo similar se -- encontro como mejor calendario de riegos, el de 35-60-75 y 95 días (Aguilar Saldaña 1968 y 1969). Al año siguiente, en el mismo lugar, con el mismo cultivo y la misma variedad, se encontro que se obtienen los máximos rendimientos con el calendario de riegos; 45-21-14 y 13 días. (Rojas 1970).

Como puede observarse en los trabajos realizados en la Comarca Lagunera se encontro un calendario de riegos en 1968, totalmente diferente al encontrado en 1969 y muy distinto también al que se obtuvo en 1970, no obstante, haberse realizado con el mismo cultivo, en la misma región y por el mismo equipo de investigadores.

Resulta fácil deducir lo inoperante del criterio de recomendar a los productores agrícolas un solo calendario de riego expresado en días, sin tomar en cuenta la fecha de siembra, el ciclo vegetativo, ni las variedades sembradas en una región.

Es indispensable también tomar en cuenta los cambios climatológicos que evidentemente afectan a la evapotranspira--ción de los cultivos ya no de un lugar a otro sino de un año al siguiente, para un mismo lugar.

La correlación de los consumos de humedad y la ocurrencia de las diversas fases fenológicas del cultivo con un elemento de clima, como es la evaporación acumulativa medida en evaporómetro de tanque tipo "A" o la curva acumulativa de unidades

calor, tal vez, permitiría realizar algunas extrapolaciones de sugerencias técnicas, a otras áreas, o de otras áreas a ésta. Así como la formación de calendarios de riegos cuyos intervalos no se expresarían en días sino en milímetros de lámina evaporada o unidades calor acumuladas, lo cual ajustaría automáticamente los calendarios de riegos de acuerdo con las variaciones climáticas anuales.

En los trabajos efectuados recientemente en el campo experimental de Zaragoza, Coah., se ha observado que cuando se da un riego de auxilio poco antes de la floración, los rendimientos tienden a elevarse.

Al hacer vegetar más de 20 especies en macetas de hierro galvanizado, eliminando la evaporación desde la superficie del suelo, se encontró que hay una fuerte correlación entre la transpiración diaria de las plantas cultivadas y la radiación solar, la temperatura ambiente, la depresión del bulbo húmedo y la evaporación en tanque poco profundo. En estos estudios sobre el efecto de las condiciones climatológicas en el uso de agua por las plantas, se consideraron a todas las especies como una sola población y comparando los elementos climatológicos con la transpiración, los coeficientes de la correlación fueron los siguientes:

La transpiración con la radiación 0.50 con la temperatura 0.64, con la depresión del bulbo húmedo 0.79, con la evaporación 0.72 y con la velocidad del viento 0.26.

Las mismas correlaciones, considerando únicamente los datos relativos a los cereales menores, fueron: 0.65, 0.71, 0.88, 0.87 y 0.22 respectivamente (Briggs y Shantz 1969).

El evaporómetro de tanque clase "A" puede utilizarse para calcular la evapotranspiración (ET), usando la fórmula:

$$ET = K E_p$$

Donde: K = Un factor o coeficiente según el cultivo.

E_p = Evaporación en el tanque "A" en mm (George Hargreaves 1968).

La extracción de humedad, por plantas que crecen en un suelo sin capas restrictivas y con un adecuado suministro de humedad aprovechable en la zona radicular, se considera en un patrón promedio para cada cuarto de la profundidad de: 40% para la primera capa, 30% para la segunda, 20% para la tercera 10% para la última. Los valores para cultivo en particular varían aproximadamente dentro de un 10% (servicio de conservación de suelos de EE UU 1966)

El cultivo de trigo presenta un período durante el cual es altamente sensible a la humedad. Si durante ese período se aplica el riego, o llueve cuando el cultivo es de temporal, los rendimientos serán elevados. Si durante ese período hay deficiencia de humedad, no se efectúa el riego, o no llueve, los rendimientos bajan notablemente aun cuando haya habido suficiente humedad antes o después de tal período. Este período crítico se presenta generalmente durante las dos semanas que preceden a la floración (L. de Fina A. 1945).

La evapotranspiración total (ET) puede calcularse con la fórmula simplificada:

$$ET = KF$$

Donde: ET = Evapotranspiración total (cm)

K = Coeficiente global de evapotranspiración estacional.

$$F = \sum_{1 \text{ an}} f$$

Donde: $f = p \left(\frac{t + 17.8}{21.8} \right)$ valores mensuales (cm)

p = Porcentaje de horas de sol del mes con respecto al total anual.

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

Para un cultivo determinado y para una región dada, es conveniente determinar la ET por el método gravimétrico, calcular F con datos locales y obtener K mediante:

$$K = \frac{ET}{F}$$

(Harry F. Blaney y Wayne D. Criddle 1950).

Las exigencias hídricas, a través del ciclo fenológico de un cultivo agrícola, se conjugan en una curva única (curva de Hansen). La curva de Hansen es la distribución de K a través del ciclo vegetativo, siendo:

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

Donde: UC= Uso consuntivo o evapotranspiración potencial para todo el ciclo (cm).

EV= Evaporación acumulada durante el ciclo y medida en evaporómetro de tanque tipo A (cm).

Las K mensuales (Km), se toman de la curva única. Tomando el valor medio del segmento mensual correspondiente.

Finalmente se ajustan los valores de las ET mensuales encontradas por este método con el valor de ET global calculada con Blaney-Criddle según el factor de ajuste J:

$$J = \frac{ET \text{ (Blaney-Criddle)}}{\{f Km\}}$$

Donde: f= es la misma del método anterior (de los santos V. 1970).

III. MATERIALES Y METODOS.

A. LOCALIZACION Y CLIMA DEL LUGAR.

El campo agrícola experimental, donde se desarrollaron los trabajos de campo, pertenece al Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas (INIA) y está bajo la jurisdicción del centro de Investigaciones agrícolas del Noreste (CIANE). Esta situado frente al kilómetro 12 de la carretera Zaragoza-Acuña y su localización Geográfica aproximada es: $28^{\circ}33'$ de latitud Norte, $100^{\circ}55'$ de longitud al Oeste de Greenwich y 350 m. de altura sobre el nivel del mar.

El clima que se identifica en la zona es semiárido (según índice de Aridez de Martonne), con una precipitación anual de 400 m m y una temperatura media anual de 22°C aproximadamente.

B. DESCRIPCION DE MATERIALES.

1. Agua. Para los riegos de las parcelas experimentales se utilizó el agua de la noria 1. (frente al almacén). La cual fué previamente muestreada y analizada en el laboratorio de Ingeniería de riego y drenaje del Distrito No. 17 de la Comarca Lagunera (Coahuila y Durango) de la secretaría de Recursos Hidráulicos (SRH).

Los resultados de los análisis de laboratorio, se presentan en la Tabla 1.

TABLA 1. CARACTERISTICAS DEL AGUA.

CONTEO IONICO	MILIEQUIVALENTES POR LITRO	PARTES POR MILLON	GRAMOS POR LITRO
Calcio (Ca)	4.49	89.97	0.089
Magnesio (Mg)	1.01	12.28	0.012
Sodio (Na)	1.40	32.20	0.032
Bicarbonatos (HCO_3)	4.50	274.54	0.274
Cloruros (Cl)	0.81	28.82	0.028
Sulfatos (SO_4)	2.59	124.39	0.124
C E x 10^6 (micromhos): 690			
Clasificación:	C2- SI (II Clase)		
C2:	Agua de Salinidad media		
SI:	Agua baja en sodio		

Análisis realizado por el laboratorio de ingeniería de riego y drenaje SARH Comarca Lagunera.

Los riegos se aplicaron utilizando sifones de aluminio de 1.5 pulgadas de diámetro los cuales se aforaron midiendo la carga con manguera transparente y regla graduada en milímetros. Durante los riegos se mantuvo la carga constante, para lo cual se destinaron varios trabajadores de campo encargados de subir o bajar los sifones (durante el riego), para mantener una carga constante de 8.9 cm la cual proporcionó un gasto de un litro por segundo por sifón (previa calibración volumétrica). Se midió el tiempo de riego necesario para aplicar los volúmenes correspondientes. Las fechas programadas para los riegos, las fechas en las cuales se realizaron estos, así como las láminas de riego aplicadas, se presentan en la Tabla 2. La capacidad de campo se presentó tres días después de los riegos y los muestreos para humedad se realizaron un día antes de cada riego.

2. Suelo. La toma de muestras para el análisis físico-químico del suelo se hizo con barrena de caja tomando una muestra de cada una de las primeras tres capas de 30 cm (0-30, 30-60 y 60-90 cm). Se muestrearon 5 sitios y se formó una muestra compuesta para cada capa que se envió al laboratorio de suelos del centro de Investigaciones agrícolas del Noreste (CIANE). Con excepción de la densidad aparente que se hizo, por el método de campo de la lámina de polietileno y agua, así como la velocidad de infiltración del suelo, que también se hizo en el campo por el método del infiltrómetro de doble cilindro.

Las características físicas y químicas del suelo se presentan en la Tabla 3.

TABLA 2. REGISTRO DE RIEGOS (PROGRAMADOS Y REALIZADOS).

FECHAS		P R O G R A M A D A S					
C n	NOV.26	ENE.16	FEB.2	FEB.19	MAR.8	MAR.25	ABR.11
C 1	x			¹ x	¹ x2		
C 2	x		x2			x2	
C 3	¹ x	x2		¹ x	¹ x2		
C 4	x		¹ x		x	¹ x2	
C 5	x2		x	¹ x2	¹ x2	¹ x2	
C 6	x	¹ x		x2	x	¹ x2	
C 7	x	x	¹ x2	¹ x2	x	¹ x2	
C 8	x			x2		¹ x2	¹ x2
C 9	x		x		x	x	¹ x2
Cn	NOV.26	ENE.16	FEB.3	FEB.21	MAR.7	MAR.26	ABR.14
FECHAS		R E A L I Z A D A S					

LAMINAS DE RIEGOS APLICADAS:

NOV.26 - 15 Cms.
 ENE.16 - 10 Cms.
 FEB. 3 - 14 Cms.
 FEB.21 - 12 Cms.
 MAR. 7 - 15 Cms.
 MAR.26 - 12 Cms.
 ABR.14 - 12 Cms.

CLAVE:

1 MUESTREO UN DIA
 ANTES DEL RIEGO
 2 MUESTREO TRES
 DIAS DESPUES
 DEL RIEGO.

TABLA 3. CARACTERISTICAS FISICO-QUIMICAS DEL SUELO.

P R O P I E D A D E S	C A P A S (Cms)		
	0 - 30	30 - 60	60 - 90
CAPACIDAD DE CAMPO (%)	24.5	24.0	22.7
PUNTO DE MARCHITEZ PERMANENTE (%)	9.0	11.0	10.0
HUMEDAD APROVECHABLE (%)	15.5	13.0	12.7
DENSIDAD APARENTE Grs/Cm ³	1.3	1.3	1.3
PERMEABILIDAD	$VI_b = 5.5 \text{ cms/hora } I = 43T^{-0.35} L = I.IT^{0.65}$		
T E X T U R A	A R C I L L O S O		
P H	7.6	7.6	
CE x 10 ³	0.64	0.5	
NITROGENO	0.143	0.119	
M. O. (%)	1.77	1.20	
P 2 0 5 (KG/HA)	30.48	20.82	

Análisis realizado por el laboratorio de Suelos del CIANE.

Las condiciones de humedad del suelo antes de los riegos, expresadas en por ciento de humedad base peso de suelo seco, se presentan en la Tabla 4.

Los consumos de humedad (método gravimétrico), se presentan en la Tabla 5 para los diferentes intervalos de riego y capas muestreadas.

3. Planta. Se tomaron las fechas de ocurrencia de las diferentes fases fenológicas en ambas variedades, así como en otros ensayos con las mismas variedades que fueron sembrados en diferentes fechas, para apreciar la importancia de la variación del ciclo vegetativo bajo diferentes condiciones climáticas. Para todas las etapas fenológicas se tomaron las fechas al mostrarse las características en turno, en el 50% de la superficie de la parcela experimental o en el 50% del número de plantas inspeccionadas, para lo cual se definieron las fases fenológicas siguientes:

- a. Fecha de siembra.
- b. Fecha de emergencia.
- c. Fecha de amacollamiento (plantas con brotes o hijuelos).
- d. Encañe (1er, nudo a una pulgada del suelo).
- e. Floración (espigamiento).
- f. Madurez fisiológica (pendúculo amarillo en la base de la espiga.)

Se realizó un análisis de variación de los rendimientos de grano (Ton/Ha).

Para cada tratamiento se tomaron los datos agronómicos complementarios siguientes: altura final, espigas por m², espiguillas por espiga, granos por litro y granos por kgr.

4. *Clima.* Durante el tiempo que duraron los trabajos de campo, se tomaron observaciones climáticas a las 8:00 horas. Los datos observados fueron: Temperaturas, máxima y mínima, precipitación pluvial, evaporación y humedad relativa.

Para el cálculo de la evapotranspiración (ET), se utilizaron los consumos registrados en los tratamientos 6, 7 y 9 (método gravimétrico) y se comparó con la estimación de ET hecha por los métodos empíricos de Blaney y Criddle y la curva única de Hansen.

El ajuste matemático de las curvas acumulativas de ET, evaporación y unidades calor se realizó por el método de polinomios ortogonales.

C. DISEÑO EXPERIMENTAL.

Los trabajos de campo se realizaron durante el ciclo agrícola: Otoño-Invierno 1974-1975, no se fertilizó el terreno y se estableció el experimento de riegos en un sitio que durante el ciclo anterior estuvo vacante y previamente había sido cultivado con sorgo de temporal.

La siembra se realizó en seco el 25 de Noviembre utilizando una densidad equivalente de 100 Kgs. de semilla por hectárea. El primer riego se aplicó el siguiente día.

El diseño estadístico utilizado para este trabajo fue de parcelas divididas con distribución en bloques al azar y cuatro repeticiones. La parcela chica fue asignada a variedades y la parcela grande a calendarios de riegos. Como factores en estudio estuvieron nueve calendarios de riegos utilizando intervalos de 17 días ó múltiplos de 17.

Para representar a las variedades de trigo precoces se escogió a la variedad Jupateco F-73 y como representante de las tardías, se escogió a la variedad Zaragoza S-75. En cada riego la superficie húmeda por parcela fué de 6 x 9.5 m. total 57 m², y los tratamientos fueron los siguientes:

C. CALENDARIOS DE RIEGOS.

C 1. 85, 17.	total: 102 días
C 2. 68, 34.	total: 102 días
C 3. 51, 34, 17	total: 102 días
C 4. 68, 34, 17	total: 119 días
C 5. 68, 17, 17, 17.	total: 119 días
C 6. 51, 34, 17, 17.	total: 119 días
C 7. 51, 17, 17, 17, 17.	total: 119 días
C 8. 85, 34, 17.	total: 136 días
C 9. 68, 34, 17, 17.	total: 136 días

V. VARIEDADES.

- VI. Jupateco F-73 (precoz)
 V2. Zaragoza S-75 (tardía)

En la figura I se representa en un croquis la distribución de los tratamientos en un diseño experimental de parcelas divididas con distribución en bloques al azar. Cada una de las 4 repeticiones se regó en forma independiente, mediante una regadera que corrió de oeste a este por el lado norte de la repetición.

ALMACEN

CAMINO

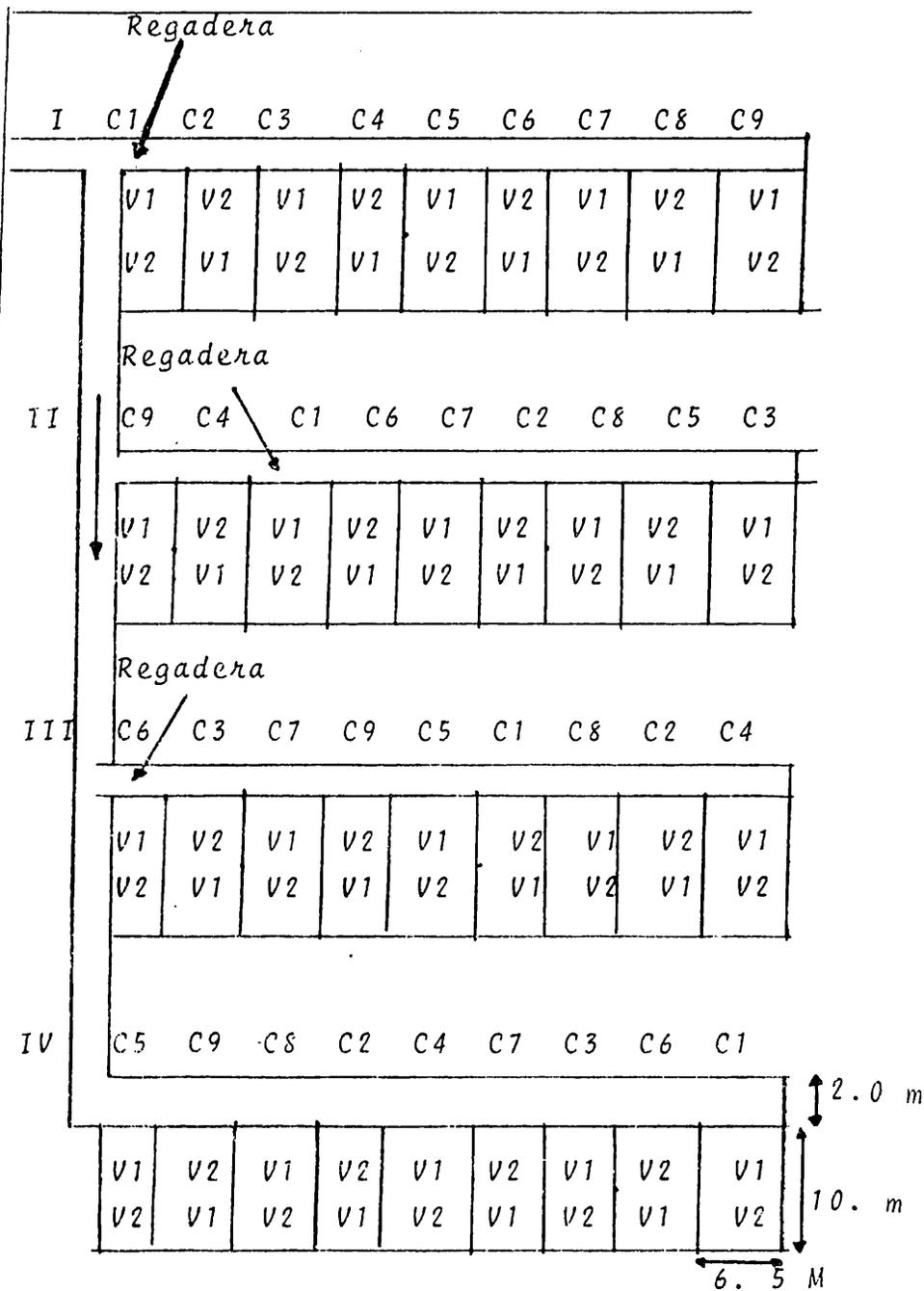


FIGURA 1. DISTRIBUCION DE PARCELAS EXPERIMENTALES, EN EL CAMPO. LAS LETRAS C INDICAN EL CALENDARIO DE RIEGO USADO Y LAS V LAS VARIEDADES.

IV. RESULTADOS.

A. SUELO.

DENSIDAD APARENTE DEL SUELO (DA). Se determinó por el método de la lámina de polietileno y agua. Se hizo un hoyo de 20 x 20 x 20 cm, en cada capa de suelo (0-30, 30-60 y 60-90 cm), se pesó el suelo húmedo retirado (PSH) y se tomó una muestra para la determinación de las condiciones de humedad base peso de suelo seco a la estufa. El volumen de cada hoyo se determinó colocando una lámina delgada de polietileno bien amoldada al piso y a las paredes del foso y se llenó agua, aforando mediante una probeta graduada. Se calculó la densidad aparente mediante:

$$PSS = \frac{PSH}{100 + \%H} \times 100 \quad \text{----- (1)}$$

$$DA = \frac{PSS}{VT} \quad \text{----- (2)}$$

Donde: PSS= Peso de suelo seco (gr)

PSH= Peso de suelo húmedo (gr)

%H = Porcentaje de humedad base peso del suelo seco (a la estufa)

DA= Densidad aparente (gr/cm³)

VT= Volúmen total, incluyendo poros (cm³)

(Ver tabla 3)

PERMEABILIDAD DEL SUELO. La infiltración del suelo se determinó por el método de los cilindros y se expresa de acuerdo con el modelo de Kostiaikov (1932):

$$I = KT^n$$

Donde: I= Velocidad de infiltración instantánea (cm/hr)

K= Coeficiente de infiltración por unidad de tiempo (cm/hr).

T = Tiempo (min)

n = Exponente negativo ($0 < n < 1$)

$$L = CT^a$$

Donde: L = Lámina acumulativa infiltrada o penetración (cm)

C y a = Coeficiente de penetración por unidad de tiempo y exponente positivo ($0 < a < 1$), respectivamente

T = Tiempo (min)

Integrando en I podemos llegar a L y viceversa, derivando en L podemos llegar a I

$$I = KT^n$$

$$60 L = K \int_0^t T^n dt$$

$$60 L = K \left(\frac{1}{n+1} \right) T^{n+1}$$

$$L = \left[\frac{K}{60(n+1)} \right] T^{n+1} \text{ ----- } (L = CT^a)$$

$$y : L = CT^a$$

$$\frac{I}{60} = \frac{dL}{dT} = aCT^{a-1}$$

$$I = 60aCT^{a-1} \text{ ----- } (I = KT^n)$$

Se obtuvo gráficamente, papel Log-Log. la ecuación para L y a partir de ésta se calculó la fórmula para I .

Para estimar la infiltración básica (VI_b), se graficó en papel milimétrico la fórmula encontrada para I , y se tomó el valor de ésta cuando el decremento de la infiltración para un lapso de una hora fue del 10%. (Ver Tabla 3)

CONDICIONES DE HUMEDAD DEL SUELO. Para la determinación de las condiciones de humedad del suelo, se tomaron muestras del mismo un día antes de los riegos y se observó que las dos variedades tenían consumos semejantes. Una parcela para un determinado calendario de riego ensayado, contenía las dos variedades, se muestrearon cuatro sitios (dos de cada variedad), por capas de 30 cm, 0 - 30, 30 - 60, y 60 - 90, y se promediaron los datos por capa de suelo y por parcela de riego. Antes de promediar se eliminaron algunos datos que se consideraron "disparados" .

Las condiciones de humedad del suelo antes de los distintos riegos, se presentan en la Tabla 4 registradas como porcentos de humedad en base al peso del suelo después de secado a la estufa.

Se calcularon las diferencias de contenido de humedad entre el valor de la capacidad de campo (C.C.) y el contenido encontrado antes de los riegos. La CC se presentó al cuarto día de haberse realizado el riego y los muestreos se realizaron uno o dos días antes del riego siguiente, en algunas ocasiones se muestreó el mismo día, antes de regar (Ver Tabla 4).

Las diferencias de humedad encontradas en los intervalos mencionados, se ponderaron linealmente para los intervalos entre riegos y se calcularon las láminas de agua consumidas entre los intervalos de riego para cada capa y para todo el perfil humedecido (Ver Tabla 5).

TABLA 4. CONDICIONES DE HUMEDAD DEL SUELO ANTES DE LOS RIEGOS (PORCIENTO DE HUMEDAD BASE PESO DE SUELO SECO).

TRATA- MIENTO	No. DE RIEGO.	FECHA DE RIEGO	FECHA DE MUESTREO	CAPA MUESTREADA.		
				0-30	30-60	60-90
C 1	1	Nov. 26	Nov. 25	16.4	17.2	16.6
	2	Feb. 21	Feb. 19	21.0	21.7	20.6
	3	Mar. 7	Mar. 6	15.3	17.5	15.4
			Abr. 30	15.0	17.0	15.2
C 2	1	Nov. 26	Nov. 25	16.4	17.2	16.6
	2	Feb. 3	Feb. 3	21.4	21.7	20.7
	3	Mar. 7	Mar. 6	15.9	16.9	16.6
			Abr. 30	15.4	16.8	16.5
C 3	1	Nov. 26	Nov. 25	16.4	17.2	16.6
	2	Ene. 16	Ene. 15	19.3	21.7	20.7
	3	Feb. 21	Feb. 19	21.6	21.7	20.7
	4	Mar. 7	Mar. 6	16.9	15.5	15.4
			Abr. 30	16.5	15.3	15.2
C 4	1	Nov. 26	Nov. 25	16.4	17.2	16.6
	2	Feb. 3	Feb. 3	21.4	21.7	20.7
	3	Mar. 7	Mar. 6	15.9	16.9	16.6
	4	Mar. 26	Mar. 26	15.1	18.1	16.8
			Abr. 30	15.0	18.1	16.4
C 5	1	Nov. 26	Nov. 25	16.4	17.2	16.6
	2	Feb. 3	Feb. 3	21.4	21.7	20.7
	3	Feb. 21	Feb. 19	21.2	21.7	20.7
	4	Mar. 7	Mar. 6	17.0	18.4	15.4
	5	Mar. 26	Mar. 26	14.4	17.0	18.9
			Abr. 30	14.2	17.0	18.0

CONTINUACION DE LA TABLA 4.

TRATA- MIENTO.	No DE RIEGO.	FECHA DE RIEGO.	FECHA DE MUESTREO	CAPA MUESTREADA		
				0-30	30-60	60-90
C 6	1	Nov.26	Nov.25	16.4	17.2	16.6
	2	Ene.16	Ene.15	19.3	21.7	20.7
	3	Feb.21	Feb.19	21.6	21.7	20.7
	4	Mar.7	Mar.6	16.9	15.5	15.4
	5	Mar.26	Mar.26	15.1	16.2	16.9
				Abr.30	15.1	16.0
C 7	1	Nov.26	Nov.25	16.4	17.2	16.6
	2	Ene.16	Ene.15	19.3	21.7	20.7
	3	Feb.3	Feb.3	21.1	21.7	20.7
	4	Feb.21	Feb.19	21.7	21.7	20.7
	5	Mar.7	Mar.6	17.0	18.4	15.4
	6	Mar.26	Mar.26	15.8	17.4	16.0
			Abr.30	15.4	17.2	16.0
C 8	1	Nov.26	Nov.25	16.4	17.2	16.6
	2	Feb.21	Feb.19	21.0	21.7	20.7
	3	Mar.26	Mar.26	15.3	14.4	15.6
	4	Abr.14	Abr.14	16.5	17.5	16.5
			Abr.30	16.1	17.3	16.2
C 9	1	Nov.26	Nov.25	16.4	17.2	16.6
	2	Feb.3	Feb.3	21.4	21.7	20.7
	3	Mar.7	Mar.6	15.9	16.9	16.6
	4	Mar.26	Mar.26	15.1	18.1	16.8
	5	Abr.14	Abr.14	17.5	18.0	17.8
			Abr.30	17.2	17.8	17.4

TABLA 5. LAMINAS CONSUMIDAS POR ESTRATOS (cm).

TRATA- MIENTOS.	CAPAS (cm)	INTERVALOS ENTRE RIEGOS.					
		1	2	3	4	5	6
C 1	0-30	1.4	5.0	3.9			
	30-60	1.0	3.6	2.9			
	60-90	0.9	4.0	3.1			
C 2	0-30	1.3	3.8	3.8			
	30-60	0.9	3.2	3.0			
	60-90	0.8	2.7	2.6			
C 3	0-30	2.1	1.2	4.2	3.3		
	30-60	0.9	0.9	4.6	3.6		
	60-90	0.8	0.8	4.0	3.1		
C 4	0-30	1.3	3.8	4.4	4.0		
	30-60	0.9	3.2	2.7	2.5		
	60-90	0.8	2.7	2.7	2.7		
C 5	0-30	1.3	1.8	4.1	4.7	4.4	
	30-60	0.9	1.2	3.1	3.3	3.0	
	60-90	0.8	1.1	4.0	1.8	2.0	
C 6	0-30	2.1	1.2	4.2	4.4	4.0	
	30-60	0.9	0.9	4.6	3.6	3.4	
	60-90	0.8	0.8	4.0	2.7	2.7	
C 7	0-30	2.1	1.6	1.5	4.1	4.0	3.9
	30-60	0.9	1.1	1.2	3.1	3.1	2.9
	60-90	0.8	0.9	1.1	4.0	3.1	2.9
C 8	0-30	1.5	4.0	3.7	4.0		
	30-60	1.0	4.1	3.0	3.2		
	60-90	0.9	3.1	2.9	3.1		
C 9	0-30	1.3	3.8	4.4	3.3	3.5	
	30-60	0.9	3.2	2.7	2.8	3.0	
	60-90	0.8	2.7	2.7	2.3	2.5	

En la Tabla 6 se presentan las láminas consumidas por los diferentes tratamientos ensayados, correspondientes a los consumos por capas, para todo el ciclo de cultivo, también se agrega el consumo correspondiente a todo el perfil humedecido, la precipitación pluvial ocurrida durante el ciclo vegetativo y finalmente el consumo total para cada tratamiento.

Para la determinación de la evapotranspiración potencial, y la extracción relativa por capas, se consideraron únicamente los tratamientos C6, C7 y C9 (Ver Tabla 7).

La evapotranspiración obtenida por este método fue de 46.7 cm y la extracción relativa por capas fue de 48,27 y 25% para las capas 0-30, 30-60 y 60-90 cm respectivamente (Ver figura 2)

Los consumos correspondientes a los diferentes intervalos de riego de los tratamientos C6, C7 y C9 corregidos con la precipitación pluvial registrada se presentan en la Tabla 8.

TABLA 6 CONSUMOS DE AGUA POR LOS DIFERENTES TRATAMIENTOS (cm).

TRATAMIENTOS	CAPAS			SUB-TOTAL	PRECIPITACION PLUVIAL	TOTAL
	0-30	30-60	60-90			
C1	10.3	7.5	8.0	25.8	5.9	31.7
C2	8.9	7.1	6.1	22.1	5.9	28.0
C3	10.8	10.0	8.7	29.5	5.9	35.4
C4	13.5	9.3	8.9	31.7	5.9	37.6
C5	16.3	11.5	9.7	37.5	5.9	43.4
C6	15.9	13.4	11.0	40.3	5.9	46.2
C7	17.2	12.3	12.8	42.3	5.9	48.2
C8	13.2	11.3	10.0	34.5	5.9	40.4
C9	16.3	12.6	11.0	39.9	5.9	45.8

TABLA 7. DETERMINACION DE ET POTENCIAL Y EXTRACCION RELATIVA POR CAPAS (cm).

TRATAMIENTO	CAPAS			TOTAL (cm)
	0-30	30-60	60-90	
C 6	21.8	13.4	11.0	46.2
C 7	23.1	12.3	12.8	48.2
C 9	22.2	12.6	11.0	45.8
SUMA	67.1	38.3	34.8	140.2
PROMEDIO	22.4	12.8	11.6	46.7
EXTRACCION RELATIVA	48%	27%	25%	

SUPERFICIE DEL SUELO

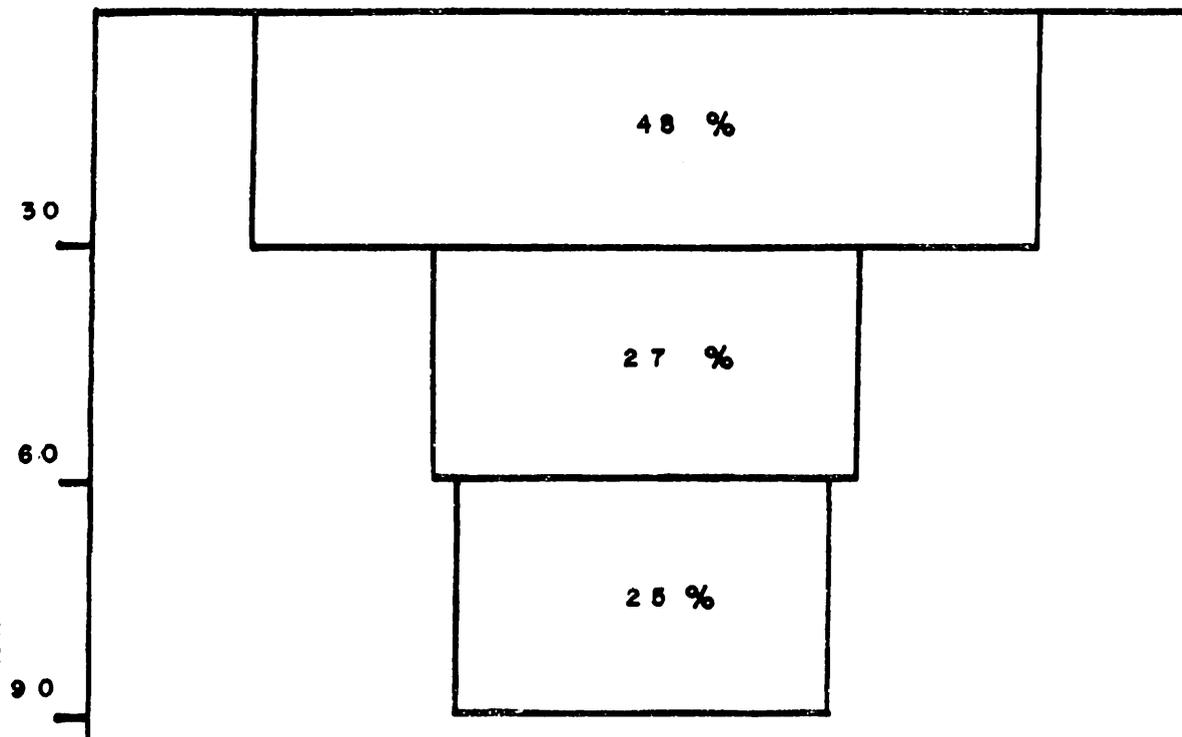


FIGURA 2. PATRON MEDIO DE EXTRACION DE HUMEDAD

TABLA 8. CONSUMOS DE AGUA (cm), CORRESPONDIENTES A LOS INTERVALOS DE RIEGO, CORREGIDOS CON LA PRECIPITACION - PLUVIAL REGISTRADA.

TRATAMIENTOS		INTERVALOS ENTRE RIEGOS.						TOTAL
		1	2	3	4	5	6	
C 6	RIEGO	5.8	2.9	12.8	10.7	10.1		40.3
	P.P.	2.8	1.2	0.0	0.0	1.9		5.9
	SUMA	6.6	4.1	12.8	10.7	12.0		46.2
C 7	RIEGO	3.8	3.6	3.8	11.2	10.2	9.7	42.3
	P.P.	2.8	0.0	1.2	0.0	0.0	1.9	5.9
	SUMA	6.6	3.6	5.0	11.2	10.2	11.6	48.2
C 9	RIEGO	3.0	9.7	9.8	8.4	9.0		39.9
	P.P.	2.8	1.2	0.0	0.0	1.9		5.9
	SUMA	5.8	10.9	9.8	8.4	10.9		45.8

Con los datos de consumos por intervalos de riego corregidos con la precipitación pluvial registrada, se obtuvieron las gráficas acumulativas de evapotranspiración para los tratamientos C6, C7 y C9, así como los valores medios de evapotranspiración mensual (Ver Figura 3 y 4).

Los valores encontrados para los meses del ciclo vegetativo, y los valores calculados por el método de polinomios ortogonales se presentan en la Tabla 9. El ajuste de segundo grado fue el mejor y es el que se toma en cuenta para la graficación (Figura 4).

TABLA 9. EVAPOTRANSPIRACION MENSUAL Y ACUMULATIVA POR EL METODO GRAVIMETRICO.

PERIODO	ET MENSUAL OBSERVADA (cm)	ET ACUMULATIVA OBSERVADA (cm)	ET ACUMULATIVA CALCULADA		
			LINEAL (cm)	CUADRATICA (cm)	CUBICA (cm)
DICIEMBRE	3.7	3.7	-0.4	2.8	4.0
ENERO	4.2	7.9	10.9	9.3	7.1
FEBERRO	9.7	17.6	22.2	19.0	19.0
MARZO	17.4	35.0	33.5	31.9	34.2
ABRIL	11.7	46.7	44.8	48.0	47.1

3. PLANTA.

Se tomaron las fechas de ocurrencia de las diferentes fases fenológicas en ambas variedades. En otros ensayos de adaptación y rendimiento de variedades donde intervenían las dos variedades estudiadas en el presente trabajo, también se tomaron las fechas de las diferentes fases fenológicas para apreciar la importancia de la variación del ciclo vegetativo bajo diferentes condiciones climáticas.

Para todas las fases fenológicas se tomaron las fechas correspondientes al mostrarse las características en turno en el 50% de la parcela experimental o en el 50% de las plantas inspeccionadas, para lo cual se definieron las fases fenológicas siguientes:

- a. Fecha de siembra.
- b. Emergencia de plantulas.
- c. Amacollamiento (aparición de brotes secundarios).
- d. Encañe (último nudo, a una pulgada del suelo).
- e. Embuche o bandera.
- f. Floración (espigamiento).
- g. Grano lechoso masoso.
- h. Madurez fisiológica (pedúnculo amarillo, en la base de la espiga).

La cronología de las fases fenológicas de cada experimento o de un grupo de experimentos con la misma fecha de siembra se presenta en la tabla 10, para la variedad Zaragoza S-75 y en la Tabla 11, para la variedad Jupateco F-73.

MÓDULO ALTERNATIVO DE SERIES DONDE: $n = 5$.
 PARA ECUACIONES DE REGRESION TIPO POLINOMIAL.

($Y = A + BX + CX^2 + DX^3$). PARA 1º, 2º y 3º GRADO.

TEMA: EVAPOTRANSPIRACION (cm)

X (MESES)	Y (ET)	P_1	P_2	P_3	$Y P_1$	$Y P_2$	$Y P_3$
1	3.7	-2	2	-1	-7.4	-7.4	-3.7
2	7.9	-1	-1	2	-7.9	-7.9	15.8
3	17.6	0	-2	0	0.0	-35.2	0.0
4	35.0	1	-1	-2	35.0	-35.0	-70.0
5	46.7	2	2	1	93.4	93.4	46.7
15	110.9	0	0	0	113.1	22.7	-11.2
3	22.2						
		10	14	10			

Polinomio Ortogonal: $\hat{Y} = A_0 + A_1 P_1 + A_2 P_2 + A_3 P_3$

DONDE: $A_0 = \bar{Y}$ $A_1 = \frac{\sum Y P_1}{\sum (P_1)^2}$ $A_2 = \frac{\sum Y P_2}{\sum (P_2)^2}$ $A_3 = \frac{\sum Y P_3}{\sum (P_3)^2}$

$P_1 = X - 3$, $P_2 = X^2 - 6X + 7$, $P_3 = 0.83X^3 - 7.5X^2 + 19.67X - 14$

$\hat{Y} = 22.2 + 11.3(X-3) + 1.62(X^2-6X+7) - 1.12(0.83X^3-7.5X^2+19.67X-14)$

$Y_I = -11.7 + 11.3X$

$Y_{II} = -0.36 + 1.58X + 1.62X^2$

$Y_{III} = 15.32 - 20.4X + 10X^2 - 0.93X^3$

$SC_I = \frac{(\sum Y P_1)^2}{\sum (P_1)^2}$ $SC_{II} = \frac{(\sum Y P_2)^2}{\sum (P_2)^2}$ $SC_{III} = \frac{(\sum Y P_3)^2}{\sum (P_3)^2}$

$T = \sum Y^2 - \frac{(\sum Y)^2}{n}$

T A B L A D E V A R I A N Z A .

CV	SC	GL	CM	F.	F. TAB ₁	g
I	1279.16	1	1279.16	367.6	161.4	405.2
II	36.81	1	36.81	10.6	161.4	405.2
III	12.54	1	12.54	3.6	161.4	405.2
E	3.48	1	3.48			
TOTAL	1331.99	4				

*
NS
NS

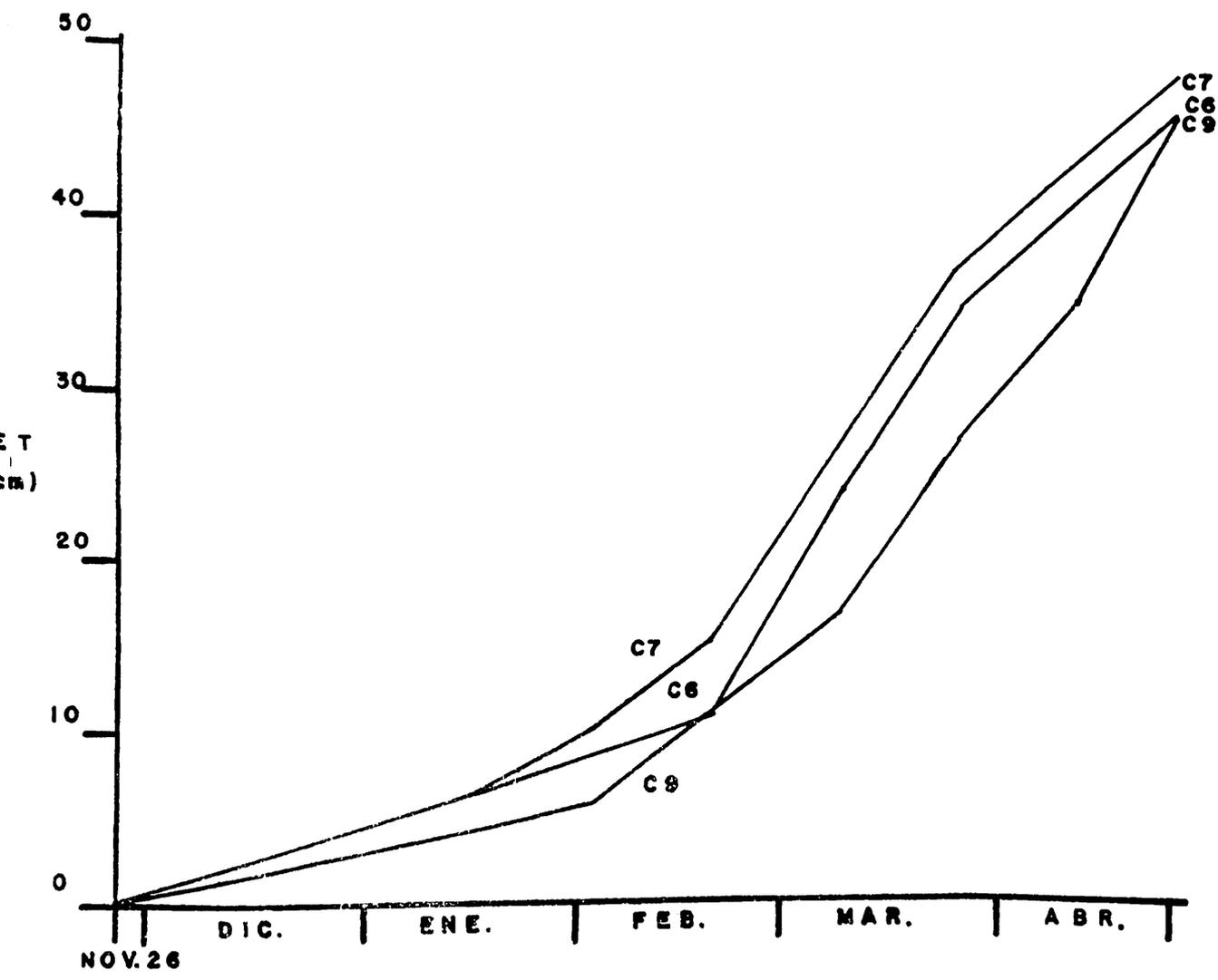


FIGURA 3. CONSUMOS PERIODICOS ACUMULATIVOS DE LOS TRATAMIENTOS C8, C7 Y C9.

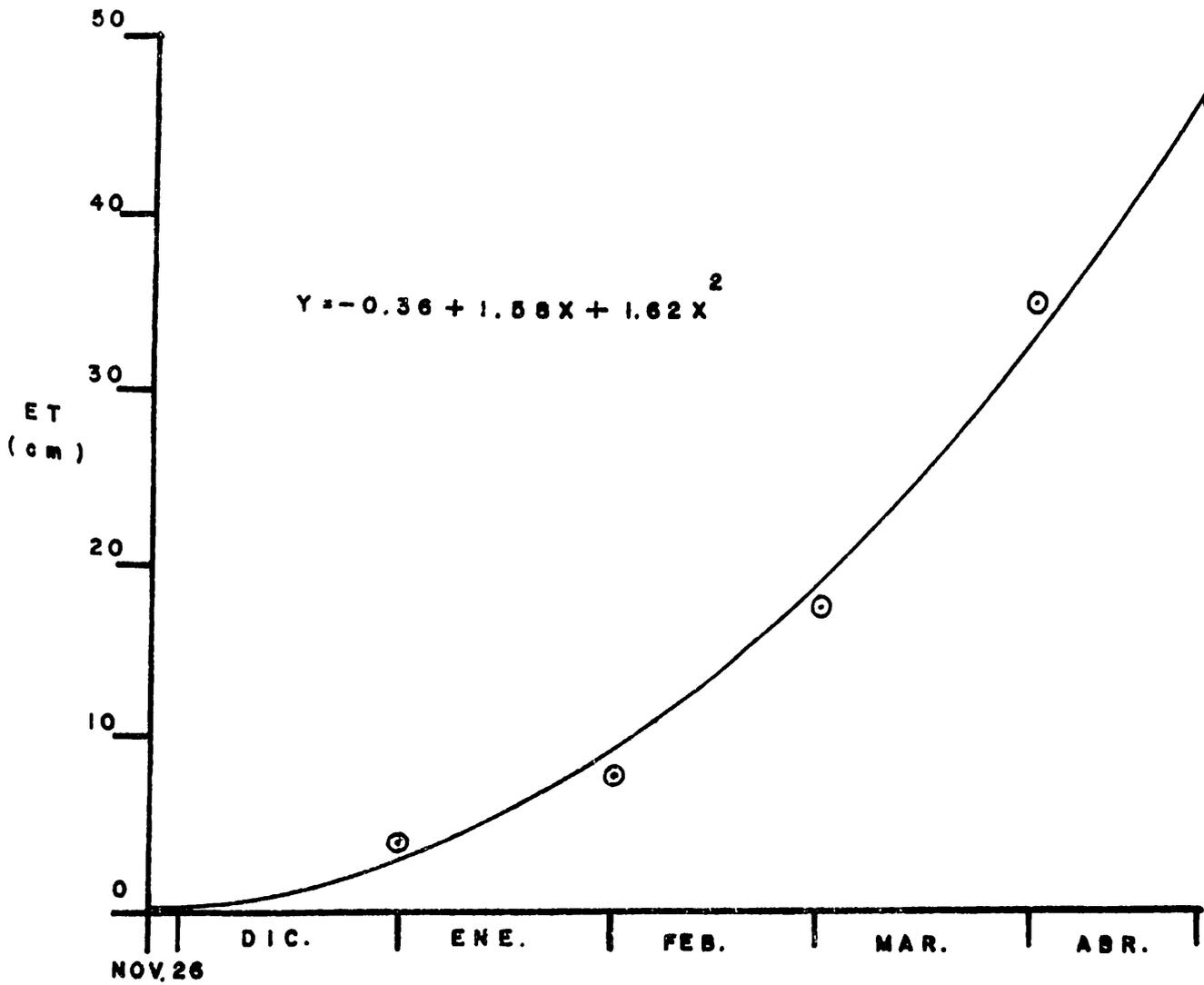


FIGURA 4. EVAPOTRANSPIRACION MENSUAL ACUMULATIVA POR EL METODO GRAVIMETRICO.

TABLA 10. FENOLOGIA DE LA VARIEDAD ZARAGOZA S - 75 PARA DIFERENTES FECHAS DE SIEMBRA.
CICLO AGRICOLA OTONO - INVIERNO 1974 - 1975.

* GRUPO FASES	1			2			3			4			5		
	FECHAS	INTER	SUMA												
SIEMBRA	NOV. 1			NOV. 25			DIC. 10			DIC. 20			DIC. 25		
EMERGENCIA.	NOV. 5	4	4	DIC. 8	13	13	DIC. 23	13	13	ENE. 1	12	12	ENE. 4	10	10
AMACOLLAMIENTO	NOV. 24	19	23	ENE. 8	31	44	ENE. 18	26	39	ENE. 25	24	36	ENE. 23	19	29
ENCANE	ENE. 15	52	75	FEB. 13	36	80	FEB. 17	30	69	FEB. 28	34	70	FEB. 21	29	58
EMBUCHE	FEB. 17	33	108	MZO. 11	26	106	MZO. 12	23	92	MZO. 14	14	98	MZO. 11	18	76
FLORACION	MZO. 10	21	129	MZO. 26	15	121	MZO. 29	17	109	MZO. 28	14	98	MZO. 28	17	93
GRANO L-M	MZO. 25	15	144	ABR. 4	9	130	ABR. 19	21	130	ABR. 7	10	108	ABR. 12	15	108
MADUREZ	ABR. 12	18	162	ABR. 24	20	150	ABR. 29	10	140	ABR. 27	20	128	ABR. 29	17	125

* Un experimento o varios con la misma fecha de siembra.

TABLA 11 FENOLOGIA DE LA VARIEDAD JUPATECO F-73 PARA DIFERENTES FECHAS DE SIEMBRA.
CICLO AGRICOLA OTONO -INVIERNO 1974-1975.

*GRUPOS FASES	1			2			3			4			5		
	FECHAS	I	Σ												
SIEMBRA	NOV.1			NOV.25			DIC.10			DIC.20			DIC.25		
EMERGENCIA	NOV.25	4	4	DIC.8	13	13	DIC.23	13	13	DIC.31	11	11	ENE.4	10	10
AMACOLLA- MIENTO.	NOV.23	18	22	ENE.2	25	38	ENE.18	26	39	ENE.24	24	35	ENE.24	20	30
ENCANE	ENE.2	40	62	FEB.3	32	70	FEB.17	30	69	FEB.18	25	60	FEB.17	24	54
EMBUCHE	FEB.12	41	103	FEB.26	23	93	MAR.6	17	86	MAR.6	16	76	MAR.13	24	78
FLORACION	MAR.7	23	126	MAR.10	12	105	MAR.15	9	95	MAR.15	9	85	MAR.22	9	87
GRANO L-M	MAR.20	13	139	MAR.25	15	120	MAR.27	12	107	MAR.28	13	98	ÁBR.2	11	98
MADUREZ	ABR.6	17	156	ABR.17	23	143	ABR.19	23	130	ABR.18	21	119	ABR.23	21	119

* Un experimento o varios con la misma fecha de siembra.

Con los rendimientos de grano (ton/ha), se realizó el análisis de varianza (Ver tabla 12), y se hizo la comparación entre medias por el método de la diferencia mínima significativa, resultando superior (estadísticamente), la variedad Jupateco F-73. La diferencia estadística entre calendarios se presenta en la tabla 13.

Para cada tratamiento se tomaron los datos agronómicos complementarios siguientes: Altura final, espigas por M^2 , espiguillas por espiga, granos por litros y granos por kilogramo. (Ver tabla 14).

Las alturas finales para los diferentes tratamientos se tomaron con estadal (antes de la cosecha), se muestrearon varios metros cuadrados y se reporta el promedio de espigas por metro cuadrado y espiguillas por espiga. Para obtener los datos de granos por litros y granos por kilogramo se tomaron varias muestras de grano después de haber sido pesados los rendimientos de las parcelas experimentales.

En la figura 5 se presentan los rendimientos (ton/ha), correspondientes a los nueve calendarios de riego ensayados y a las dos variedades de trigo estudiadas.

TABLA 12 ANALISIS DE VARIANZA.

F.V.	G.L.	S.C.		C.M.		F.C.	F.TABULAR		
							.05	.01	
BLOQUES.	3	302	431	100	810	3.73	3.01	4.72	*
CALENDARIOS	8	440	873	55	109	2.04	2.36	3.36	NS
ERROR A	24	649	286	27	054				
VARIETADES	1	3 059	101	3 059	101	83.61	4.21	7.68	**
CAL X VAR	8	335	612	41	951	1.15	2.30	3.26	NS
ERROR B	27	987	812	36	586				
T O T A L	71	5 775	116						

CVA: Coeficiente de variación para calendarios; 17.14%

CVB: Coeficiente de variación para variedades; 19.94%

TABLA 13. COMPARACION DE MEDIAS DE RENDIMIENTO EN GRANO (Ton/Ha), DE LOS CALENDARIOS DE RIEGO ESTUDIADOS.

VARIEDADES CALENDARIOS	JUPATECO F-73	ZARAGOZA S-75	SUMA	PROMEDIO (TON/HA)
C 6	3.08	1.69	4.77	2.39 a
C 4	2.74	1.99	4.73	2.37 ab
C 7	2.80	1.64	4.44	2.22 abc
C 9	2.60	1.78	4.38	2.19 abcd
C 5	2.71	1.60	4.31	2.16 abcd
C 3	2.43	1.70	4.13	2.07 abcd
C 2	2.68	1.42	4.10	2.05 abcd
C 8	2.16	1.68	3.84	1.92 cd
C 1	2.12	1.56	3.68	1.84 d
S U M A	23.32	15.06		
PROMEDIO	2.59 a	1.67 b		

DMS Calendarios : 0.377 Ton/Ha.

DMS Variedades : 0.206 Ton/Ha.

EN LAS VARIEDADES ESTUDIADAS.

CALENDARIOS.	JUPATECO F - 73					ZARAGOZA S - 75				
	ALTURA FINAL (cm).	ESPIGAS POR m ²	ESPIGUILLAS POR ESPIGA	GRANOS POR LITRO	GRANOS POR KILO	ALTURA FINAL (cm)	ESPIGAS POR m ²	ESPIGUILLAS POR ESPIGA	GRANOS POR LITRO	GRANOS POR KILO
C 1	75	315	14	21,230	28,340	64	334	16	20,825	28,935
C 2	76	257	14	19,995	25,220	64	273	17	20,875	27,885
C 3	76	356	17	21,180	27,240	67	311	17	20,905	28,550
C 4	79	263	15	20,155	25,675	68	321	16	21,285	28,700
C 5	80	245	16	22,265	28,580	65	334	16	22,820	31,760
C 6	83	267	17	20,850	27,350	70	395	18	20,160	27,535
C 7	82	303	16	20,955	27,670	67	416	18	21,850	29,620
C 8	74	241	15	20,670	26,880	62	289	15	19,970	27,645
C 9	80	289	15	20,250	26,080	65	271	17	19,770	27,840

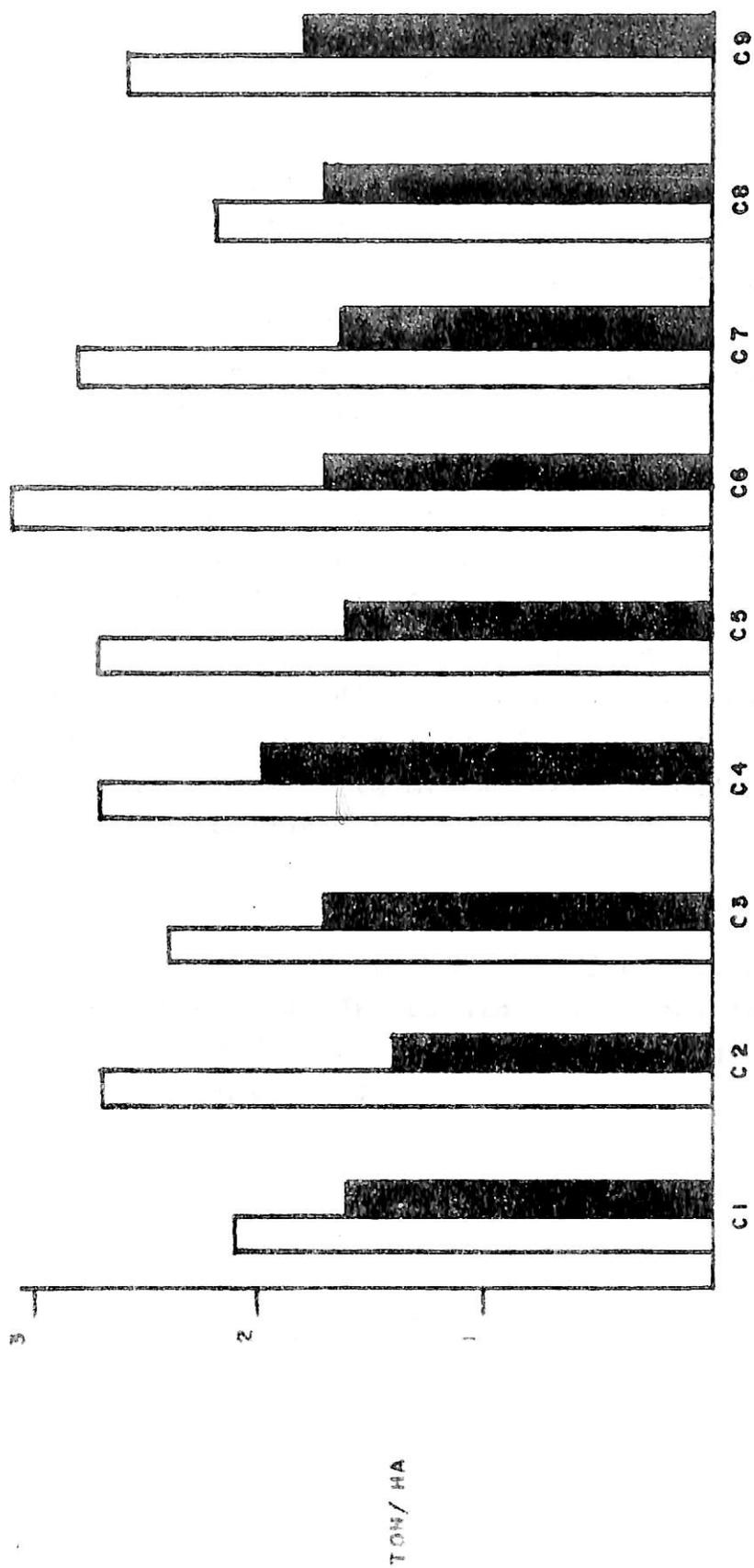


FIGURA 5. RENDIMIENTO DE TRIGO VS. CALENDARIOS DE RIEGO.

 VAR. JUPATECO F-73
 VAR. ZARAGOZA S-75

C. CLIMA.

Durante el ciclo vegetativo del experimento que sirvió de base al presente trabajo (De Nov. 1974 a Abr. 1975), se tomaron las observaciones meteorológicas a las 8:00 Hs. de; Temperatura máxima, temperatura mínima, precipitación pluvial, evaporación y humedad relativa. Las medias mensuales correspondientes se presentan en la Tabla 15.

Se calculó la evapotranspiración potencial por el método de la curva única de Hansen y en la tabla 16 se presenta la evapotranspiración mensual y acumulativa por este método. En la tabla 17, se presenta la evaporación observada y calculada para el ciclo vegetativo, con el fin de correlacionar estos valores con la evapotranspiración encontrada por el método gravimétrico para lograr la mejor extrapolación de datos que sirvan para toda la zona Norte de Coahuila y para diferentes fechas de siembra.

Con los datos encontrados en el ajuste de segundo grado para la evapotranspiración acumulativa y para la evaporación acumulativa observada, se construyeron las gráficas correspondientes (Ver Figuras 6 y 7).

TABLA 15. OBSERVACIONES METEOROLOGICAS HECHAS A LAS 08:00 Hs. DURANTE EL CICLO VEGETATIVO DEL CULTIVO.

ZARAGOZA, COAH.

ESTACION INIA - 603.17

CICLO AGRICOLA OTONO - INVIERNO 1974 - 1975 (De Nov. 74 a Abr. 75).

M E S E S	T E M P E R A T U R A S (°C)			PRECIPITACION PLUVIAL (cm)	EVAPORACION (cm)	HUMEDAD RELATIVA (%)
	MAX.	MIN.	MEDIA.			
NOV.	19.5	9.5	14.5	3.0	8.7	79.4
DIC.	16.6	4.2	10.4	1.9	7.3	80.7
ENE.	18.6	3.3	11.0	0.9	10.0	81.3
FEB.	18.3	4.0	11.2	1.2	11.4	81.9
MAR.	25.0	8.3	16.7	0.0	17.4	78.3
ABR.	29.0	15.4	22.2	1.9	19.4	75.5

CALCULO DE LA EVAPOTRANSPIRACION DEL TRIGO POR EL METODO DE LA CURVA UNICA DE HANSEN PARA ZARAGOZA, COAHUILA.

De acuerdo con la fórmula propuesta por Blaney y Criddle, se calcula la evapotranspiración y se complementa con el método de la curva única de Hansen. El coeficiente global de evapotranspiración estacional se obtuvo según la evapotranspiración total obtenida en el presente trabajo por el método gravimétrico, según la F encontrada con las temperaturas medias mensuales registradas y con los valores del porcentaje de horas de sol de los meses del ciclo vegetativo, -- con respecto al total anual, tomados de la tabla "P" (Apéndice).

Fórmula utilizada:

$$ET = KF$$

DONDE: ET = Evapotranspiración (cm).

K = Coeficiente del cultivo (K=0.79) encontrado en el presente trabajo.

$$F = \sum_n \delta$$

$$\delta = P \left(\frac{t + 17.8}{21.8} \right) \quad \text{Valores mensuales (cm).}$$

DONDE: P = % de horas de sol del mes con respecto al total anual (Tabla "P" apéndice)

t = Temperatura media mensual (°C)

00834

U.A.A.A.N.

CÁLCULOS: LATITUD: 28° 30' N

MESES	P	T	$\delta = P \left(\frac{t + 17.8}{21.8} \right)$
DIC.	8.2	10.9	10.8
ENE.	7.4	11.0	9.8
FEB.	7.1	11.2	9.4
MAR.	8.4	16.7	13.3
ABR.	8.7	22.2	16.0

F. (Suma) = 59.3

$$ET = KF \therefore K = \frac{ET}{F} \therefore K = \frac{46.7}{59.3} \therefore K = 0.79$$

Según la curva única de Hansen (ver apéndice), el trigo se cosecha al 93% del ciclo y cada mes ocupa por lo tanto $93 \div 5 = 18.6\%$ aproximadamente tomando la parte media de cada mes tenemos como K mensuales (Km):

Km 1	=	0.27	(tomada del 9.3%)
Km 2	=	0.71	(tomada del 27.9%)
Km 3	=	0.97	(tomada del 46.5%)
Km 4	=	0.91	(tomada del 65.1%)
Km 5	=	0.51	(tomada del 83.7%)

Continuando con los cálculos tenemos:

MESES	f	Km	f Km
DIC.	10.8	0.27	2.9
ENE.	9.8	0.71	7.0
FEB.	9.4	0.97	9.1
MAR.	13.3	0.91	12.1
ABR.	16.0	0.51	8.2
SUMA=			39.3

$$ET = K F \quad , \quad ET = 0.79 \times 59.3$$

$$ET = 46.7$$

Corrigiendo con el factor de ajuste "J" tenemos:

$$J = \frac{ET}{\text{Suma f Km}} \quad , \quad J = \frac{46.7}{39.3} \quad , \quad J = 1.19$$

QUEDANDONOS FINALMENTE:

MESES	f Km	ET = J (f Km)	ET Acumulativa
DIC.	2.9	3.5	3.5
ENE.	7.0	8.3	11.8
FEB.	9.1	10.8	22.6
MAR.	12.1	14.4	37.0
ABR.	8.2	9.8	46.8

$$ET (TOTAL) = 46.8 \text{ cm}$$

MÉTODOS MATEMÁTICO DE SERIES DONDE: $n = 5$.
 PARA ECUACIONES DE REGRESION TIPO POLINOMIAL.

($Y = A + BX + CX^2 + DX^3$). PARA 1º, 2º y 3º GRADO.
 TEMA: EVAPOTRANSPIRACION ACUMULATIVA (cm) CALCULADA.

X (MESES)	Y (ET)	P ₁ ^I	P ₂ ^I	P ₃ ^I	Y P ₁ ^I	Y P ₂ ^I	Y P ₃ ^I
1	3.5	-2	2	-1	-7.0	7.0	-3.5
2	11.8	-1	-1	2	-11.8	-11.8	23.6
3	22.6	0	-2	0	0.0	-45.2	0.0
4	37.0	1	-1	-2	37.0	-37.0	-74.0
5	46.8	2	2	1	93.0	93.6	46.8
15	121.7	0	0	0	111.8	6.6	-7.1
3	24.3						
		10	14	10			

Polinomio Ortogonal: $\hat{Y} = A_0 + A_1 P_1 + A_2 P_2 + A_3 P_3$

DONDE: $A_0 = \bar{Y}$ $A_1 = \frac{\sum Y P_1^I}{\sum (P_1^I)^2}$ $A_2 = \frac{\sum Y P_2^I}{\sum (P_2^I)^2}$ $A_3 = \frac{\sum Y P_3^I}{\sum (P_3^I)^2}$

$P_1 = X - 3$, $P_2 = X^2 - 6X + 7$, $P_3 = 0.83X^3 - 7.5X^2 + 19.67X - 14$

$\hat{Y} = 24.3 + 11.18(X-3) + 0.47(X^2-6X+7) - 0.71(0.83X^3-7.5X^2+19.67X-14)$

$Y_I = -9.24 + 11.18X$

$Y_{II} = -5.95 + 8.36X + 0.47X^2$

$Y_{III} = 3.99 - 5.61X + 5.77X^2 - 0.59X^3$

$SC_I = \frac{(\sum Y P_1^I)^2}{\sum (P_1^I)^2}$

$SC_{II} = \frac{(\sum Y P_2^I)^2}{\sum (P_2^I)^2}$

$SC_{III} = \frac{(\sum Y P_3^I)^2}{\sum (P_3^I)^2}$

$SC_T = \sum Y^2 - \frac{(\sum Y)^2}{n}$

T A B L A D E V A R I A N Z A .

CV	SC	GL	CM	F.	5 % F. TAB 1 %
I	1249.9	1	1249.9	961.5	161.4 405.2
II	3.1	1	3.1	2.4	161.4 405.2
III	5.0	1	5.0	3.8	161.4 405.2
E	1.3	1	1.3		
TOTAL	1259.3	4			

**

NS

NS

TABLA 16. EVAPOTRANSPIRACION MENSUAL Y ACUMULATIVA POR EL METODO DE LA CURVA UNICA DE HANSEN.

PERIODO	ET CALCULADA (cm)	ET ACUMULATIVA (cm)	ET ACUMULATIVA AJUSTADA		
			LINEAL	CUADRATICA	CUBICA
DIC.	3.5	3.5	1.9	2.9	3.6
ENE.	8.3	11.8	13.1	12.7	11.1
FEB.	10.8	22.6	24.3	23.4	23.2
MAR.	14.4	37.0	35.5	35.0	36.1
ABR.	9.8	46.8	46.7	47.6	46.4

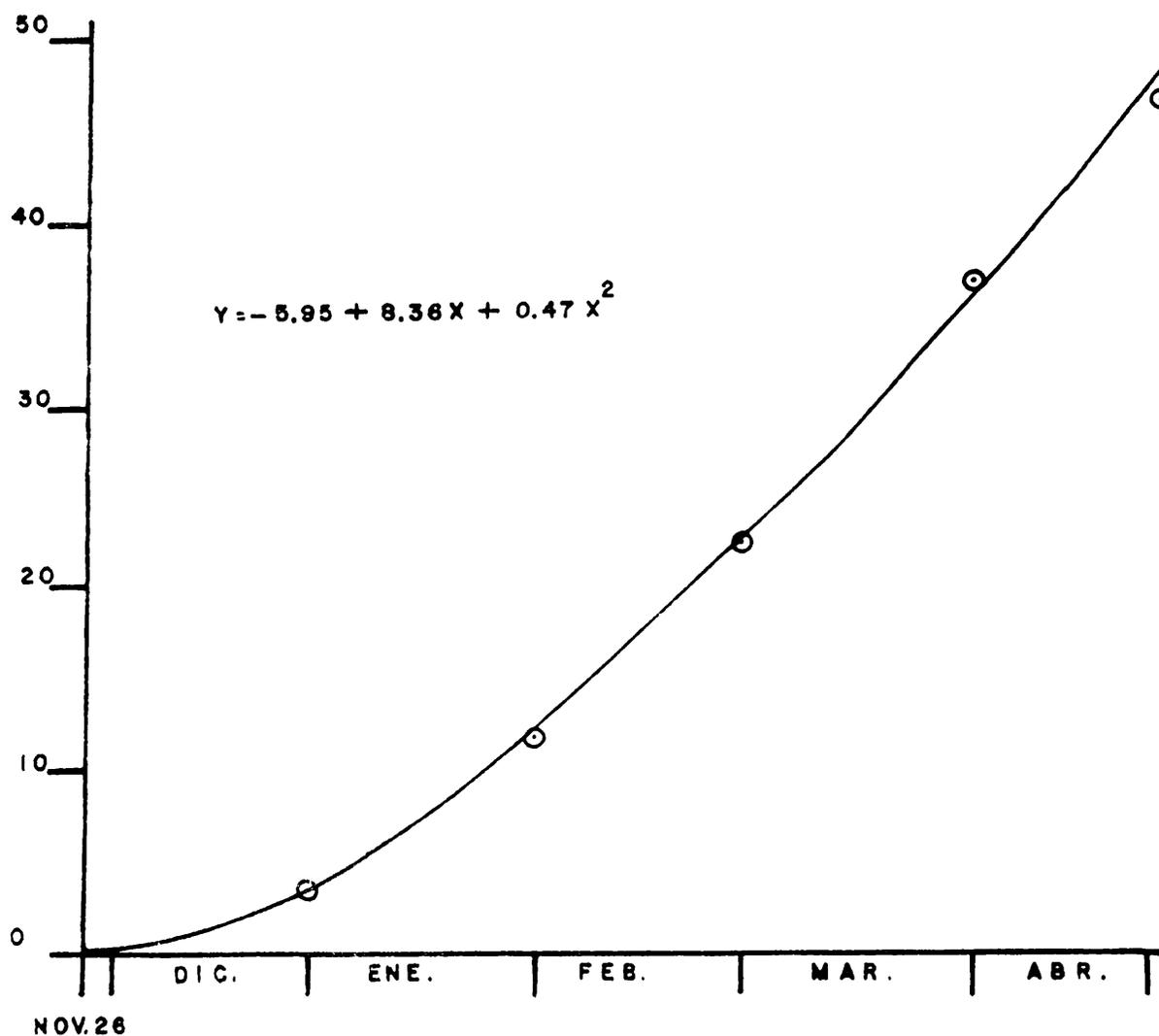


FIGURA 6. EVAPOTRANSPIRACION MENSUAL ACUMULATIVA POR EL METODO DE LA CURVA UNICADE HANSEN.

ANÁLISIS MATEMÁTICO DE SERIES DONDE: N = 5.
 PARA ECUACIONES DE REGRESION TIPO POLINOMIAL.

($Y = A + BX + CX^2 + DX^3$). PARA 1º, 2º y 3º GRADO.

TEMA: EVAPORACION (TANQUE "A")

X (MESES)	Y (EV)	P_1^i	P_2^i	P_3^i	$Y P_1^i$	$Y P_2^i$	$Y P_3^i$
1	8.5	-2	2	-1	-17.0	17.0	-8.5
2	18.5	-1	-1	2	-18.5	-18.5	37.0
3	29.9	0	-2	0	0.0	-59.8	0.0
4	47.3	1	-1	-2	47.3	-47.3	-94.6
5	66.7	2	2	1	133.4	133.4	66.7
15	170.9	0	0	0	145.2	24.8	0.6
3	34.2						
		10	14	10			

Polinomio Ortogonal: $\hat{Y} = A_0 + A_1 P_1 + A_2 P_2 + A_3 P_3$

DONDE: $A_0 = \bar{Y}$ $A_1 = \frac{\sum Y P_1^i}{\sum (P_1^i)^2}$ $A_2 = \frac{\sum Y P_2^i}{\sum (P_2^i)^2}$ $A_3 = \frac{\sum Y P_3^i}{\sum (P_3^i)^2}$

$P_1 = X - 3$, $P_2 = X^2 - 6X + 7$, $P_3 = 0.83X^3 - 7.5X^2 + 19.67X - 14$

$\hat{Y} = 34.2 + 14.5(X-3) + 1.77(X^2-6X+7) + 0.06(0.83X^3-7.5X^2+19.67X-14)$

$Y_I = -9.3 + 14.5X$

$Y_{II} = 3.09 + 3.88X + 1.77X^2$

$Y_{III} = 2.25 + 5.06X + 1.52X^2 + 0.05X^3$

$C_I = \frac{(\sum Y P_1^i)^2}{\sum (P_1^i)^2}$ $SC_{II} = \frac{(\sum Y P_2^i)^2}{\sum (P_2^i)^2}$ $SC_{III} = \frac{(\sum Y P_3^i)^2}{\sum (P_3^i)^2}$

$C_T = \sum Y^2 - \frac{(\sum Y)^2}{n}$

T A B L A D E V A R I A N Z A .

CV	SC	GL	CM	F.	5 % F. TAB 1 %		
I	2108.3	1	2108.3	1989.0	161.4	405.2	**
II	43.9	1	43.9	41.4	161.4	405.2	NS
III	0.04	1	0.04	0.04	161.4	405.2	NS
E	1.06	1	1.06				
TOTAL	2153.3	4					

TABLA 17. EVAPORACION OBSERVADA Y CALCULADA PARA EL CICLO VEGETATIVO.

PERIODO.	EV OBSERVADA (cm)	EV ACUMULATIVA OBSERVADA (CM)	EV ACUMULATIVA CALCULADA		
			LINEAL	CUADRATICA	CUBICA
DIC.	8.5	8.5	5.2	8.7	8.7
ENE.	10.0	18.5	19.7	17.9	18.0
FEB.	11.4	29.9	34.2	30.7	30.7
MAR.	17.4	47.3	48.7	46.9	46.8
ABR.	19.4	66.7	63.2	66.7	66.8

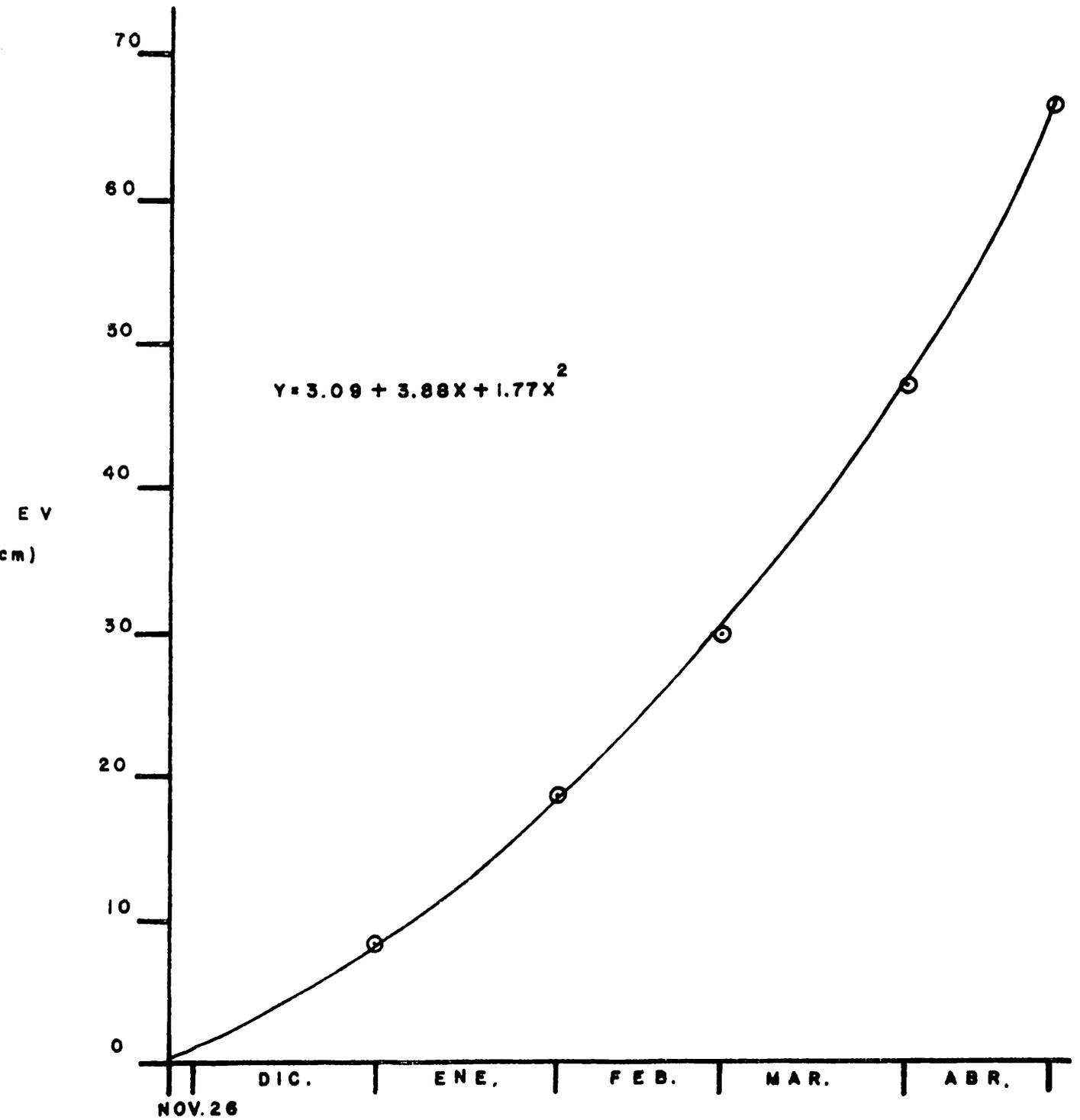


FIGURA 7. EVAPORACION ACUMULATIVA MEDIDA EN EVAPOROMETRO DE TANQUE TIPO A.

V. DISCUSION DE RESULTADOS.

El área de influencia de este campo comprende 32 de los 38 municipios de la entidad, quedando fuera de esta área los 5 municipios considerados tradicionalmente como parte de la Comarca Lagunera. Así como el municipio de Parras de la Fuente.

De acuerdo con los resultados de los análisis del suelo. Las características físicas y químicas encontradas, tanto en el laboratorio como en el campo, indican que el sitio donde se desarrolló el presente trabajo es representativo de los suelos que se encuentran en los Municipios de Zaragoza, Morelos, Allende y Villa Unión, así como la mayor parte del Municipio de Nava.

El problema principal para el trigo en esta zona, lo constituye el clima poco propicio para la forma tradicional de cultivarlo, ya que la época de cosecha coincide con la -- época de lluvias (mayo), en ocasiones lluvias acompañadas de granizo y fuertes vientos que invariablemente bajan la cosecha, siendo difícil la solución inmediata, pues si se pretende utilizar variedades más precoces que se puedan cosechar en abril (antes de las lluvias), corren el grave riesgo de helarse en la etapa de floración (febrero y marzo); si por el contrario, se lograra el establecimiento de variedades tardías -- cuya cosecha fuese en junio (después de las lluvias), se verían fuertemente atacadas por royas tanto del tallo como del follaje, quedando como única alternativa la siembra de variedades tar-- días que sean resistentes a royas.

Para la determinación de la evapotranspiración poten-- cial y la extracción relativa por capas por el método gravimé-- trico, se tomaron en cuenta los tratamientos C6, C7 y C9. La selección de tales tratamientos se basó en que durante el ciclo vegetativo del cultivo, fueron los que estuvieron en condicio-- nes óptimas de humedad, ya que el resto de los tratamientos tuvieron uno o más intervalos de riego demasiado amplios, según los calendarios estudiados.

La ET encontrada (46.7 cm) nos parece una buena primera aproximación ya que al cotejarla con el método racional o curva única de Hansen obtuvimos valores muy semejantes como podrá apreciarse más adelante.

Según la curva única de Hansen el trigo se cosecha al 93% del ciclo y como este es de cinco meses, a cada mes le corresponde un intervalo de 18.6% tomando el coeficiente mensual (Km) de la parte media de cada mes (9.3%, 27.9%, Etc.), se obtuvieron las Km y se multiplicaron por las correspondientes láminas evaporadas en el evaporómetro de tanque tipo "A", con lo que se obtienen las evapotranspiraciones mensuales que se anotan a continuación.

MESES	EV (cm)	KM	ET (cm)
DIC.	7.3	0.27	1.97
ENE.	10.0	0.73	7.30
FEB.	11.4	0.98	11.17
MAR.	17.4	0.91	15.83
ABR.	19.4	0.50	9.70
			Σ = 45.97

La extracción relativa por capas resultante fue de 48, 27 y 25% para las capas 0-30, 30-60 y 60-90 cm respectivamente.

El actual sistema de Riego Regional con tandeos fijos a cada 17 días, dificulta la adopción de un calendario de Riego para el trigo. Lo más conveniente sería la reestructuración del propio sistema, sin embargo; es factible aumentar notablemente los rendimientos mediante un uso más eficiente del agua, en general en la medida en que coincidan los riegos con las etapas de encañe, embuche y sobre todo floración.

De acuerdo con el análisis de variación, el diseño estadístico usado fué adecuado para este estudio, la diferencia de rendimiento entre variedades fué altamente significativa, al 5% no hubo diferencia entre calendarios ni en la interacción de estos con las variedades. Al 10% hay diferencia significativa entre calendarios, entre variedades pero no en la interacción calendarios variedades.

Para la variedad tardía (Zaragoza S-75), los máximos rendimientos se obtuvieron con 3 riegos de auxilio, resultando más importante la oportunidad que el número de éstos, en general se observa que el primer riego de auxilio debe aplicarse un poco antes del encañe y los rendimientos tienden a elevarse, según el grado en que coinciden los siguientes riegos con las etapas de embuche y floración.

Para la variedad precoz (Jupateco F-73), se observa un mayor rendimiento cuando el 1er. riego de auxilio coincide con el encañe, el 2o. auxilio con el embuche y el tercero entre floración y grano lechoso-masoso.

No sería conveniente la recomendación de un calendario único por las razones anotadas en los dos párrafos anteriores. Deberá tenerse un calendario para las siembras de noviembre y otro para las de diciembre.

Tratando de interpretar la tendencia observada en lo que se refiere a la oportunidad de los tres riegos de auxilio

necesarios, se encontraron dos calendarios diferentes, uno para siembras de noviembre con un total de 136 días y otro para siembras de diciembre con 119 días en total lo cual representa una reducción en el ciclo total de riegos de 17 días (12.5%).

Utilizando la fórmula encontrada para la evaporación acumulada en los dos lapsos anteriores (136 y 119 días), al calcular el modelo de tercer grado se obtiene una lámina total evaporada durante el ciclo de 47.3 cm para noviembre (sembrando el día 7), y de 47.4 cm para diciembre (sembrando un mes después), lo cual nos indica que si los calendarios encontrados en este trabajo los totalizamos en lámina evaporada en el tanque y no en días, resulta un solo calendario y no dos, ya que prácticamente es el mismo para el ciclo total, si los medimos en cm evaporados en el ciclo. De los intervalos interiores no podemos hacer inferencias debido a que los estamos forzando a las entregas fijas de 17 días, o múltiplos de 17.

En cuanto a la eficiencia de la aplicación del riego en esta zona, las láminas aplicadas en cada riego fueron iguales a las láminas que se aplican a nivel comercial y a continuación se calcula la eficiencia de aplicación promedio para esta zona, tomando para esto el calendario C4 que es el más usado por los productores.

C4 = 68 - 34 - 17 días

C4 = 15 - 14 - 15 - 12 cm aplicados.

Láminas de Riego Calculadas.

Primer Riego (Presiembra).

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)
Capas	CC (%)	%H (%)	CC-%H (%)	DA (gr/cm ³)	PR (cm)	L=(4)(5)(6) (cm)
0-30	.245	.164	.081	1.3	30	3.16
30-60	.340	.172	.068	1.3	30	2.65
60-90	.227	.166	.061	1.3	30	2.38

$$\Sigma = 8.19 \text{ cm}$$

Segundo Riego (1er. Auxilio)

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)
Capas	CC (%)	%H (%)	CC-%H (%)	DA (gr/cm ³)	PR (cm)	L=(4)(5)(6) (cm)
0-30	.245	.214	.031	1.3	30	1.21
30-60	.240	.217	.023	1.3	30	0.90
60-90	.227	.207	.020	1.3	30	0.78

$$\Sigma = 3.89 \text{ cm}$$

Tercer Riego (2o. Auxilio)

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)
Capas	CC (%)	%H (%)	CC-%H (%)	DA (gr/cm ³)	PR (cm)	L=(4)(5)(6) (cm)
0-30	.245	.159	.086	1.3	30	3.35
30-60	.240	.169	.071	1.3	30	2.77
60-90	.227	.166	.061	1.3	30	2.38

$$\Sigma = 8.50 \text{ cm}$$

Cuarto Riego (3er Auxilio)

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)
Capas	CC (%)	%H (%)	CC-%H (%)	DA (gr/cm ³)	PR (cm)	L=(4)(5)(6) (cm)
0-30	.245	.151	.094	1.3	30	3.67
30-60	.240	.181	.059	1.3	30	2.30
60-90	.227	.168	.059	1.3	30	2.30

$$\Sigma = 8.27$$

Los datos de láminas de riego calculadas del calendario C4, del primer riego, 2o. Auxilio y 3er Auxilio se usaron para calcular la eficiencia de aplicación promedio para esta zona, y se toma el promedio de las tres eficiencias encontradas. La fórmula para calcular la eficiencia de aplicación es:

$$EF = \frac{LC}{LR} \times 100$$

Donde: EF = Eficiencia de aplicación (%)

LC = Lámina calculada (cm)

LR = Lámina de riego aplicada (cm)

$$EF_1 = \frac{8.19}{15} \times 100, \quad EF_1 = 54.6\%$$

$$EF_2 = \frac{8.50}{15} \times 100, \quad EF_2 = 56.7\%$$

$$EF_3 = \frac{8.27}{12} \times 100, \quad EF_3 = 68.9\%$$

PROMEDIO DE EFICIENCIA DE APLICACION: 60%

Utilizando esta eficiencia encontrada y el valor de la evapotranspiración observada, la lámina de riego total para el trigo en esta zona será:

$$LR = \frac{ET}{EF}$$

Donde: LR = Lámina de Riego total (cm)

ET = Evapotranspiración total (cm)

EF = Eficiencia de aplicación del riego.

$$LR = \frac{46.7}{0.6} = 78 \text{ cm.}$$

De acuerdo con los resultados obtenidos de la determinación gravimétrica de la evapotranspiración tenemos la ET (cm), para cada uno de los meses del ciclo vegetativo, si -- comparamos estos valores observados contra los valores calculados por el método de la curva de Hansen, tanto si se utiliza la evaporación mensual como si se usan los valores de "f" (Blaney-Criddle), los resultados calculados son muy semejantes entre si y a los valores observados, por lo que, resulta muy conveniente usar el método de la curva Hansen con los valores de "f" que se obtienen fácilmente y en todos los municipios del estado se dispone de información sobre temperatura media mensual, no ocurre lo mismo con la información sobre -- evaporación.

Una vez obtenidos los valores mensuales de evapotranspiración mensual se calcularía la ET acumulativa y se grafica con tiempo (meses) en las abscisas y ET acumulada en las ordenadas. (Ver figura 6), para después entrar en la gráfica en las ordenadas con la lámina calculada para cada riego (según las características del suelo) y finalmente salir con la fecha de riego adecuada (en las abscisas). Sin embargo, mientras no se organice esta zona como un Distrito de Riego no podrá calcularse un calendario de riego para cada época de siembra (para Var. Tardías y Var. precoces) y lo único que puede hacerse, -- mientras subsista el sistema actual de dulas, es utilizar un calendario (en dulas) para siembras de Noviembre (Var. tardías) y otro para siembras de Diciembre (Var. precoces).

Los calendarios que se proponen fueron escogidos tomando en cuenta la variación de la fenología según las fechas de siembra, tratando de proporcionar agua en las fases críticas -- observadas en el presente trabajo.

La eficiencia de aplicación observada podrá mejorarse fácilmente bajando un poco las láminas de riego aplicadas -- (Ver conclusiones).

VI. CONCLUSIONES.

Las sugerencias técnicas para el trigo encontradas en este trabajo, podrán seguirse con toda confianza en Suelos de los Municipios de Zaragoza, Morelos, Allende y Villa Unión, - Coah.

1. Para el cultivo del trigo en esta zona es suficiente humedecer hasta 90 cm de profundidad y la extracción relativa, aproximada, para capas de 30 cm de espesor será de 48, 27 y 25% respectivamente.

2. La eficiencia de aplicación se puede aumentar mediante riegos de 25 cm, para el primero, y 15 cm para los riegos de auxilio. En esta forma la eficiencia de aplicación alcanzará un valor de 70% aproximadamente.

3. Las necesidades de consumo de agua del trigo en esta zona son del orden de 47 cm y se pueden calcular para cada municipio en particular usando las fórmulas de Blaney-Criddle complementadas con el método de la curva única de Hansen. Estos cálculos de evapotranspiración basados en la luminosidad y en la temperatura media mensual proporcionan valores muy aceptables para programaciones futuras de calendarios de Riego.

4. El valor del coeficiente global de evapotranspiración estacional (K), encontrado en el presente trabajo fué de 0.79 y representa una buena primera aproximación que puede utilizarse en los cálculos de las necesidades hídricas del trigo en todos los municipios del Norte del Estado.

5. La lámina total de riego para trigo en la zona Norte de Coahuila no debe exceder de 70 cm. de lo contrario los excedentes aplicados no mejorarán los rendimientos y solamente contribuirán a empeorar la eficiencia de aplicación del agua.

6. Al organizarse, en un futuro cercano, la zona Norte de Coahuila como un Distrito de Riego, podrá realizarse aceptablemente la programación de los riegos, utilizando el -

critero propuesto en el presente trabajo.

7. Mientras subsista el actual sistema de riego llamado de "Dulas", que consiste en entregas periódicas cada - 17 días deberán utilizarse diferentes calendarios de riego, uno para siembras de Noviembre (Variedades Tardías) y otro para siembras de Diciembre (Variedades Precoces).

8. Calendarios y láminas de riego que se sugieren para las condiciones actuales.

VARIETADES	EPOCA DE SIEMBRA	INTERVALOS DE RIEGO EN DIAS.
Tardías	Primera quincena de Noviembre.	68- 34- 34.
Precoces	Primera quincena de Diciembre.	51- 34- 34.

Número de Riego	Lámina de Riego (cm)
1. Siembra	25.0
2. 1er. Auxilio	15.0
3. 2o. Auxilio	15.0
4. 3er. Auxilio	15.0
Lámina Total	<u>70.0 cm.</u>

VII. RESUMEN.

El trigo es el cultivo más importante del Ciclo Agrícola Otoño-Invierno, en las Zonas Centro y Norte de Coahuila, donde se siembran más de 20,000 hectáreas anualmente.

Hay dos épocas de siembra importantes: durante noviembre, para variedades tardías y en diciembre para variedades de precocidad intermedia.

El principal problema del trigo es la falta de oportunidad de los riegos debido al sistema de tandeos fijos cada 17 días, lo cual proporciona el agua al cultivo en un turno correspondiente al agricultor y no cuando el cultivo lo necesita. Mientras esta situación prevalezca, resulta muy difícil mejorar la oportunidad de los riegos, ya que la frecuencia de estos obligadamente será cada 17 días o múltiplos de 17.

Tratando de mejorar en lo posible esta situación, se probaron nueve calendarios de riego en dulas en dos variedades comerciales, una precoz y otra tardía, sembradas a fines de noviembre (fecha poco favorable para ambas).

Los mejores rendimientos se obtuvieron con 3 riegos de auxilio, resultando más importante la oportunidad que el número de estos. En general los rendimientos tienden a elevarse según el grado en que coinciden los riegos con las fases de encañe, embuche y floración.

Los calendarios de riego deben variar sus intervalos de acuerdo a la variación del ciclo vegetativo provocada por la fecha de siembra, buscando la correspondencia entre riegos y las fases mencionadas. Para esto, una buena alternativa es sembrar las variedades tardías durante la primera quincena de noviembre y utilizar el calendario: 68,34,34 días. Las variedades precoces deberán sembrarse durante la primera quincena de diciembre y utilizar para los riegos el calendarios: 51,34,34 días.

Se obtuvo un uso consuntivo, de 47 cm y se estimó una lámina de riego total de 70 cm. El patrón de extracción de humedad para las capas 0-30, 30-60 y 60-90 cm de profundidad fue 48, 27 y 25% respectivamente.

VIII. APENDICE.

TABLA P PORCENTAJE DE HORAS DE SOL DEL MES CON RESPECTO AL TOTAL ANUAL.

LATITUD NORTE DESES	22°	23°	24°	25°	26°	27°	28°	29°	30°	31°	32°
enero	7.7	7.6	7.6	7.5	7.5	7.5	7.4	7.4	7.3	7.3	7.2
febrero	7.2	7.2	7.2	7.2	7.1	7.1	7.1	7.0	7.0	7.0	7.0
marzo	8.4	8.4	8.4	8.4	8.4	8.4	8.4	8.4	8.4	8.4	8.4
abril	8.6	8.6	8.6	8.6	8.6	8.7	8.7	8.7	8.7	8.7	8.7
mayo	9.2	9.3	9.3	9.4	9.4	9.4	9.4	9.5	9.5	9.6	9.6
junio	9.1	9.1	9.2	9.3	9.3	9.3	9.4	9.4	9.5	9.6	9.6
julio	9.3	9.4	9.4	9.5	9.5	9.5	9.6	9.6	9.7	9.7	9.8
agosto	9.0	9.0	9.0	9.1	9.1	9.1	9.1	9.2	9.2	9.2	9.3
sep.	8.3	8.3	8.3	8.3	8.3	8.3	8.3	8.3	8.3	8.3	8.3
octubre	8.1	8.1	8.1	8.1	8.1	8.0	8.0	8.0	8.0	7.9	7.9
noviembre	7.5	7.5	7.4	7.4	7.4	7.4	7.3	7.3	7.2	7.2	7.1
diciembre	7.6	7.5	7.5	7.4	7.3	7.3	7.3	7.2	7.2	7.1	7.1

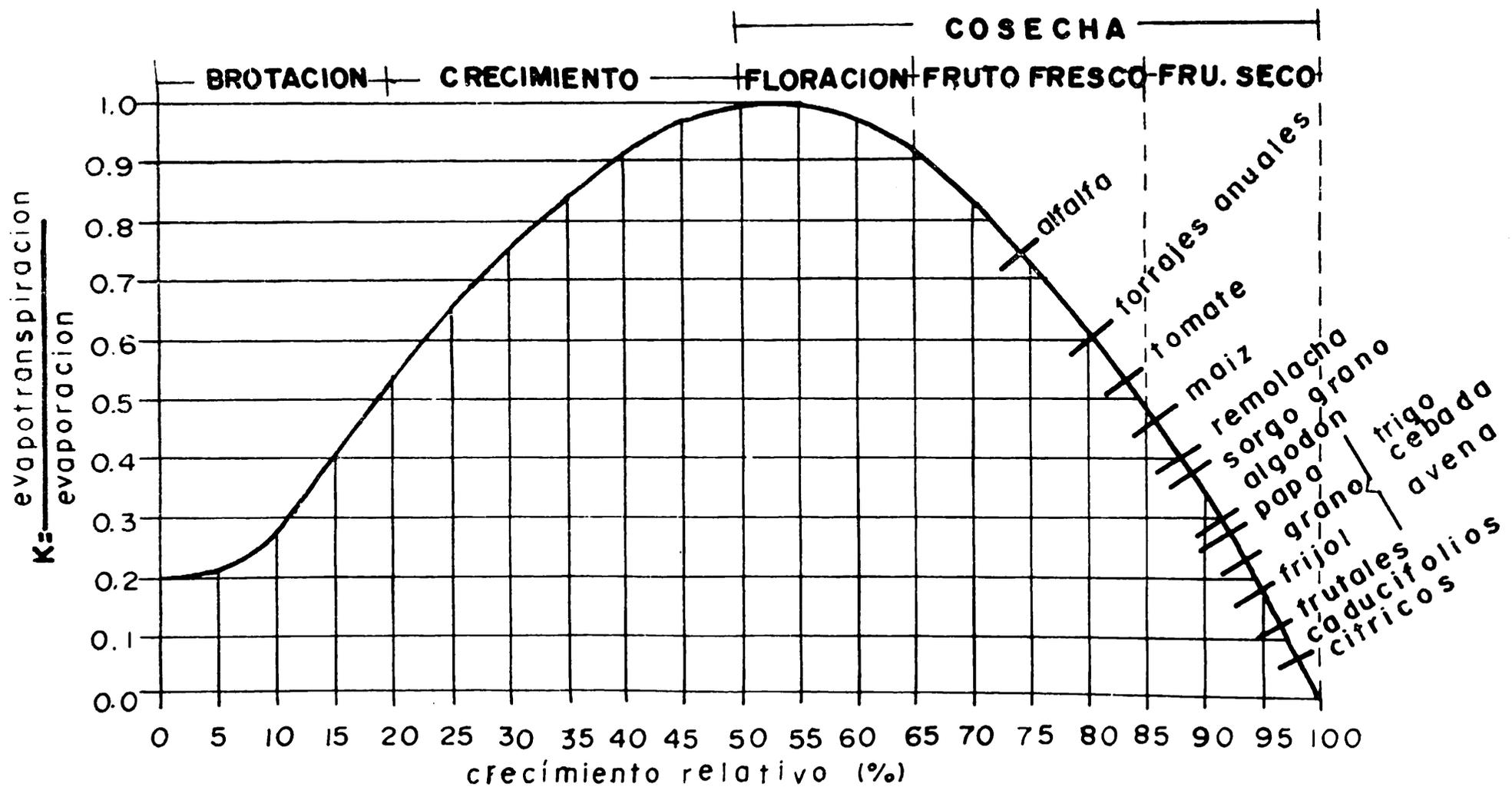


FIGURA H. CURVA UNICA DE HANSEN

IX. BIBLIOGRAFIA.

1. Aguilar Saldaña, H. 1968. Efecto de la fertilización nitrogenada combinada con diferentes calendarios de riego en el cultivo de trigo, en la Comarca Lagunera. INIA-SAG. México.
2. Briggs L.J. y H.L. Shantz. 1969. La transpiración diaria durante el período de crecimiento normal y su correlación con el clima. Traducción al español por J.L. de la Loma. Memorandum técnico #267 SRH. México.
3. Criddle, Wayne D. 1958. Methods of computing consumptive -- use of water. Am. Soc. civil eng. proc., doc 1507.
4. De los Santos Valadez, S. 1970. Metodologías para la determinación y cálculo del uso consuntivo del agua. Tesis profesional Chapingo, México.
5. Fisher R.A.F. Yates. 1954. Tabla estadística para investigadores científicos, económicos, demográficos y especialmente Biológicos, agrónomos y médicos. Aguilar, S.A. de ediciones Madrid.
6. Grassi C.J. 1966. Variación de la evapotranspiración relativa durante el ciclo vegetativo de los cultivos. Jornadas Venezolanas de riego. Caracas.
7. Hargreaves G.H. 1968. Determinación del uso consuntivo a -- partir de datos de evaporación en tanque. Traducción al -- español por J.L. de la Loma. Memorandum técnico #261 SRH. México.
8. Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas. 1971. Informe de investigación agrícola. ciclo 1969 - 1970. Comarca Lagunera. SAG. México.
9. Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas. 1972. Informe de Investigación Agrícola ciclo 1970 - 1971. Comarca Lagunera. SAG. México.
10. Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas. 1975. Informe de Investigación del programa de cultivos generales. del campo experimental de Zaragoza, Coah (inedito). SAG. México.

11. Israelsen O.W. y V.E. Hansen 1965. *Principios y aplicaciones del riego traducción al español por A. García* -- Editorial Reverte S.A. Madrid.
12. L. de Fina A. 1945. *Los elementos climáticos y los cultivos*. Editorial Sudamericana. Buenos Aires.
13. Maldonado Ortiz A. 1969. *Reporte final de los experimentos sobre riego de trigo en la Comarca Lagunera, realizados en el ciclo de Invierno 1968 - 1969*. (Inedito), SRH. México.
14. Servicio de Conservación de Suelos de EE. UU. 1966. *Manual Nacional de Ingeniería*. Superintendencia de documentos, Washington D.C.
15. Torres Ruiz E. 1971. *Reporte del experimento # 17 - 19 -- Estudio sobre Intervalos de riego en evaporaciones en cultivo de trigo*. Distrito de riego # 17 (Inedito), SRH. -- México.
16. Torres Ruiz E. 1980. *Manual de Conservación de Suelos -- Agrícolas*. Universidad Autónoma Agraria "Antonio Narro, Saltillo, Coahuila, México.