

UNIVERSIDAD DE GUADALAJARA

FACULTAD DE AGRONOMIA



**"METODOLOGIA PARA LA OBTENCION DE UN RENDIMIENTO
FACTIBLE, POR MEDIO DE ANALISIS CLIMATOLOGICO,
CON APLICACION PRACTICA EN EL PROYECTO
SAN FERNANDO, TAMP."**

TESIS PROFESIONAL

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE :

Ingeniero Agrónomo

P R E S E N T A N :

ERNESTO ROBLES SANTOYO

J. REFUGIO LOPEZ HERRERA



**COMISION NACIONAL
DEL AGUA**

**LA PRESENTE TESIS
SE IMPRIMIO CON EL APOYO
DE LA COMISION NACIONAL DEL AGUA**



UNIVERSIDAD DE GUADALAJARA
FACULTAD DE AGRONOMIA

SECCION ESCOLARIDAD

EXPEDIENTE _____

NUMERO 0434/92

15 de Junio de 1992.

C. PROFESORES:

ING. RAMON CEJA RAMIREZ, DIRECTOR
ING. ERNESTO A. MIRAMONTES LAU, ASESOR
ING. PEDRO TOPETE ANGEL, ASESOR

Con toda atención me permito hacer de su conocimiento, que habiendo sido aprobado el Tema de Tesis:

" METODOLOGIA PARA LA OBTENCION DE UN RENDIMIENTO FACTIBLE, ---
POR MEDIO DE ANALISIS CLIMATOLOGICO, CON APLICACION PRACTICA
EN EL PROYECTO SAN FERNANDO, TAMP."

presentado por los PASANTE (ES) ERNESTO ROBLES SANTOYO Y I. REFUGIO
LOPEZ HERRERA,

han sido ustedes designados Director y Asesores, respectivamente, para -
el desarrollo de la misma.

Ruego a ustedes se sirvan hacer del conocimiento de esta Dirección su --
Dictamen de la revisión de la mencionada Tesis. Entren tanto,, me es
grato reiterarles las seguridades de mi atenta y distinguida consideración.

ATENTAMENTE
" PIENSA Y TRABAJA "
" AÑO DEL BICENTENARIO "
EL SECRETARIO

14/92

ING. M.C. SALVADOR MENA HUNGUA



UNIVERSIDAD DE GUADALAJARA
FACULTAD DE AGRONOMIA

Sección ESCOLARIDAD.....

Expediente

Número 0434/92

15 de Junio de 1992.

ING. JOSE ANTONIO SANDOVAL MADRIGAL
DIRECTOR DE LA FACULTAD DE AGRONOMIA
DE LA UNIVERSIDAD DE GUADALAJARA
PRESENTE

Habiendo sido revisada la Tesis del (los) Pasante (es)

ERNESTO ROBLES SANTOYO Y J. REFUGIO LOPEZ HERRERA

titulada:

" METODOLOGIA PARA LA OBTENCION DE UN RENDIMIENTO FACTIBLE, ---
POR MEDIO DE ANALISIS CLIMATOLOGICO, CON APLICACION PRACTICA
EN EL PROYECTO SAN FERNANDO, TAMP."

Damos nuestra Aprobación para la Impresión de la misma.

DIRECTOR

ING. RAMON CEJA RAMIREZ

ASESOR

~~ING. ERNESTO A. MIRAMONTES LAU~~

ASESOR

ING. PEDRO TOPETE ANGEL

srd'

Al contestar este oficio cítese fecha y número

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

AL Ing. RAMON CEJA RAMIREZ. Por otorgarnos la asesoría necesaria en la dirección de esta tesis.

AL Ing. PEDRO TOPETE ANGEL. Por la asesoría y la sugerencias que nos otorgó para finalizar esta tesis.

AL Ing. ERNESTO A. MIRAMONTES LAU. Por su asesoría en los lineamientos a seguir para dar conclusión a esta tesis.

D E D I C A T O R I A

A NUESTROS PADRES. Por sacrificar algo de su existencia para darnos una educación profesional.

A NUESTRAS ESPOSAS. Con amor y cariño por ser el apoyo de nuestra existencia.

A NUESTROS HIJOS. Por ser la prolongación de nuestra existencia y la semilla del futuro.

C O N T E N I D O.

	Pag.
<i>Indice de cuadros</i>	i
<i>Indice de gráficas</i>	ii
<i>Indice de láminas</i>	iii
I.- <i>Introducción</i>	2
II.- <i>Antecedentes</i>	4
III.- <i>Objetivo, Hipótesis, Supuesto</i>	5
IV.- <i>Materiales y Métodos</i>	6
4.1.- <i>Materiales</i>	6
4.2.- <i>Metodología</i>	7
4.3.- <i>Aplicación del Método</i>	10
4.3.1.- <i>Localización y situación geográfica</i>	10
4.3.2.- <i>Estaciones Climatológicas</i>	12
4.3.3.- <i>factores climatológicos</i>	16
- <i>Temperatura</i>	16
- <i>Evaporación</i>	16
- <i>Granizadas</i>	20
- <i>Nevadas</i>	20
- <i>Precipitación</i>	20
4.3.4.- <i>Clasificación del clima</i>	20
4.3.5.- <i>Suelos</i>	46
4.3.6.- <i>Cambio de cultivo y labores culturales</i>	53
4.3.7.- <i>Características del cultivo del sorgo</i>	55
4.3.8.- <i>Predicción del rendimiento en relación a la humedad acumulada, evapotranspiración precipitación y ciclo vegetativo del sorgo</i>	56
4.3.8.1.- <i>Humedad disponible</i>	56
4.3.8.2.- <i>Evapotranspiración del cultivo</i>	57
4.3.8.3.- <i>Rendimiento histórico</i>	72
4.3.8.4.- <i>Humedad acumulada</i>	76
4.3.8.5.- <i>Deficiencia de humedad</i>	76
V.- <i>Resultados</i>	86
VI.- <i>Discusión de resultados</i>	91
VII.- <i>Recomendaciones</i>	92
VIII.- <i>Conclusiones</i>	98
<i>Bibliografía</i>	101

CUADROS.

Nº	Pag.
1.- <i>Análisis de la precipitación media de la zona polígonos de Thissen.</i>	14
2.- <i>Datos de estaciones climatológicas.</i>	21
3A.- <i>Ajuste distribución gamma de precipitación</i>	22
3B.- <i>Ajuste distribución gamma de precipitación</i>	24
3C.- <i>Ajuste distribución gamma de precipitación</i>	26
3D.- <i>Ajuste distribución gamma de precipitación</i>	28
3E.- <i>Ajuste distribución gamma de precipitación</i>	30
3F.- <i>Ajuste distribución gamma de precipitación</i>	32
4A.- <i>Ajuste distribución normal de precipitación</i>	34
4B.- <i>Ajuste distribución normal de precipitación</i>	36
4C.- <i>Ajuste distribución normal de precipitación</i>	38
4D.- <i>Ajuste distribución normal de precipitación</i>	40
4E.- <i>Ajuste distribución normal de precipitación</i>	42
4F.- <i>Ajuste distribución normal de precipitación</i>	44
5.- <i>Cálculo del clima estación San Fernando.</i>	47
6.- <i>Cálculo del clima estación La Piedad.</i>	49
7.- <i>Cálculo del clima estación Méndez.</i>	51
8.- <i>Uso consuntivo del sorgo.</i>	58
9.- <i>Rendimiento medio anual periodo 1956-1980.</i>	74
10.- <i>Relación precipitación- rendimientos- siniestros.</i>	75
11.- <i>Pérdidas de precipitación.</i>	77
11A-11H.- <i>balance de humedad para el cultivo del sorgo.</i>	78-85
12.- <i>Producción de algodón en hueso y rendimientos unitarios a nivel regional.</i>	97

GRAFICAS.

NO	Pag.
1A.- Estación La Piedad.	17
1B.- Estación San Fernando.	18
1C.- Estación Méndez.	19
1A.- Isoprobabilidad de ocurrencia de lluvia ajuste gamma.	23
1B.- Isoprobabilidad de ocurrencia de lluvia ajuste gamma.	25
1C.- Isoprobabilidad de ocurrencia de lluvia ajuste gamma.	27
1D.- Isoprobabilidad de ocurrencia de lluvia ajuste gamma.	29
1E.- Isoprobabilidad de ocurrencia de lluvia ajuste gamma.	31
1F.- Isoprobabilidad de ocurrencia de lluvia ajuste gamma.	33
2A.- Isoprobabilidad de ocurrencia de lluvia ajuste normal.	35
2B.- Isoprobabilidad de ocurrencia de lluvia ajuste normal.	37
2C.- Isoprobabilidad de ocurrencia de lluvia ajuste normal.	39
2D.- Isoprobabilidad de ocurrencia de lluvia ajuste normal.	41
2E.- Isoprobabilidad de ocurrencia de lluvia ajuste normal.	43
2F.- Isoprobabilidad de ocurrencia de lluvia ajuste normal.	45
3.- Climograma estación San Fernando.	48
4.- Climograma estación La Piedad.	50
5.- Climograma estación Méndez.	52
6A - 6F.- Deficiencia de humedad en sorgo distribución normal.	59-64
7A - 7F.- Deficiencia de humedad en sorgo distribución gamma.	65-70
8.- Comparación de requerimientos de agua en sorgo y maíz.	89

LAMINAS.

<i>Nº</i>	<i>Pag.</i>
<i>1.- Localización de la zona de estudio.</i>	<i>11</i>
<i>2.- Localización de estaciones climatológicas</i>	<i>13</i>
<i>3.- Distribución espacial de la lluvia anual</i>	<i>15</i>
<i>4.- Delineamiento de unidades de suelos</i>	<i>54</i>
<i>5.- Circulación de vientos ciclo diurno y nocturno en los periodos de verano e invierno.</i>	<i>73</i>

I. - INTRODUCCION

En el manejo de una agricultura de riego los principales factores que tienen una influencia directa en el proceso productivo es el agua, suelo, labores culturales, elementos meteorológicos etc., quedando el agua y el suelo como elementos principales, el resto, como secundarios o modificables; los elementos del clima en una agricultura de riego no constituyen un factor de gran importancia, ya que con medidas preventivas se puede atenuar el efecto que causan al cultivo, los elementos meteorológicos que pueden influir en el proceso productivo son: precipitación, heladas, granizadas, etc.

En una agricultura de temporal y humedad residual, los factores meteorológicos, edáficos, fenológicos etc., tienen gran importancia considerando que la interacción que existe entre ellos influye en gran medida en el rendimiento o producción de un cultivo.

El presente trabajo está enfocado a realizar un análisis de fondo de esta interrelación en razón de que al realizar el estudio de San Fernando Tamaulipas en 1978 - 1979, no se tenía una metodología a seguir para correlacionar los anteriores factores con un rendimiento de producción factible y avalado en los procesos naturales del cultivo.

En ese tiempo el análisis meteorológico se concretaba a la aplicación de las metodologías existentes, que se limitaban a estudiar la distribución de la lluvia a una función matemática para tener una probabilidad de ocurrencia del fenómeno, cálculo del clima de una región, zonificación de estaciones considerando su área de influencia, comportamiento de la precipitación considerando los accidentes topográficos, cálculo de las necesidades de agua de los cultivos para fines de irrigación, cálculo de la lluvia efectiva etc., del factor suelo se tenían datos de constantes de humedad del estudio agrológico de esta región y así mismo información bibliográfica dispersa sobre el comportamiento de los procesos fisiológicos alterados por los fenómenos meteorológicos en determinadas etapas fenológicas del cultivo de estudio de esta zona.

Teniendo lo anterior como marco de referencia, se establecía la información en forma desintegrada, que no aportaba resultados específicos para la finalidad que pretendía el estudio. La zona de estudio requería de una red de drenaje que diera salida a la lluvia acumulada en el temporal, para iniciar las labores agrícolas de siembra en forma temprana y eficiente para dar inicio al ciclo del cultivo.

Este proyecto requería una fuente externa de financiamiento que era el Banco Mundial, pero éste exigía que el proyecto avalará la inversión con un rendimiento factible y probable que diera posibilidades de desarrollo futuro a esta zona, dado que la superficie que se estaba considerando a la producción estaba cuantificada entre 500,000 y 750,000 ha.

Esto dio como inicio al análisis de los fenómenos meteorológicos que supuestamente tienen mayor influencia en el rendimiento, se cuantificaron los requerimientos de agua por el cultivo y se determinó la capacidad de retención de humedad, cómo las pérdidas que sufre éste por el funcionamiento dinámico en el ciclo de ganancia y pérdida.

Con lo anterior se realizaron una serie de funcionamientos del balance hídrico del suelo - planta - agua en el período histórico y dos más, con una precipitación a la distribución normal y el otro con la distribución gamma incompleta, para obtener las deficiencias históricas y dos deficiencias probables a las anteriores funciones, que relacionándolas con el rendimiento histórico medio de producción obtendríamos un rendimiento probable para las dos deficiencias que se obtuvieron con el balance hídrico con estas dos funciones.

Para obtener el rendimiento probable a las funciones se procesaron los resultados de deficiencias contra rendimiento con una función matemática de regresión polinómica del décimo orden, con la que se generó una ecuación de manejo para obtener el rendimiento probable a la zona estudiada.

Esto generó el desarrollo de una metodología simple de aplicación a estudios Agrometeorológicos o agroclimatológicos, la secuencia que sigue esta metodología se puede considerar como pionera en los años en que se dio término al estudio. En los años 1980 - 1981 la F.A.O. publicó un boletín de información llamado Pronóstico de Cosecha, en dónde se expone un procedimiento similar al propuesto en este análisis como metodología, la F.A.O. para los resultados de su método propone que se analicen con una regresión polinómica del quinto orden, esto otorga una mayor grado de confiabilidad a la metodología aquí propuesta.

II.- ANTECEDENTES

Al establecer que la mayor parte de la superficie agrícola de la República Mexicana es manejada por cultivos básicos (Maíz y Frijol) y forrajeros (Sorgo y Garbanzo), cultivados en el ciclo otoño-invierno considerados como de temporal y los de invierno-primavera de humedad residual, esto crea la necesidad de realizar estudios integrales que muestren el proceso dinámico de la relación agua-planta-suelo como punto prioritario de la planeación agrícola.

Los términos de manejo de temporal y humedad residual establecen el aprovechamiento de un factor aleatorio en distribución de ocurrencia como de volumen, esto origina que el rendimiento de producción de los cultivos explotados en estos términos sea directamente proporcional a este factor llamado precipitación o lluvia.

Lo anterior marca como lineamiento general el estudio a fondo de los fenómenos meteorológicos en las etapas fenológicas de los cultivos, ya que esta relación nos otorga un conocimiento general de los resultados en el proceso de producción agrícola de una zona de estudio.

El conocimiento del comportamiento del proceso productivo de los cultivos bajo las anteriores condiciones generan una serie de estudios de relación clima - planta - suelo como:

Estudio de la distribución de las estaciones climatológicas y su área de influencia o método de THISSEN.

Comportamiento de la distribución en la incidencia de los fenómenos meteorológicos (lluvia, heladas, granizadas, neblinas, rocíos, temperaturas, etc.).

Consumo hídrico de los cultivos en sus diferentes etapas fenológicas o llamado también cálculo de usos consuntivos (varios métodos a considerar).

Clasificación del clima método de THORNTONWAITE.

Conocimiento de las constantes de humedad de los suelos y la clasificación de los mismos.

Comportamiento histórico de la producción agrícola de la zona.

Esta serie de estudios analizados en forma conjunta dan origen a un estudio integral y representativo de la relación agua - planta - suelo y la obtención del rendimiento bajo estas condiciones, estos estudios son llamados generalmente estudios Agroclimatológicos, Agrometeorológicos o Agroecológicos, la finalidad de éstos es la definición de un rendimiento de un cultivo a determinada zona, la adaptación de un cultivo a una nueva zona de explotación o la problemática que presenta un cultivo a los fenómenos meteorológicos que inciden en una zona.

III.- OBJETIVO.

El objetivo principal de este documento es el de realizar una ordenación y un análisis de los elementos meteorológicos, edáficos y fenológicos, para constituirlos como una secuencia metodológica, para establecer un estudio integral llamado agroclimatológico, meteorológico o agroecológico.

La finalidad del estudio agroclimatológico efectuado en una región es, establecer las relaciones clima, cultivo, suelo para inferir criterios que sirvan de base en el manejo de los índices de humedad residual aunados a la precipitación para el íntegro desarrollo de los cultivos y concebir una idea clara de la secuencia que sigue el comportamiento del producto agrícola con la variación de los factores meteorológicos que se presentan en una determinada zona.

HIPOTESIS.

Con la información agroclimatológica disponible en las estaciones del área de influencia del proyecto y los antecedentes cronológicos del rendimiento agrícola, es posible determinar el rendimiento esperado en los cultivos bajo estudio.

SUPUESTO.

Los datos meteorológicos, edáficos y fenológicos existentes son suficientes para el propósito de este trabajo.

IV. - MATERIALES Y METODOS.

4.1. - MATERIALES.

- Método ----- Para el cálculo de la distribución de la -----
precipitación a una función estadística normal-
o gamma incompleta.
- Método ----- De clasificación del clima (método Thornthwaite)
- Método ----- De zonificación de estaciones considerando su --
área de influencia (método de Thissen).
- Método ----- De comportamiento de la precipitación -----
considerando su área de influencia (método de --
Thissen.)
- Método ----- De cálculo de las necesidades de agua de los ----
cultivos para fines de irrigación (métodos de --
Blaney - Criddle, Radiación, Evaporímetro, -
Thornthwaite - Penman, etc.)
- Método ----- De cálculo de la lluvia efectiva.
(métodos Blaney - Criddle, Zieroi Reyes, etc.)

Valle de San Fernando Tamaulipas 500,000 ha.

Modelo de regresión polinómica (Unidad de organización métodos
y programación S.A.R.H.)

Datos termoevaporluviométricos (Dirección de Hidrometría
S.A.R.H.)

Cartas Edafológicas DETENAL.

Artículos y equipo de dibujo.

Datos de rendimiento del cultivo sorgo (período 1956 -1980
San Fernando Tamaulipas S.A.R.H.)

Artículos para oficina

Transporte aéreo y terrestre

Computadora para proceso de datos

4.2.- METODOLOGIA

La secuencia que se utiliza, para desarrollar el estudio Agrometeorológico del proyecto de la zona San Fernando, Tamps., se caracteriza por una improvisación de los elementos de análisis: clima, suelo y planta, para establecer la interrelación de los mismos en una secuencia de tiempo y espacio, hasta llegar a estimar y determinar el rendimiento medio probable así como la potencialidad a futuro del mismo, en la productividad comercial del cultivo sorgo.

La problemática que se planteaba en este proyecto es en cuanto a la explotación del cultivo, ya que éste se establece en el ciclo otoño-invierno, estableciendo así el aprovechamiento en forma total de la humedad residual del suelo y las escasas lluvias que se presentan en este periodo, es por esto que hablamos de una improvisación en el análisis, ajustando los elementos a las condiciones que plantea la problemática.

Secuencia metodológica.- La metodología empleada para la maduración de el siguiente trabajo, se desarrolló en las etapas que a continuación se describen.

a.- Establecer por medio de una investigación, las estaciones climatológicas que están inscritas en el área de estudio.

b.- Teniendo las estaciones localizadas, se procede al análisis, extrayendo los registros cronológicos de los factores del clima, temperatura media, mínima y máxima, precipitación, evaporación, etc., en forma mensual o diaria dependiendo del nivel con el cual se realiza el estudio. Así mismo, se toma en cuenta la importancia que tienen estos elementos complementarios de registro de las estaciones como: humedad relativa, vientos, granizadas, heladas, etc., si éstos presentan influencia en la restricción o beneficio con el objeto de estudio, y si la estación presenta registro del mismo. Complementariamente a la información anterior, se efectúa una investigación de los trabajos realizados en la zona de estudio y que presenten relación directa ó indirecta con el objeto de análisis (Estudio agrológico, clasificación del clima, investigación agrícola, observaciones de campo de los productores, etc.).

c.- Con el área total de la zona de estudio y la localización de las estaciones, se procede a efectuar un análisis por los métodos de isoyetas o el de Thissen, para representar numéricamente el área de influencia que tiene cada estación respecto a la total, y así mismo determinar la lámina media de la zona de estudio.

d.- Con los factores o fenómenos climatológicos se procederá a realizar el análisis de los mismos, interrelacionando estos con los elementos de apoyo (suelo, cultivo, aspectos socioculturales, etc.), para determinar su importancia estableciendo así la forma de análisis y el nivel de estudio con el cual se deba de manejar el factor o factores limitantes al objeto de estudio; en este caso de este proyecto el factor limitante es la precipitación y

la temperatura, es por esto que el análisis de la precipitación se realizó con los registros diarios del fenómeno concentrándolos en periodos decenales, en la cronología de la estación; para otorgar una precisión sobre el fenómeno, se analizaron los datos históricos concentrados ajustándolos a una distribución normal y a una gamma incompleta, sin efectuar sobre estas distribuciones una prueba de bondad de ajuste para obtener la confiabilidad del mejor ajuste a los datos históricos, en este proyecto no se llegó a realizar la prueba de bondad, ya que se carecía de un proceso electrónico para obviar tiempo.

e.- Uno de los puntos de apoyo en este estudio lo constituye el elemento suelo como factor dinámico, entre la capacidad de retención de humedad y el consumo del cultivo quedando esta capacidad como función directa de las características físicas que presenten los suelos, por lo que es necesario contar con un estudio agrológico ó la determinación de las unidades taxonómicas y en último caso las texturas que presentan los diferentes suelos en el área de estudio.

f.- Se determinará por el método de Thornthwaite, la clasificación del clima de cada estación, para verificar si existe cambio en alguna estación, dependiendo esto de la magnitud de la zona que se analice, al mismo tiempo la metodología de esta clasificación constituye un pequeño balance hídrico que relaciona agua, suelo y planta, tomando el elemento planta en su potencial de consumo hídrico, constituyendo esto una herramienta útil para inferir el comportamiento de la humedad en el ciclo agrícola analizado.

g.- Se realizará un análisis de la literatura disponible y relacionada con la respuesta que tiene el cultivo a las condiciones ecológicas en límites extremos, para tener estas presentes y realizar deducciones con las condiciones que establece la zona de estudio.

h.- Para establecer la relación del clima con la agricultura se tiene que analizar los antecedentes de: fechas de siembra, manejo del suelo (número de labores que se le otorgan al cultivo), así como las condiciones propias del suelo y del cultivo, para interrelacionarlos con los elementos climatológicos y poder establecer las conclusiones lógicas de manejo.

i.- Con la metodología del cálculo de usos consuntivos por método indirecto disponible, se procederá a calcular la necesidad de agua para el cultivo; si existe disponibilidad sobre diferentes metodologías, se tomará la que presente más relación con las condiciones del área de estudio, para obtener datos más precisos sobre esta pérdida de humedad.

j.- Para obtener una predicción del rendimiento probable, en relación a las condiciones que plantea el manejo del cultivo en este caso, la humedad acumulada en relación con el consumo del agua que el cultivo necesita para su desarrollo, en el lapso de tiempo o ciclo vegetativo; establece en este caso un

funcionamiento primario que antecede al ciclo del cultivo, en el que se cuantifican las entradas de humedad al suelo como aportación de la lluvia, a la capacidad que tiene el suelo de retener un volumen de agua, poniendo esto en marcha un funcionamiento dinámico de pérdida de este volumen almacenado, por la acción de la temperatura como evaporación del agua en el suelo.

Teniendo la cuantificación del funcionamiento primario, hasta el inicio del ciclo del cultivo, se establece un segundo funcionamiento, implicando otra variable pérdida de humedad almacenada, como la necesaria para cubrir las funciones fisiológicas del cultivo o evapotranspiración, cuantificada ésta por métodos indirectos.

Con el funcionamiento de este sistema, en el cual, se cuantifica entradas o aportes de humedad contra pérdidas de la misma, se puede obtener un exceso o una deficiencia de humedad, que modifican el proceso productivo del cultivo; en el caso del ejemplo que se manejó, se cuantificaron las deficiencias que presentaban una serie de funcionamientos, teniendo un lapso de estudio (1956-1979) que presentaba un periodo de 23 años, obteniéndose así mismo un número de deficiencias; con el mismo funcionamiento pero con valores obtenidos de lluvia probable distribución gamma incompleta se obtiene una deficiencia probable, que necesariamente correspondía a un rendimiento probable a obtener.

k.- Teniendo la información anterior de rendimientos y de deficiencias históricas de la zona, así como la deficiencia probable calculada, se procedió a buscar un modelo matemático para ajustar la distribución de los datos de la relación rendimiento contra deficiencias; en el ejemplo que se manejó, primero se trabajó con un universo pequeño considerando 10 años, estos datos se ajustaban a una función exponencial, pero al manejar el universo completo de 23 años, la dispersión de los mismos, no se ajustaba a la exponencial considerando así mismo una logarítmica, sin otorgar estos datos confiabilidad, ya que estas funciones efectúan un ajuste en forma lineal, dejando fuera de este datos dispersos; es por esto que se trabajó con un ajuste a la función polinómica de mínimos cuadrados del décimo orden, esto trajo como consecuencia que se elaborara un programa electrónico denominado REPOL, el cual efectúa un ajuste a dicha función en 10 órdenes, con un análisis estadístico de desviación estándar por cada orden para obtener el mejor ajuste, dando como resultado una ecuación de manejo, que substituyendo datos, en la misma obtenemos la incógnita de rendimiento probable.

l.- Como último proceso de esta metodología y aplicando esto en el ejemplo, se cuantificó el rendimiento real potencial del cultivo, obtenido en una serie de años, con los que se obtuvo un promedio para afectar el resto del total y tener con esto un rendimiento potencial por cada año, para efectuar el mismo funcionamiento anterior con la deficiencia probable y obtener así un rendimiento potencial de manejo a futuro.

4.3.- APLICACION DEL METODO.

4.3.1.- LOCALIZACION Y SITUACION GEOGRAFICA.

La zona de estudio se localiza al noroeste de la República Mexicana en la parte norte del Estado de Tamaulipas, sus límites son: al norte los distritos de riego Bajo Río San Juan y Bajo Río Bravo, al sur el Río San Fernando, al oriente el Golfo de México y al poniente el Estado de Nuevo León.

Geográficamente se localiza entre las latitudes $24^{\circ} 45'$ y $26^{\circ} 00'$ N. y las longitudes $97^{\circ} 00'$ y $98^{\circ} 30'$ WG. (lamina N9 1).

Extensión y localización política.

La extensión de la región estudiada, es de 540,318 ha., distribuidas en los municipios de Matamoros, San Fernando, Valle Hermoso, Río Bravo, Reynosa y Méndez. Las superficies de cada municipio se distribuyen en comunidades ejidales, pequeños propietarios y colonos.

Vías de comunicación.

El área se encuentra comunicada principalmente por la carretera federal N9 97, Reynosa Cd. Victoria, en un tramo de 147 kilómetros, desde el entronque de la carretera N9 97.

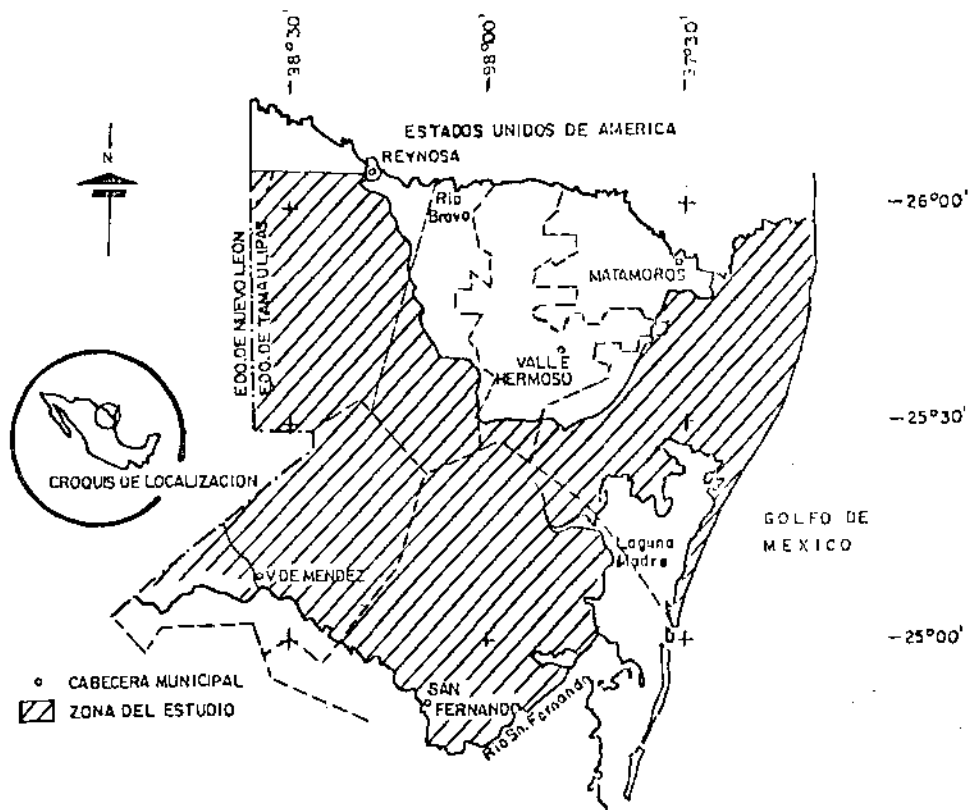
Existen además, una gran cantidad de caminos y brechas que dan acceso a las principales poblaciones y rancherías de la zona como son: González Villarreál, Cándido Aguilar, los centros de población Plan de Alazán, Miguel Hidalgo, Los Vergeles, Ejido 5 de Mayo y Francisco I. Madero, El Quijano, Laguna Seca, Ejido 10 de Noviembre, entre otros.

Los caminos revestidos, que aunque en mal estado, son transitables todo el año, no así, las brechas que en época de lluvias dificultan más el tránsito por las mismas.

Por la zona del proyecto no atraviesa ninguna vía de ferrocarril; este tipo de comunicación se tiene en las ciudades de Reynosa y Matamoros, los cuales se conectan vía Monterrey con la red ferroviaria nacional.

Dentro de la zona de estudio, en el rancho El Canelo y el ejido Plan de Alazán ó Rancho San Lorenzo existen dos pistas de aterrizaje para avionetas, de aproximadamente 500 M. de longitud.

Por lo demás, sólo se tiene comunicación aérea en el área de influencia del proyecto a través de los aeropuertos de mediano alcance, localizados en las ciudades de Reynosa y Matamoros que tienen comunicación diaria con la ciudad de México.



LAMINA 1 LOCALIZACION DE LA ZONA DE ESTUDIO

4.3.2.- ESTACIONES CLIMATOLÓGICAS Y SU ÁREA DE INFLUENCIA.

El proyecto San Fernando, se encuentra cubierto en toda su extensión geográfica por ocho estaciones climatológicas, tres de éstas con datos completos, tres con datos diarios de precipitación y temperatura media, dos sin datos. En el siguiente cuadro se describen las estaciones con su área de influencia.

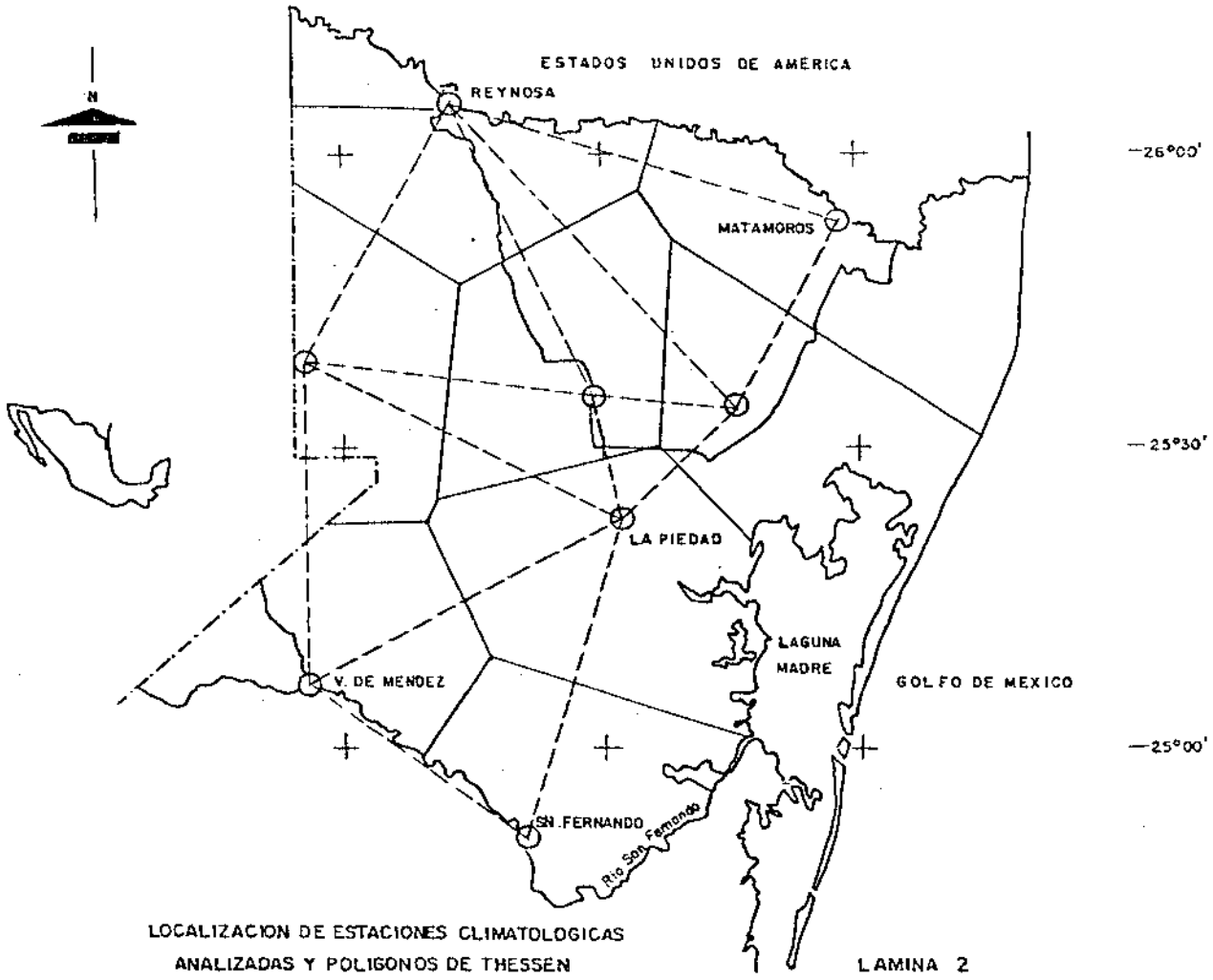
Estación	Área de Influencia (Km ²)	D A T O S	Años de Registro
San Fernando	1,552.00	Completos	1955-1976
La Piedad	2,315.00	"	1953-1976
Méndez	1,521.00	"	1953-1976
Reynosa	927.00	Tem. Prec.	1940-1970
B.R.B. 211	1,307.00	" "	1953-1976
S.J. 363	1,473.00	" "	1953-1976
B.R.B. 416	834.00	sin datos	
Matamoros	1,219.00	sin datos	

En la lámina Nº (2) se detalla objetivamente el trazo del polígono de Thissen. El cálculo del mismo método se detalla en el cuadro Nº (1). Con la cobertura de cada estación en Km². y la lámina precipitada media mensual, factores que intervienen para obtener la lámina media precipitada en la zona de estudio por el método de Thissen.

Efectuando una comparación entre la precipitación media de la zona (método de Thissen) y las isoyetas (lámina Nº 3) que dominan el área, observamos que no existe variación, ya que las isoyetas presentan valores de 450 y 600 m. y los del método se presentan de 399 a 655 mm.

Este método permite efectuar una distribución de la precipitación total de la zona, considerando una relación con el área total de la superficie estudiada, proporcionando una distribución mensual de la precipitación, considerando la totalidad del estudio. Con esto podemos concluir que para fines de cálculo, en general el método de Thissen se puede considerar como bueno.

Precipitación media en la zona (mm.)							
Enero	23.76	Abril	36.14	Julio	44.70	Octubre	60.55
Febrero	23.94	Mayo	58.32	Agosto	63.87	Noviembre	23.44
Marzo	16.88	Junio	80.89	Septie	111.02	Diciembre	21.42
				Total	564.94		



ANÁLISIS DE LA PRECIPITACION MEDIA DE LA ZONA METEORO POLIGONO DE THISSEN

CUADRO Nº 1

PROYECTO SAN FERNANDO TANALIZPAS

ALTURA DE LA PRECIPITACION TOTAL MENSUAL PPT (m.m.) (hpi)

ESTACION (n)	ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOSTO	SEPTIEMBRE	OCTUBRE	NOVIEMBRE	DIEMBRE
1 SAN FERNANDO	20.46	22.00	20.29	33.56	66.94	102.24	63.95	69.06	147.31	65.62	19.01	17.97
2 LA PIEDRA	20.02	29.17	10.54	45.10	72.97	100.00	45.49	65.12	119.01	75.57	29.02	21.05
3 RENDEZ	19.32	10.63	23.30	40.74	63.00	79.75	27.64	86.53	110.32	63.11	19.01	17.97
4 REYNOSA	10.00	20.37	10.89	26.31	42.60	42.00	20.00	39.17	70.90	44.27	23.12	24.07
5 D.R.D.2.11	30.70	31.72	14.25	36.70	36.70	70.40	62.50	60.00	110.70	60.50	27.00	25.00
6 S.J.3.83	22.55	10.85	10.13	25.26	46.06	55.66	40.55	44.04	71.02	45.44	17.27	21.36

PRECIPITACION MEDIA (THISSEN)

AREA DEL POLIGONO DE THISSEN (A) (Km²)

$$hpm = \frac{\sum_{i=1}^n E hpi \cdot Ai}{A}$$

A = AREA DE LA ZONA (Km²)

Ai = AREA TRIBUTARIA DE LA ESTACION (Km²)

$$hpi \cdot Ai = 20.46 \times 1552 = 31753.92$$

hpi = ALTURA DE LA PRECIPITACION REGISTRADA EN LA ESTACION (m.m.)

1.	1552.00	} (Ai)
2.	2315.00	
3.	1521.00	
4.	927.00	
5.	1307.00	
6.	1473.00	
		9095.00 (B)

n = NUMERO DE ESTACIONES LOCALIZADAS EN LA ZONA

hpm = ALTURA DE LA PRECIPITACION MEDIA EN LA ZONA DE ESTUDIO (m.m.)

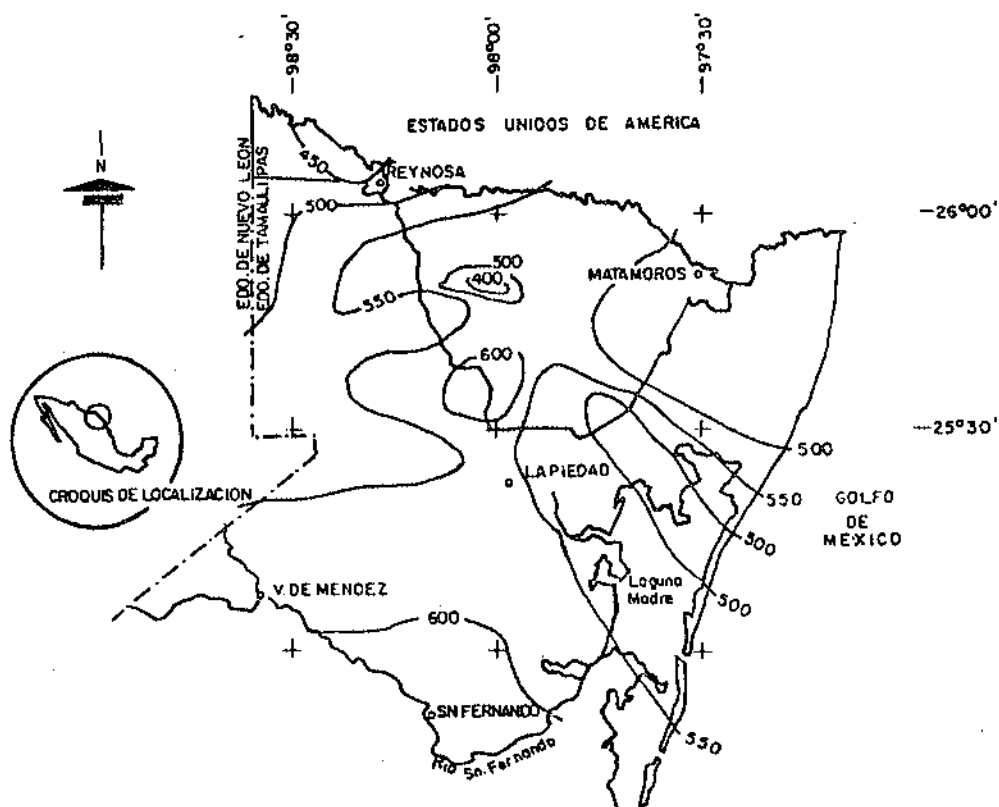
ESTACION (n)	ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOSTO	SEPTIEMBRE	OCTUBRE	NOVIEMBRE	DIEMBRE
(1)	31753.9	31144.0	31190.1	52005.1	107090.9	150629.9	99250.4	107101.1	220625.1	101042.2	30745.1	27009.4
(2)	64068.3	67520.6	42920.1	104531.7	160025.6	231500.0	105309.4	150752.0	277260.2	165604.0	60033.3	50502.0
(3)	29305.7	20326.2	35561.0	61965.5	95023.0	121299.0	42040.4	131612.1	179904.7	95000.3	30131.0	27332.4
(4)	10760.2	10003.0	10095.0	21045.6	46053.4	39749.0	10614.2	36273.5	73214.5	41030.3	21432.2	23054.5
(5)	40124.9	41450.0	10624.0	47906.0	17966.0	102547.2	41607.5	80093.6	144700.5	70151.9	26452.2	33107.0
(6)	33216.2	27412.5	14921.5	37200.0	67046.4	81907.2	59730.2	60100.2	105790.5	67006.0	25130.7	31462.3

$$hpm = \frac{\sum_{i=1}^n E hpi \cdot Ai}{\sum_{i=1}^n Ai} = \frac{216107.2}{9095} = 23.76$$

$$hpm = \frac{216107.75}{9095} = 23.76$$

(hpm) ALTURA DE LA PRECIPITACION MEDIA EN LA ZONA DE ESTUDIO

ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOSTO	SEPTIEMBRE	OCTUBRE	NOVIEMBRE	DIEMBRE
23.76	23.94	16.03	36.15	50.33	60.00	44.71	63.07	111.02	60.55	23.45	21.20



LAMINA 3 DISTRIBUCION ESPACIAL DE LA LLUVIA ANUAL

4.3.3.- FACTORES CLIMATOLÓGICOS.

Los elementos climatológicos que tienen influencia directa ó indirectamente con el desarrollo y producción de los cultivos en la zona, y de los que se tiene información disponible para su análisis, se desglosan de la forma siguiente:

Temperatura.

Las temperaturas que se registran en la zona de estudio no presentan una variación considerable (gráficas NQ 1A, 1B, 1C) gráficas que corresponden a las estaciones San Fernando, Méndez y la Piedad.

La temperatura máxima promedio, se registra de los 28°C a 38°C, presentando influencia en los meses de baja precipitación Enero a Julio, en los suelos en donde no se efectuaron prácticas de conservación de humedad, se tienen pérdidas de la misma por capilaridad.

Teniendo ésto consecuencia en el desarrollo del cultivo, en relación a que las pérdidas de humedad marcan un límite en las necesidades hídricas mensuales del cultivo, reduciendo el desarrollo y/o la producción del mismo.

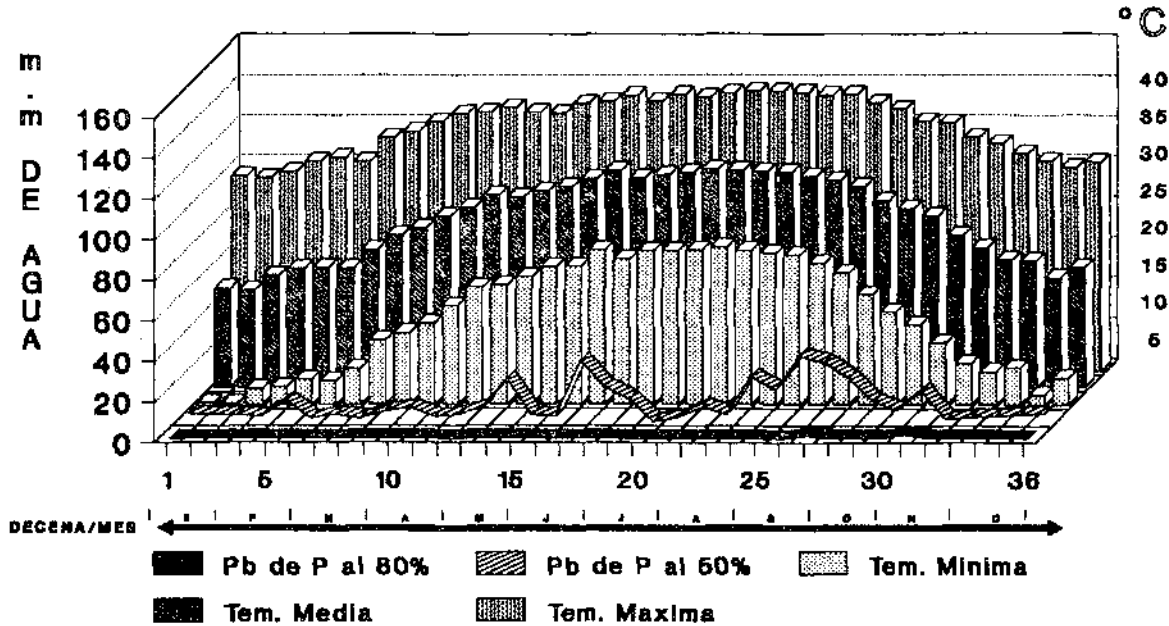
La temperatura mínima promedio, se registra de 1°C a los 18°C, en los meses de Enero a Mayo, las temperaturas que se presentan ayudan a la aportación de humedad, condensando el agua existente en el medio, originando la formación de neblinas, rocíos y una alta humedad ambiental. Las temperaturas mínimas absolutas, se han registrado desde -2.0°C a -9.0°C, en los meses de Enero a Marzo, lo que ocasiona el fenómeno de helada, sin presentar influencia en el desarrollo del cultivo del sorgo, ya que la siembra de éste se efectúa en la primera quincena del mes de Febrero, en el mes de Marzo, la incidencia de heladas es mínima y el desarrollo del cultivo se encuentra en sus primeras fases, en donde no perjudica, pero puede llegar a retardar su crecimiento.

Evaporación.

La evaporación media anual registrada en la zona, con los datos de las estaciones San Fernando, la Piedad y Méndez, que corresponden a 1798.6 mm., 1833.46 mm., 1802.45 mm., respectivamente, datos tomados de los registros decenales. analizando la evaporación y efectuando una comparación con la precipitación anual registrada en la zona, se puede observar que la evaporación supera a la precipitación con tres veces su total en algunas estaciones, llegando a considerarse como muy alta, motivo por el cual se deben de tomar todas las precauciones en la conservación de humedad en el perfil del suelo, realizando después de cada lluvia, prácticas agrícolas de conservación de humedad (rastreo, cruza etc.), con el fin de evitar que la humedad se pierda por acción de la capilaridad que origina la temperatura en la superficie del suelo, efecto se acentúa en los

ESTACION LA PIEDAD PROYECTO SAN FERNANDO TAMP.

GRAFICA 1 A

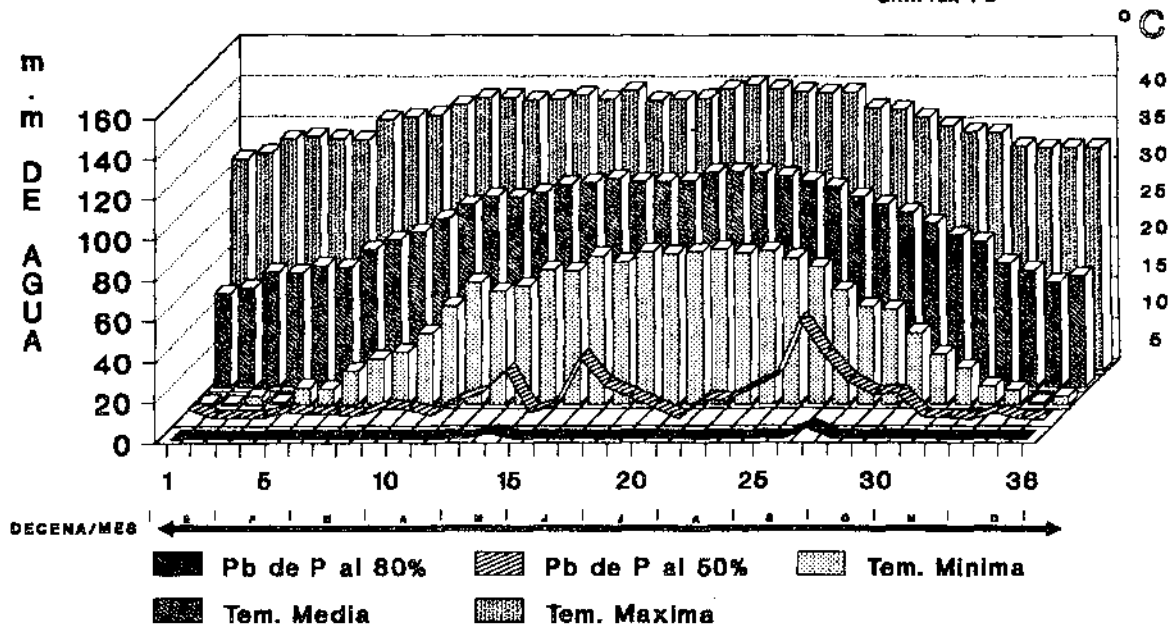


AJUSTE GAMMA

ISOPROBABILIDAD DE OCURRENCIA DE LLUVIA

ESTACION SAN FERNANDO PROYECTO SAN FERNANDO TAMP.

GRAFICA 1 B

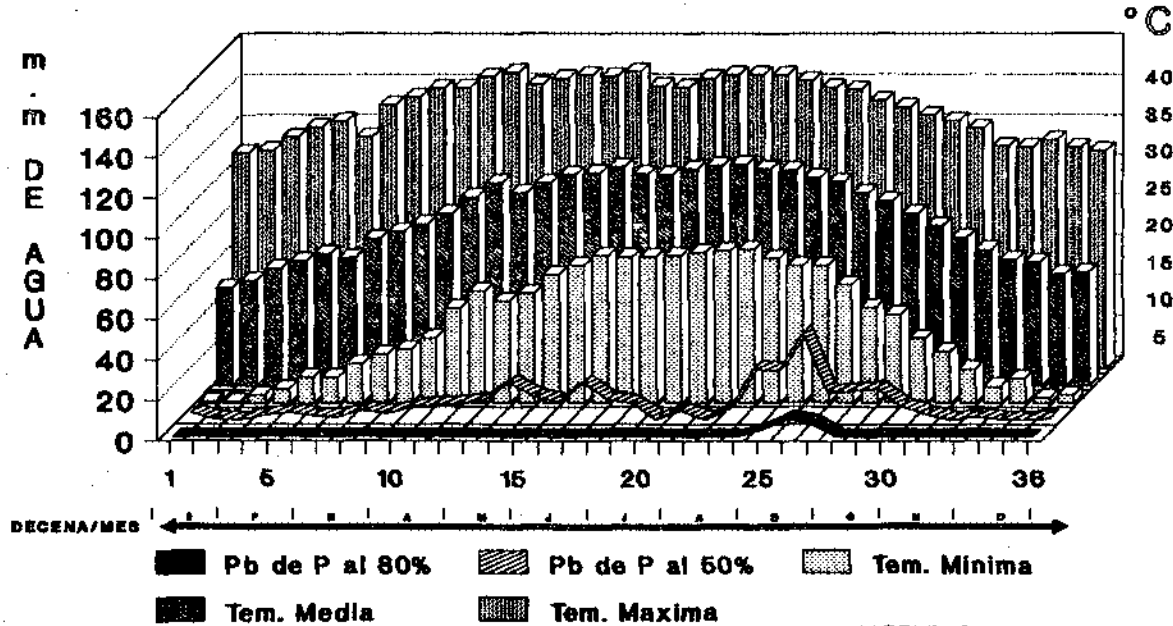


AJUSTE GAMMA

ISOPROBABILIDAD DE OCURRENCIA DE LLUVIA

ESTACION MENDEZ PROYECTO SAN FERNANDO TAMP.

GRAFICA 1 C



AJUSTE GAMMA

ISOPROBABILIDAD DE OCURENCIA DE LLUVIA

meses de Mayo a Septiembre cuando la temperatura se incrementa hasta alcanzar su máximo y directamente proporcional a ésta, la evaporación tiende a hacer mayor en estos meses (cuadro N° 2).

Granizadas.

El fenómeno de la condensación de la lluvia en forma de hielo, se presenta en la zona en los meses de Marzo, Abril y Agosto, teniendo una incidencia bastante baja, lo que no ocasiona problemas en el cultivo de sorgo.

Nevadas.

Aunque las temperaturas mínimas absolutas, se presentan abajo de los 0°C no se alcanza a formar el fenómeno de nevada, sin tener influencia que perjudique o beneficie al cultivo con este fenómeno.

Precipitación.

La precipitación de la zona, por ser ésta bastante baja en su volumen total se efectuaron los análisis con el método del polígono de Tissen anteriormente descrito, el análisis decenal con ajuste a la normal y a la función gamma incompleta, asignando a estas probabilidades de ocurrencia a este fenómeno (cuadros N° 3A, B, C, D, E, F/4A, B, C, D, E, F).

La precipitación al 50% y 80% de probabilidad con ajuste gamma sufre un descenso en sus volúmenes decenales y total anual, en comparación con las mismas probabilidades con ajuste a la función normal, ocasionando esto que la lluvia aprovechable considerada en un 70% de la precipitación presente influencia en la acumulación de humedad en el perfil del suelo en el transcurso del año para aprovechamiento del cultivo (gráficas N° 1A, B, C, D, E, F / 2A, B, C, D, E, F).

4.3.4.- CLASIFICACION DEL CLIMA.

La clasificación del clima para la zona se efectuó tomando en consideración tres estaciones: San Fernando, La Piedad y Méndez ya que estas presentan los registros completos, el método usado para la clasificación es, el Thornthwaite, método que emplea las variables de temperatura y precipitación, las cuales definen las constantes de un índice de calor y el factor de corrección por latitud, que nos origina una evapotranspiración potencial (suelo con cultivo bajo con 100% de cobertura), con los resultados de la evapotranspiración potencial mensual menos la lluvia precipitada en el mes, se obtienen los valores de las demasías (DA), deficiencias (DE), de humedad en el transcurso del año. Con los valores de evapotranspiración, deficiencia y demasía anual, se aplican a las formulas de índice de humedad (IH), índice de aridez (IA), índice pluvial (IP) y concentración térmica (CT) que nos origina los parámetros para la clasificación (cuadro N° 5, 6, 7).

ESTACIONES CLIMATOLÓGICAS DEL PROYECTO
CON DATOS COMPLETOS

CUADRO 2

ESTACION SAN FERNANDO TAMP.

ESTACION LA PIEDRA TAMP.

M E S	ESTACION SAN FERNANDO TAMP.						ESTACION LA PIEDRA TAMP.					
	T. MED.	T. MAX.	T. MIN.	EVAPORA- CION.	PRECIPI- TACION.	PROBABILIDADES GRANI HELADAS ZARAS	T. MED.	T. MAX.	T. MIN.	EVAPORA- CION.	PRECIPI- TACION.	PROBABILIDADES GRANI HELADAS ZARAS
ENERO	15.10	29.95	2.17	85.65	20.10	.10	15.23	29.64	2.83	76.21	20.02	.64
FEBRERO	17.12	31.65	3.32	103.10	22.10	.10	17.14	30.60	5.22	86.21	20.17	.40
MARZO	20.85	34.22	4.02	117.13	20.21		21.00	32.07	8.83	130.50	18.54	.12
ABRIL	25.10	36.12	14.35	177.66	23.50		24.95	34.84	14.95	160.86	45.10	
MAYO	27.89	36.54	17.50	194.54	66.44		26.64	36.71	18.20	180.77	72.97	.04
JUNIO	28.51	36.76	20.33	197.70	102.21		28.60	35.95	20.70	190.34	100.01	
JULIO	28.82	37.06	21.29	221.60	63.95	.14	29.15	36.43	21.51	225.03	45.49	
AGOSTO	29.39	38.13	21.20	213.16	69.00	.14	29.10	37.10	21.66	223.19	65.12	
SEPTIEMBRE	27.64	36.02	19.24	154.30	147.31	.09	28.23	36.35	20.05	170.10	119.01	
OCTUBRE	24.22	34.10	13.50	125.36	85.62	.14	24.62	33.70	14.30	154.92	71.57	
NOVIEMBRE	19.80	31.07	6.99	96.20	19.01	.05	22.00	30.46	7.90	111.11		.32
DICIEMBRE	16.65	30.21	3.61	80.01	17.97	.10	17.10	28.22	5.13	84.83		.40

ESTACION HENDEZ

ESTACION B.R.B. 2. 11

ENERO	15.04	30.25	2.39	87.36	19.32	.70	12.73	19.50	9.21	83.75	33.07	
FEBRERO	16.32	32.60	5.03	112.40	18.63	.05	14.56	21.57	11.01	90.77	27.46	
MARZO	21.83	36.17	8.10	149.04	23.38	.05	18.57	25.40	14.57	153.96	14.62	
ABRIL	25.74	38.50	13.94	175.55	40.74		22.51	29.22	19.11	167.69	64.64	
MAYO	27.42	38.50	16.56	190.97	63.01		23.36	30.00	21.06	174.52	69.90	
JUNIO	29.27	38.66	20.33	204.01	70.75		25.00	32.75	23.37	191.77	90.60	
JULIO	29.30	38.66	20.93	225.19	27.64		27.14	33.14	24.11	220.28	60.54	
AGOSTO	29.71	39.03	21.04	221.22	86.53		27.41	34.11	23.02	210.07	92.32	
SEPTIEMBRE	27.71	37.01	18.07	161.00	116.32		24.23	32.65	22.56	150.53	134.03	
OCTUBRE	23.93	34.15	12.83	130.57	63.11		22.26	29.61	19.04	136.57	71.57	
NOVIEMBRE	19.69	31.62	6.01	110.07	19.01	.70	18.42	24.97	14.65	111.70	29.67	
DICIEMBRE	16.01	33.12	4.24	95.21	17.97	.54	14.70	21.00	11.10	81.14	54.94	

ESTACION LA PIEDAD

ENTIDAD TAMAULIPAS

AJUSTE DISTRIBUCION GAMMA A PRECIPITACION DECENAL

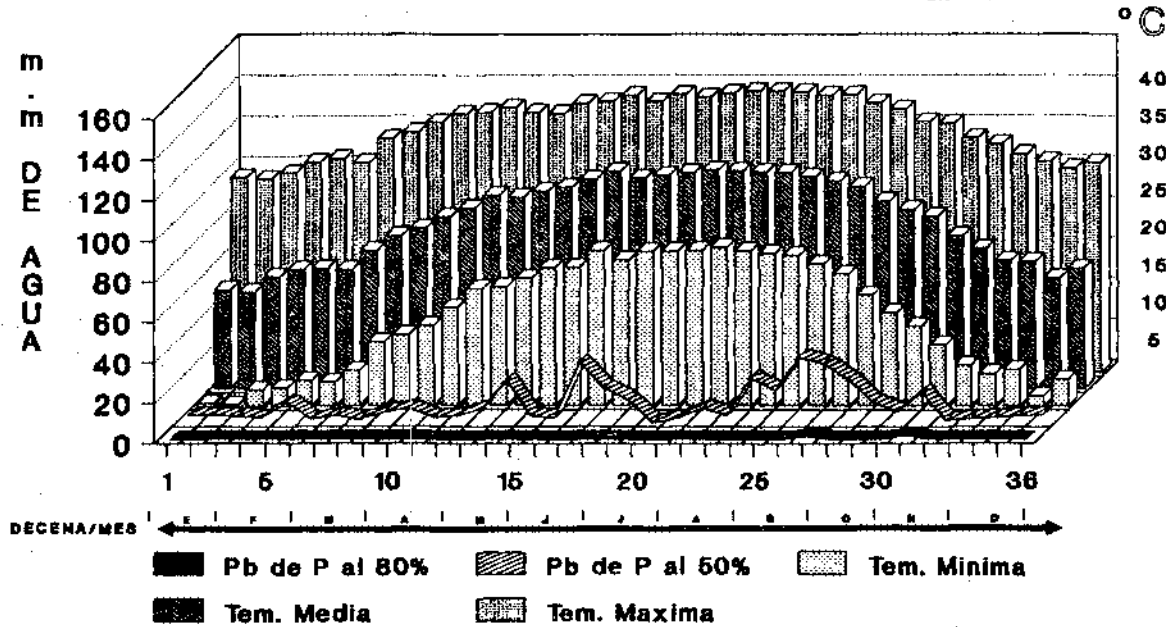
PROBABILIDADES DE PRECIPITACION (MILIMETROS DE AGUA)

CUADRO 3 A

		80.00%	66.6%	50.0%	33.3%	20.0%
DECENA 1	ENERO	0	0	3.32	3.32	25.40
DECENA 2	ENERO	0	0	3.80	.91	19.56
DECENA 3	ENERO	0	.81	3.32	.76	10.65
DECENA 4	FEBRERO	0	.60	2.59	.21	8.09
DECENA 5	FEBRERO	0	2.29	10.77	.67	36.40
DECENA 6	FEBRERO	0	0	1.72	6.48	13.11
DECENA 7	MARZO	0	0	3.62	9.28	16.07
DECENA 8	MARZO	0	.17	1.47	3.37	5.62
DECENA 9	MARZO	0	1.19	5.04	10.29	16.21
DECENA 10	ABRIL	0	0	6.86	18.95	33.65
DECENA 11	ABRIL	0	0	2.43	10.37	20.85
DECENA 12	ABRIL	0	0	3.23	16.27	33.49
DECENA 13	MAYO	0	0	6.94	24.51	47.10
DECENA 14	MAYO	.10	6.50	20.78	38.70	59.93
DECENA 15	MAYO	0	0	2.94	12.96	26.99
DECENA 16	JUNIO	0	0	2.30	16.22	38.55
DECENA 17	JUNIO	.12	12.98	29.43	51.84	77.07
DECENA 18	JUNIO	0	2.52	16.58	38.42	65.26
DECENA 19	JULIO	0	2.05	10.51	22.21	35.54
DECENA 20	JULIO	0	0	0	9.69	27.24
DECENA 21	JULIO	0	0	2.03	11.99	25.27
DECENA 22	AGOSTO	0	0	6.76	16.97	28.97
DECENA 23	AGOSTO	0	0	3.55	11.81	22.77
DECENA 24	AGOSTO	0	8.39	21.61	41.99	66.96
DECENA 25	SEPTIEMBRE	0	3.60	15.45	.33	53.98
DECENA 26	SEPTIEMBRE	0	10.87	31.73	61.02	94.73
DECENA 27	SEPTIEMBRE	1.65	13.25	28.57	50.04	74.74
DECENA 28	OCTUBRE	.10	9.24	21.03	36.59	5.74
DECENA 29	OCTUBRE	0	.92	9.78	25.26	45.76
DECENA 30	OCTUBRE	0	1	5.34	15.01	27.94
DECENA 31	NOVIEMBRE	1.73	8.21	15.16	23.38	31.63
DECENA 32	NOVIEMBRE	0	0	1.08	5.49	11.79
DECENA 33	NOVIEMBRE	0	0	2.19	6.31	11.57
DECENA 34	DICIEMBRE	0	.10	2.53	6.29	10.84
DECENA 35	DICIEMBRE	0	0	3.43	10.05	18.46
DECENA 36	DICIEMBRE	0	.69	3.71	8.09	13.24

ESTACION LA PIEDAD PROYECTO SAN FERNANDO TAMP.

GRAFICA 1 A



AJUSTE GAMMA

ISOPROBABILIDAD DE OCURRENCIA DE LLUVIA

ESTACION SAN FERNANDO

ENTIDAD TAMAULIPAS

AJUSTE DISTRIBUCION GAMMA A PRECIPITACION DECENAL

PROBABILIDADES DE PRECIPITACION (MILIMETROS DE AGUA)

CUADRO 3 B

		80.00%	66.6%	50.0%	33.3%	20.0%
DECENA	1 ENERO	0	1.07	5.77	2.53	20.46
DECENA	2 ENERO	0	0	1.79	6.08	11.59
DECENA	3 ENERO	0	.10	1.82	4.50	7.83
DECENA	4 FEBRERO	0	0	1.69	4.33	7.50
DECENA	5 FEBRERO	0	0	4.40	2.04	21.42
DECENA	6 FEBRERO	0	.10	3.53	8.72	14.98
DECENA	7 MARZO	0	.73	.58	7.49	11.92
DECENA	8 MARZO	0	.13	2.67	6.30	10.51
DECENA	9 MARZO	0	2.22	6.87	12.81	19.17
DECENA	10 ABRIL	0	1.59	5.56	1.04	17.27
DECENA	11 ABRIL	0	0	2.99	9.32	18.15
DECENA	12 ABRIL	0	3.24	10.10	8.94	28.49
DECENA	13 MAYO	0	0	13.55	8.52	50.28
DECENA	14 MAYO	2.64	13.16	24.97	9.50	54.60
DECENA	15 MAYO	0	0	4.26	12.08	21.67
DECENA	16 JUNIO	0	.95	7.56	19.12	34.41
DECENA	17 JUNIO	.23	14.13	31.45	54.67	80.53
DECENA	18 JUNIO	0	5.95	17.39	36.92	62.25
DECENA	19 JULIO	0	0	11.75	33.41	60.53
DECENA	20 JULIO	0	0	6.67	19.12	35.09
DECENA	21 JULIO	0	0	1.12	9.60	22.36
DECENA	22 AGOSTO	0	1.61	10.70	22.89	36.47
DECENA	23 AGOSTO	0	.40	9.90	23.51	39.38
DECENA	24 AGOSTO	0	1.01	15.99	38.46	65.54
DECENA	25 SEPTIEMBRE	.38	9.42	21.29	37.84	56.82
DECENA	26 SEPTIEMBRE	.10	22.11	49.24	8.59	120.16
DECENA	27 SEPTIEMBRE	5.26	16.23	32.40	57.18	87.15
DECENA	28 OCTUBRE	.10	8.99	19.61	32.94	47.03
DECENA	29 OCTUBRE	0	3.59	13.25	27.72	45.16
DECENA	30 OCTUBRE	.61	6.93	13.93	22.47	31.27
DECENA	31 NOVIEMBRE	0	0	2.11	11.05	23.39
DECENA	32 NOVIEMBRE	0	0	1.80	4.72	8.31
DECENA	33 NOVIEMBRE	0	0	.74	3.50	7.76
DECENA	34 DICIEMBRE	0	1.16	4.14	8.33	13.13
DECENA	35 DICIEMBRE	0	0	1.19	4.21	8.35
DECENA	36 DICIEMBRE	0	0	1.33	5.53	11.23

ESTACION SAN FERNANDO PROYECTO SAN FERNANDO TAMP.

GRAFICA 1 B



Pb de P al 80%
 Pb de P al 50%
 Tem. Minima
 Tem. Media
 Tem. Maxima

AJUSTE GAMMA

ISOPROBABILIDAD DE OCURRENCIA DE LLUVIA

ESTACION MENDEZ

ENTIDAD TAMAULIPAS

AJUSTE DISTRIBUCION GAMMA A PRECIPITACION DECENAL

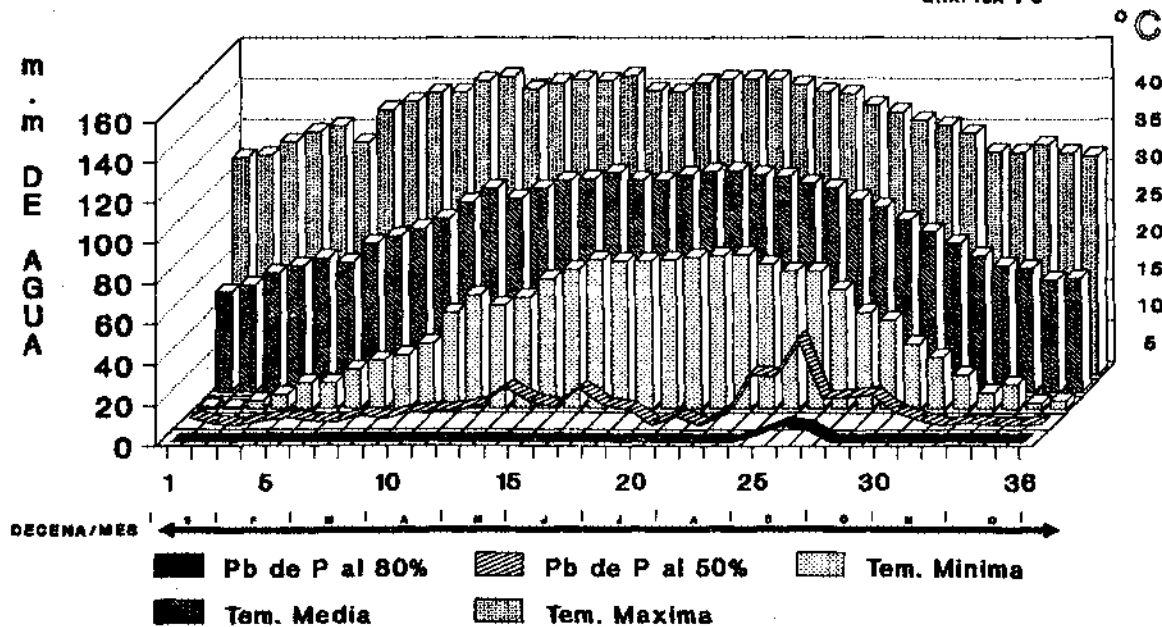
PROBABILIDADES DE PRECIPITACION (MILIMETROS DE AGUA)

CUADRO 3 C

		80.00%	66.6%	50.0%	33.3%	20.0%
DECENA 1	ENERO	0	0	3.63	10.23	18.19
DECENA 2	ENERO	0	0	.49	3	7.28
DECENA 3	ENERO	0	0	.10	5.41	20.05
DECENA 4	FEBRERO	0	.24	2.22	4.93	8.02
DECENA 5	FEBRERO	0	.10	3.90	9.43	15.96
DECENA 6	FEBRERO	0	.10	2.12	6.30	12.30
DECENA 7	MARZO	0	0	1.40	5.89	12.25
DECENA 8	MARZO	0	.10	4.84	12.03	20.72
DECENA 9	MARZO	0	0	3.38	8.42	14.19
DECENA 10	ABRIL	0	.24	6.11	14.23	23.48
DECENA 11	ABRIL	0	2.11	7.08	14.43	23.25
DECENA 12	ABRIL	0	.11	7.52	19.16	33.49
DECENA 13	MAYO	0	2.52	10.04	20.41	32.21
DECENA 14	MAYO	0	5.98	18.37	34.80	52.95
DECENA 15	MAYO	0	2.61	11.39	24.11	39.11
DECENA 16	JUNIO	0	1.42	8.85	20.04	33.58
DECENA 17	JUNIO	0	4.58	17.91	36.04	57.53
DECENA 18	JUNIO	0	0	9.64	31.56	60.85
DECENA 19	JULIO	0	0	7.63	19.45	33.43
DECENA 20	JULIO	0	0	0	10.42	39.21
DECENA 21	JULIO	0	.47	4.47	9.87	15.89
DECENA 22	AGOSTO	0	0	0	14.27	35.85
DECENA 23	AGOSTO	0	0	5.66	19.52	38.65
DECENA 24	AGOSTO	0	1.88	24.97	58.15	97.04
DECENA 25	SEPTIEMBRE	3.65	13.27	23.99	37.08	50.82
DECENA 26	SEPTIEMBRE	8.69	24.84	42.44	63.67	85.35
DECENA 27	SEPTIEMBRE	6.51	7.74	13	30.10	63.44
DECENA 28	OCTUBRE	0	3.27	13.85	28.38	44.85
DECENA 29	OCTUBRE	0	9.56	15.02	27.61	41.51
DECENA 30	OCTUBRE	0	0	6.60	18.35	33.90
DECENA 31	NOVIEMBRE	0	0	2.54	9.18	17.89
DECENA 32	NOVIEMBRE	0	0	0	6.01	36.01
DECENA 33	NOVIEMBRE	0	0	1.56	4.93	9.74
DECENA 34	DICIEMBRE	0	0	.39	4.58	10.52
DECENA 35	DICIEMBRE	0	0	.27	6.05	14.68
DECENA 36	DICIEMBRE	0	0	.89	4.50	10.58

ESTACION MENDEZ PROYECTO SAN FERNANDO TAMP.

GRAFICA 1 C



AJUSTE GAMMA

ISOPROBABILIDAD DE OCURENCIA DE LLUVIA

ESTACION REYNOSA

ENTIDAD TAMAULIPAS

AJUSTE DISTRIBUCION GAMMA A PRECIPITACION DECENAL

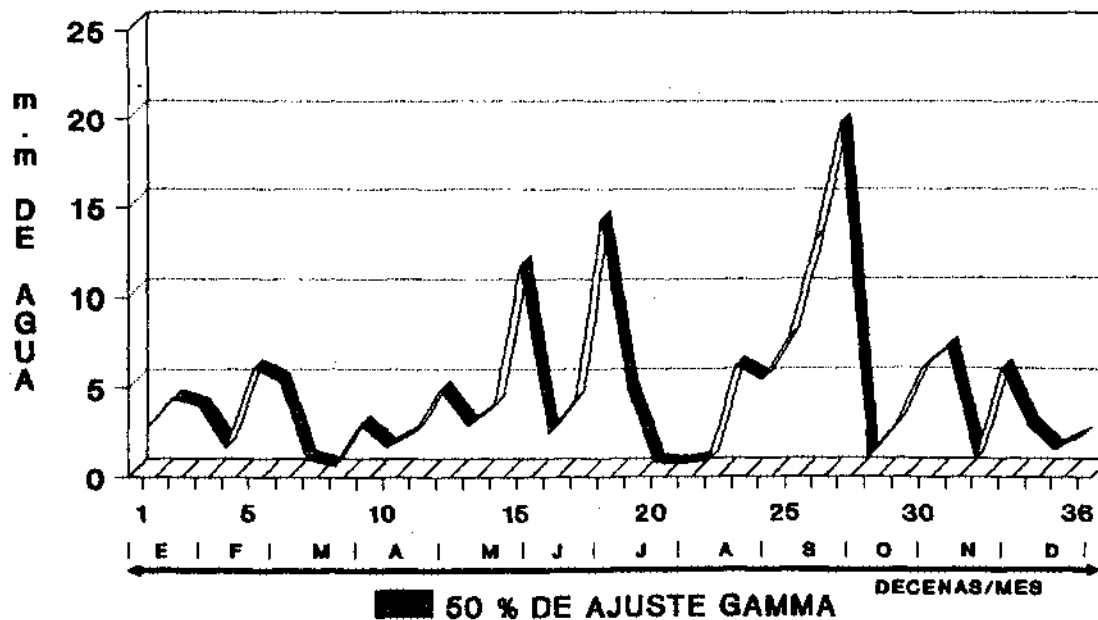
PROBABILIDADES DE PRECIPITACION (MILIMETROS DE AGUA)

CUADRO 3 D

		80.00%	66.6%	50.0%	33.3%	20.0%
DECENA 1	ENERO	0	0	2.55	7.49	12.74
DECENA 2	ENERO	0	.49	4.11	8.97	14.40
DECENA 3	ENERO	0	.96	3.70	7.30	11.25
DECENA 4	FEBRERO	0	0	1.38	3.83	6.94
DECENA 5	FEBRERO	0	1.95	5.84	11.06	16.86
DECENA 6	FEBRERO	0	1.50	5.06	10	16.55
DECENA 7	MARZO	0	0	.69	2.91	5.81
DECENA 8	MARZO	0	0	.32	2.29	5.86
DECENA 9	MARZO	0	.13	2.69	6.26	10.36
DECENA 10	ABRIL	0	0	1.39	5.31	10.87
DECENA 11	ABRIL	0	0	2.20	8.30	16.90
DECENA 12	ABRIL	0	0	4.59	12.45	21.61
DECENA 13	MAYO	0	0	2.57	12.85	26.32
DECENA 14	MAYO	0	.42	3.71	12.89	29.45
DECENA 15	MAYO	0	2.45	11.59	24.61	37.95
DECENA 16	JUNIO	0	0	2.47	6.06	10.65
DECENA 17	JUNIO	0	0	4.04	12.33	23.17
DECENA 18	JUNIO	0	3.18	14.40	30.41	49.15
DECENA 19	JULIO	0	.44	4.67	10.51	17.15
DECENA 20	JULIO	0	0	0	1.93	5.97
DECENA 21	JULIO	0	0	.42	8.42	16.66
DECENA 22	AGOSTO	0	0	.67	4.47	9.86
DECENA 23	AGOSTO	0	.15	5.95	14.07	23.37
DECENA 24	AGOSTO	0	0	5.12	18.94	38.63
DECENA 25	SEPTIEMBRE	0	.25	7.50	16.27	31.21
DECENA 26	SEPTIEMBRE	0	.27	13.02	35.86	66.45
DECENA 27	SEPTIEMBRE	0	6.90	19.57	33.89	47.58
DECENA 28	OCTUBRE	0	0	.80	11.51	33.09
DECENA 29	OCTUBRE	0	.19	2.65	10.21	24.75
DECENA 30	OCTUBRE	0	0	5.73	14.66	25.06
DECENA 31	NOVIEMBRE	0	1.47	6.97	14.70	23.86
DECENA 32	NOVIEMBRE	0	0	.75	2.72	5.12
DECENA 33	NOVIEMBRE	0	1.67	5.75	11.26	17.48
DECENA 34	DICIEMBRE	0	0	2.56	7.11	12.85
DECENA 35	DICIEMBRE	0	0	1.25	8.50	20.88
DECENA 36	DICIEMBRE	0	0	2.02	6.69	12.58

ESTACION REYNOSA PROYECTO SAN FERNANDO TAMP.

GRAFICA 1 D



ISOPROBABILIDAD DE OCURRENCIA DE LLUVIA

ESTACION B.R.B.2.11

ENTIDAD TAMAULIPAS

AJUSTE DISTRIBUCION GAMMA A PRECIPITACION DECENAL

PROBABILIDADES DE PRECIPITACION (MILIMETROS DE AGUA)

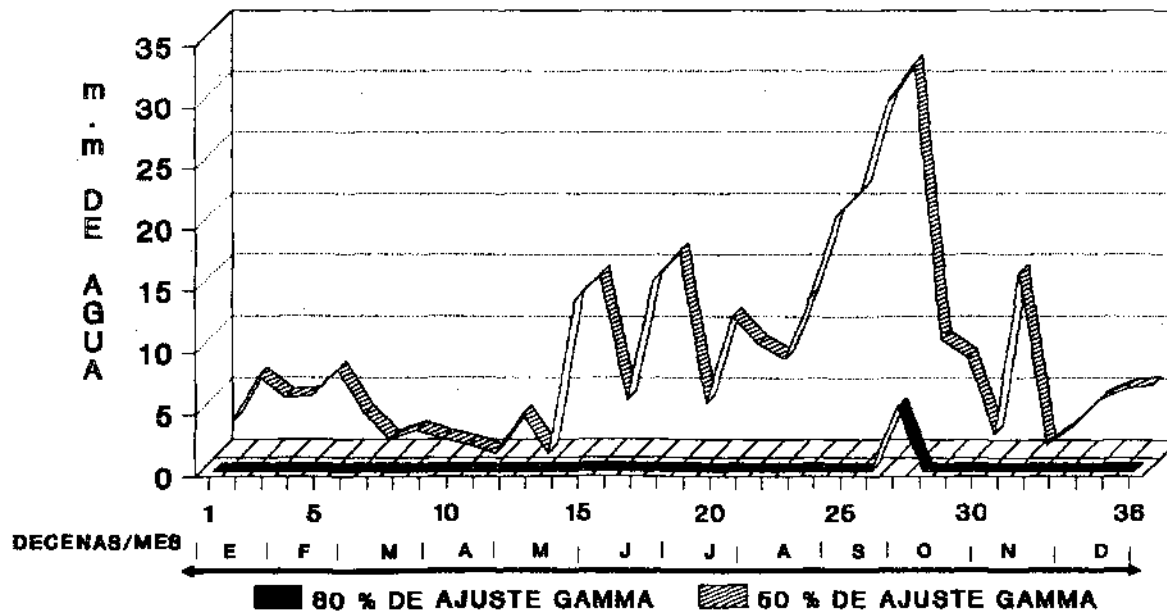
CUADRO 3 E

		80.00%	66.6%	50.0%	33.3%	20.0%
DECENA	1 ENERO	0	0	2.59	12.26	25.16
DECENA	2 ENERO	0	.88	6.18	13.55	22
DECENA	3 ENERO	0	1.73	4.47	8.15	12.26
DECENA	4 FEBRERO	0	1.77	4.53	8.32	12.31
DECENA	5 FEBRERO	0	0	6.71	17.72	31.26
DECENA	6 FEBRERO	0	0	3.15	9.05	16.92
DECENA	7 MARZO	0	0	1.11	4.27	8.14
DECENA	8 MARZO	0	0	1.84	5.79	10.65
DECENA	9 MARZO	0	0	1.15	5.37	10.95
DECENA	10 ABRIL	0	0	.68	7.12	17.40
DECENA	11 ABRIL	0	0	0	10.88	27.22
DECENA	12 ABRIL	0	0	3.11	12.18	24.21
DECENA	13 MAYO	0	0	0	8.70	27.95
DECENA	14 MAYO	0	4.04	12.46	24.45	38.39
DECENA	15 MAYO	0	5.31	14.49	26.69	40.17
DECENA	16 JUNIO	0	0	4.29	16.37	32.94
DECENA	17 JUNIO	0	2.79	13.96	32.22	55.22
DECENA	18 JUNIO	0	5.93	16.40	30.82	47.17
DECENA	19 JULIO	0	0	4.05	21.60	48
DECENA	20 JULIO	0	.16	11.15	26.49	43.93
DECENA	21 JULIO	0	1.50	8.84	18.82	30.06
DECENA	22 AGOSTO	0	0	7.65	19.09	32.67
DECENA	23 AGOSTO	0	3.59	12.70	24.95	38.66
DECENA	24 AGOSTO	0	4.90	19.16	39.82	64.15
DECENA	25 SEPTIEMBRE	0	7.28	21.35	39.64	59.52
DECENA	26 SEPTIEMBRE	0	9.44	28.68	55.33	85.76
DECENA	27 SEPTIEMBRE	5.24	17.99	31.74	48.06	64.55
DECENA	28 OCTUBRE	0	2.81	9.23	19.18	31.41
DECENA	29 OCTUBRE	0	0	7.70	25.18	48.77
DECENA	30 OCTUBRE	0	0	1.60	12.32	27.63
DECENA	31 NOVIEMBRE	0	6.54	14.65	24.45	34.47
DECENA	32 NOVIEMBRE	0	0	.71	4.38	10.06
DECENA	33 NOVIEMBRE	0	.02	2.24	5.62	9.69
DECENA	34 DICIEMBRE	0	.08	4.32	10.58	18.02
DECENA	35 DICIEMBRE	0	.55	5.23	11.80	19.34
DECENA	36 DICIEMBRE	0	1.57	5.50	10.45	15.69

BIBLIOTECA FACULTAD DE AGRONOMIA

ESTACION B.R.B.2.11 PROYECTO SAN FERNANDO TAMP.

GAFICA 1 E



ISOPROBABILIDAD DE OCURRENCIA DE LLUVIA

ESTACION S.J.3.63

ENTIDAD TAMAULIPAS

AJUSTE DISTRIBUCION GAMMA A PRECIPITACION DECENAL

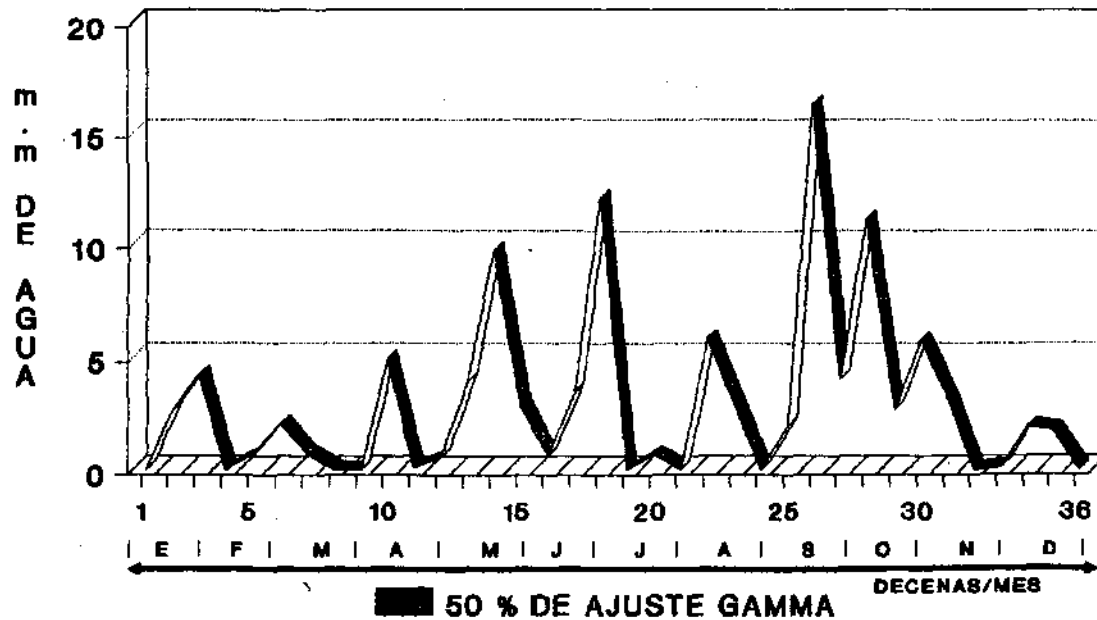
PROBABILIDADES DE PRECIPITACION (MILIMETROS DE AGUA)

CUADRO 3 F

		80.00%	66.6%	50.0%	33.3%	20.0%
DECENA	1 ENERO	0	0	0	6.38	16.42
DECENA	2 ENERO	0	0	2.70	8.14	14.92
DECENA	3 ENERO	0	1.06	4.25	8.60	13.51
DECENA	4 FEBRERO	0	0	0	2.55	6.40
DECENA	5 FEBRERO	0	0	.69	6.67	14.63
DECENA	6 FEBRERO	0	0	2.07	8.62	17.07
DECENA	7 MARZO	0	0	.71	2.92	5.67
DECENA	8 MARZO	0	0	0	3.46	9.83
DECENA	9 MARZO	0	0	0	2.32	5.78
DECENA	10 ABRIL	0	0	4.93	14.33	25.71
DECENA	11 ABRIL	0	0	.10	5.36	13.37
DECENA	12 ABRIL	0	0	.57	6.28	13.64
DECENA	13 MAYO	0	0	3.91	18.78	37.78
DECENA	14 MAYO	0	2.92	9.74	19.83	31.91
DECENA	15 MAYO	0	0	2.85	11.86	22.93
DECENA	16 JUNIO	0	0	.61	6.63	17.61
DECENA	17 JUNIO	0	0	3.49	15.38	32.09
DECENA	18 JUNIO	0	0	12.09	32.69	57.59
DECENA	19 JULIO	0	0	0	10.57	32.53
DECENA	20 JULIO	0	0	.66	11.46	26.66
DECENA	21 JULIO	0	0	0	5.47	19.58
DECENA	22 AGOSTO	0	0	5.86	14.56	24.77
DECENA	23 AGOSTO	0	0	2.92	13.71	28.43
DECENA	24 AGOSTO	0	0	0	11.81	33.77
DECENA	25 SEPTIEMBRE	0	0	1.92	13.07	30.03
DECENA	26 SEPTIEMBRE	0	.13	16.30	40.15	68.25
DECENA	27 SEPTIEMBRE	0	0	4.05	19.10	40.31
DECENA	28 OCTUBRE	0	.49	11.17	25.64	41.84
DECENA	29 OCTUBRE	0	0	2.69	13.99	28.03
DECENA	30 OCTUBRE	0	0	5.78	15.48	27.13
DECENA	31 NOVIEMBRE	0	0	3.23	8.15	13.93
DECENA	32 NOVIEMBRE	0	0	0	3.03	12.42
DECENA	33 NOVIEMBRE	0	0	.11	4.60	11.12
DECENA	34 DICIEMBRE	0	0	1.94	5.97	10.94
DECENA	35 DICIEMBRE	0	0	1.73	7.12	14.13
DECENA	36 DICIEMBRE	0	0	0	5.76	15.93

ESTACION S.J.3.63 PROYECTO SAN FERNANDO TAMP.

GRAFICA 1 F



ISOPROBABILIDAD DE OCURRENCIA DE LLUVIA

ESTACION SAN FERNANDO

ENTIDAD TAMAULIPAS

AJUSTE DISTRIBUCION NORMAL A PRECIPITACION DECENAL

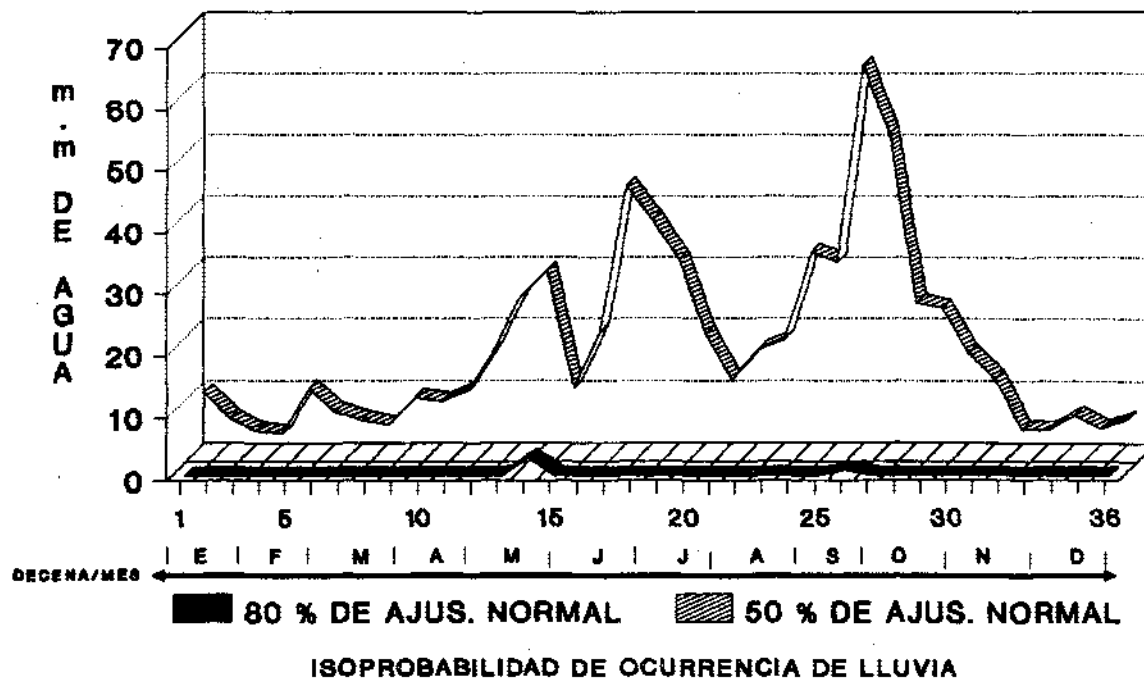
PROBABILIDADES DE PRECIPITACION (MILIMETROS DE AGUA)

CUADRO 4 A

		80.00%	66.6%	50.0%	33.3%	20.0%
DECENA	1 ENERO	0	3.45	10.29	17.12	23.72
DECENA	2 ENERO	0	1.14	6.10	11.07	15.87
DECENA	3 ENERO	0	1.18	4.07	6.95	9.74
DECENA	4 FEBRERO	0	.91	3.64	6.37	9.01
DECENA	5 FEBRERO	0	2.67	10.95	19.23	27.22
DECENA	6 FEBRERO	0	2.02	7.41	12.80	17.99
DECENA	7 MARZO	0	1.09	5.84	9.70	13.42
DECENA	8 MARZO	0	1.37	5.01	8.65	12.17
DECENA	9 MARZO	0	3.74	9.44	15.13	20.63
DECENA	10 ABRIL	0	3.37	8.79	14.21	19.44
DECENA	11 ABRIL	0	2.47	10.67	18.86	26.77
DECENA	12 ABRIL	0	5.59	17.10	22.61	30.82
DECENA	13 MAYO	0	6.61	25.82	45.03	63.57
DECENA	14 MAYO	2.89	16.25	30.09	43.93	57.29
DECENA	15 MAYO	0	2.53	11.03	19.53	27.73
DECENA	16 JUNIO	0	6.12	20.02	33.93	47.34
DECENA	17 JUNIO	0	21.18	43.85	66.52	88.39
DECENA	18 JUNIO	0	15	38.34	61.68	84.21
DECENA	19 JULIO	0	7.65	31.85	56.05	79.41
DECENA	20 JULIO	0	5.06	19.75	34.44	48.62
DECENA	21 JULIO	0	.54	12.35	24.16	35.57
DECENA	22 AGOSTO	0	5.31	17.21	29.12	40.61
DECENA	23 AGOSTO	0	5.13	18.83	32.53	45.75
DECENA	24 AGOSTO	0	9.59	33.02	56.45	79.06
DECENA	25 SEPTIEMBRE	0	14.94	31.40	47.87	63.75
DECENA	26 SEPTIEMBRE	.85	30.60	63.51	96.43	128.20
DECENA	27 SEPTIEMBRE	0	26.17	52.40	78.63	103.95
DECENA	28 OCTUBRE	0	12.14	24.89	37.64	49.94
DECENA	29 OCTUBRE	0	8.98	23.98	38.97	53.44
DECENA	30 OCTUBRE	0	8.62	16.75	24.87	32.71
DECENA	31 NOVIEMBRE	0	1.21	12.45	23.69	34.54
DECENA	32 NOVIEMBRE	0	1.16	4.33	7.50	10.56
DECENA	33 NOVIEMBRE	0	.49	4.31	8.13	11.81
DECENA	34 DICIEMBRE	0	2.57	6.73	10.90	14.92
DECENA	35 DICIEMBRE	0	.80	6.47	8.14	11.68
DECENA	36 DICIEMBRE	0	.80	6.08	11.24	16.25

ESTACION SAN FERNANDO PROYECTO SAN FERNANDO TAMP.

GRAFICA 2 A



ESTACION LA PIEDAD

ENTIDAD TAMAULIPAS

AJUSTE DISTRIBUCION NORMAL A PRECIPITACION DECENAL

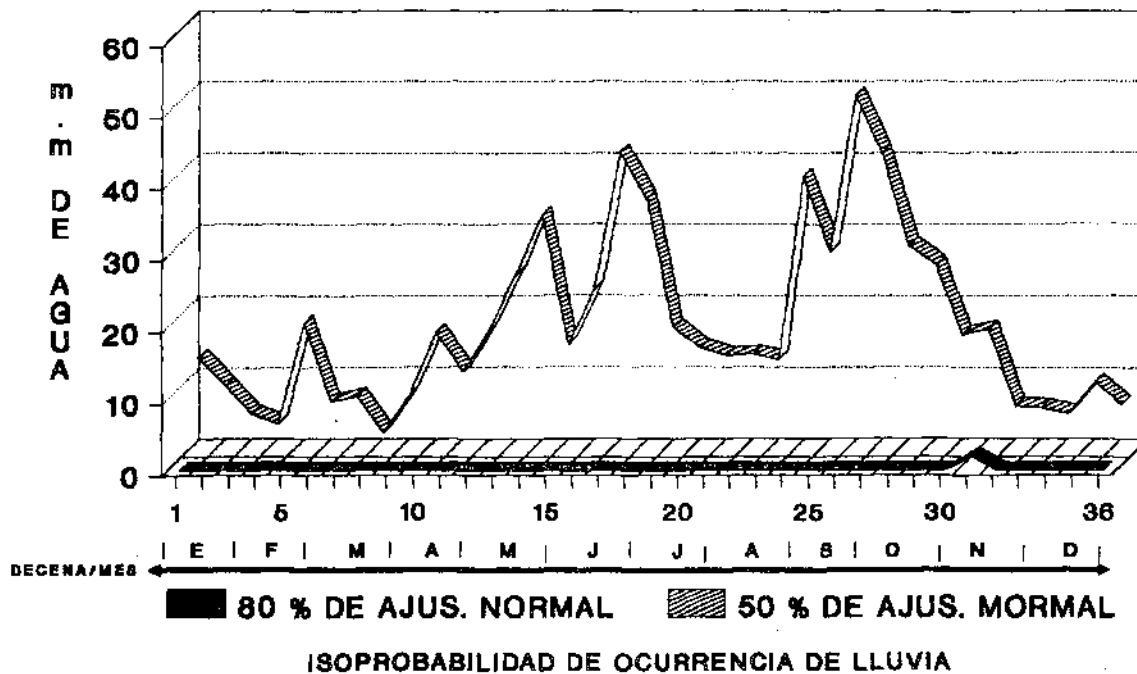
PROBABILIDADES DE PRECIPITACION (MILIMETROS DE AGUA)

CUADRO 4 B

		80.00%	66.6%	50.0%	33.3%	20.0%
DECENA 1	ENERO	0	2.37	13.36	24.35	34.95
DECENA 2	ENERO	0	1.88	9.37	16.85	24.07
DECENA 3	ENERO	0	1.91	5.29	8.68	11.94
DECENA 4	FEBRERO	0	1.35	3.90	6.44	8.89
DECENA 5	FEBRERO	0	6.31	18.19	30.07	41.54
DECENA 6	FEBRERO	0	1.17	7.03	12.99	18.70
DECENA 7	MARZO	0	1.91	7.74	13.57	19.19
DECENA 8	MARZO	0	.84	2.77	4.70	5.57
DECENA 9	MARZO	0	2.86	8.03	13.20	18.18
DECENA 10	ABRIL	0	3.90	18.83	29.75	42.22
DECENA 11	ABRIL	0	1.54	11.18	20.81	30.11
DECENA 12	ABRIL	0	1.57	17.17	32.78	47.84
DECENA 13	MAYO	0	4.29	24.69	45.09	64.78
DECENA 14	MAYO	0	14.94	33.24	51.48	69.10
DECENA 15	MAYO	0	2.07	14.97	27.87	40.33
DECENA 16	JUNIO	0	1.53	22.57	43.60	63.90
DECENA 17	JUNIO	0	20.05	42.07	64.08	85.33
DECENA 18	JUNIO	0	11.72	35.45	59.18	82.08
DECENA 19	JULIO	0	5.88	17.47	29.05	40.23
DECENA 20	JULIO	0	0	14.58	30.70	46.24
DECENA 21	JULIO	0	1.08	13.43	25.78	37.71
DECENA 22	AGOSTO	0	3.29	13.63	23.87	33.95
DECENA 23	AGOSTO	0	2.72	12.89	23.05	32.86
DECENA 24	AGOSTO	0	16.73	38.60	60.48	81.59
DECENA 25	SEPTIEMBRE	0	10.01	28.03	46.05	63.44
DECENA 26	SEPTIEMBRE	0	20.73	49.93	79.12	107.30
DECENA 27	SEPTIEMBRE	0	20.48	41.88	63.28	83.94
DECENA 28	OCTUBRE	0	13.76	28.87	43.98	58.56
DECENA 29	OCTUBRE	0	7.74	26.22	44.70	62.53
DECENA 30	OCTUBRE	0	4.45	16.48	23.52	40.13
DECENA 31	NOVIEMBRE	1.95	9.49	17.30	25.11	32.65
DECENA 32	NOVIEMBRE	0	.66	6.35	12.04	17.53
DECENA 33	NOVIEMBRE	0	1.48	6.17	10.85	15.37
DECENA 34	DICIEMBRE	0	1.44	5.35	9.27	13.05
DECENA 35	DICIEMBRE	0	2.30	9.83	17.36	24.63
DECENA 36	DICIEMBRE	0	2.24	6.67	11.41	15.39

ESTACION LA PIEDAD PROYECTO SAN FERNANDO TAMP.

GRAFICA 2 B



ESTACION MENDEZ

ENTIDAD TAMAULIPAS

AJUSTE DISTRIBUCION NORMAL A PRECIPITACION DECENAL

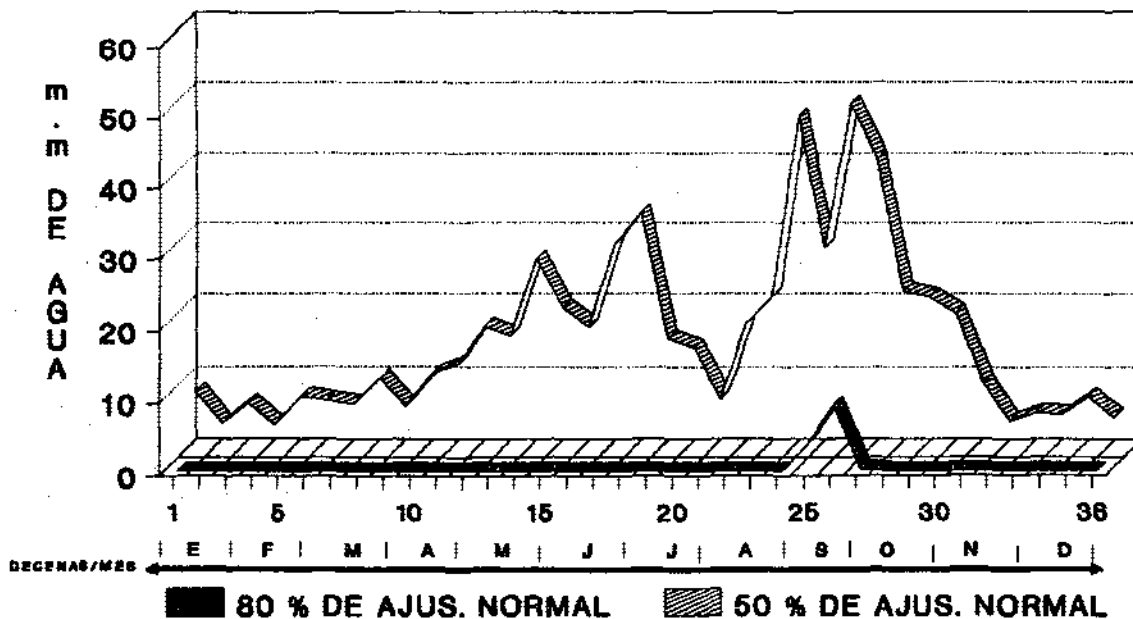
PROBABILIDADES DE PRECIPITACION (MILIMETROS DE AGUA)

CUADRO 4.C

			80.0%	66.6%	50.0%	33.3%	20.0%
DECENA	1	ENERO	0	1.62	8.45	15.27	21.86
DECENA	2	ENERO	0	.24	4.03	7.83	11.49
DECENA	3	ENERO	0	0	6.84	15.43	23.72
DECENA	4	FEBRERO	0	1.13	3.81	6.50	9.09
DECENA	5	FEBRERO	0	2.05	7.67	13.29	18.71
DECENA	6	FEBRERO	0	1.72	7.15	12.57	17.81
DECENA	7	MARZO	0	.95	6.68	12.38	17.90
DECENA	8	MARZO	0	2.78	10.28	17.78	25.02
DECENA	9	MARZO	0	1.43	6.44	11.45	16.28
DECENA	10	ABRIL	0	2.89	10.93	18.95	26.72
DECENA	11	ABRIL	0	4.79	12.35	19.92	27.21
DECENA	12	ABRIL	0	4.86	17.46	30.06	42.22
DECENA	13	MAYO	0	5.90	16.16	26.42	36.32
DECENA	14	MAYO	0	10.82	26.79	42.76	58.18
DECENA	15	MAYO	0	7.13	20.05	32.97	45.44
DECENA	16	JUNIO	0	5.69	17.38	29.06	40.34
DECENA	17	JUNIO	0	10.67	29.01	47.35	65.04
DECENA	18	JUNIO	0	6.92	33.36	59.81	85.33
DECENA	19	JULIO	0	3.75	15.78	27.81	39.43
DECENA	20	JULIO	0	0	14.45	32.45	49.82
DECENA	21	JULIO	0	2.13	7.41	12.68	17.78
DECENA	22	AGOSTO	0	0	17.92	37.94	57.25
DECENA	23	AGOSTO	0	4.20	21.56	38.92	55.67
DECENA	24	AGOSTO	0	13.53	47.05	80.57	112.91
DECENA	25	SEPTIEMBRE	3.91	15.94	28.40	40.87	52.90
DECENA	26	SEPTIEMBRE	9.20	28.68	48.87	69.06	88.54
DECENA	27	SEPTIEMBRE	0	10.62	41.05	71.48	100.84
DECENA	28	OCTUBRE	0	7.95	22.29	36.62	50.45
DECENA	29	OCTUBRE	0	9.28	21.52	33.75	45.56
DECENA	30	OCTUBRE	0	5.15	19.30	33.45	47.10
DECENA	31	NOVIEMBRE	0	1.77	9.77	17.78	25.50
DECENA	32	NOVIEMBRE	0	0	4.40	12.29	19.90
DECENA	33	NOVIEMBRE	0	1.24	5.60	9.95	14.16
DECENA	34	DICIEMBRE	0	0	5.31	10.65	15.81
DECENA	35	DICIEMBRE	0	0	7.76	15.68	23.33
DECENA	36	DICIEMBRE	0	.10	4.90	9.70	14.33

ESTACION MENDEZ PROYECTO SAN FERNANDO TAMP.

GRAFICA 2 C



ISOPROBABILIDAD DE OCURRENCIA DE LLUVIA

ESTACION REYNOSA

ENTIDAD TAMAULIPAS

AJUSTE DISTRIBUCION NORMAL A PRECIPITACION DECENAL

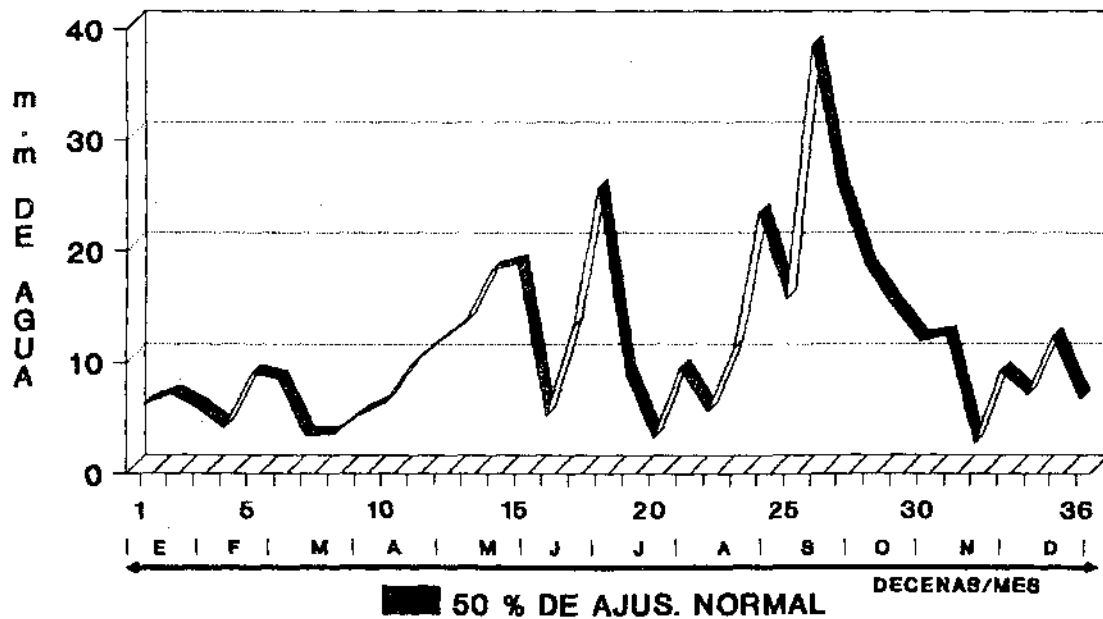
PROBABILIDADES DE PRECIPITACION (MILIMETROS DE AGUA)

CUADRO 4 D

			80.00%	66.6%	50.0%	33.3%	20.0%
DECENA	1	ENERO	0	1.10	5.86	10.62	15.22
DECENA	2	ENERO	0	1.98	6.74	11.49	16.08
DECENA	3	ENERO	0	2	5.48	8.97	12.34
DECENA	4	FEBRERO	0	.94	3.71	6.49	9.16
DECENA	5	FEBRERO	0	3.53	8.62	13.71	18.62
DECENA	6	FEBRERO	0	3.14	8.04	12.94	17.67
DECENA	7	MARZO	0	.37	2.98	5.58	8.10
DECENA	8	MARZO	0	.10	3.03	6.02	8.90
DECENA	9	MARZO	0	1.32	4.88	8.43	11.86
DECENA	10	ABRIL	0	1	6.01	11.02	15.86
DECENA	11	ABRIL	0	1.61	9.43	17.25	24.80
DECENA	12	ABRIL	0	3.09	11.48	19.86	27.96
DECENA	13	MAYO	0	1.15	13.29	25.44	37.16
DECENA	14	MAYO	0	2.78	17.87	32.95	47.51
DECENA	15	MAYO	0	6.34	18.52	38.69	42.45
DECENA	16	JUNIO	0	.87	4.82	8.77	12.58
DECENA	17	JUNIO	0	2.93	12.74	22.55	32.02
DECENA	18	JUNIO	0	8.96	25.33	41.69	57.49
DECENA	19	JULIO	0	2.35	8.62	13.90	19.47
DECENA	20	JULIO	0	0	2.85	6.46	9.94
DECENA	21	JULIO	0	0	9.11	18.65	27.86
DECENA	22	AGOSTO	0	.29	5.15	10.01	14.70
DECENA	23	AGOSTO	0	2.84	10.91	18.97	26.76
DECENA	24	AGOSTO	0	4.09	23.07	42.04	60.36
DECENA	25	SEPTIEMBRE	0	4.22	15.32	26.42	37.13
DECENA	26	SEPTIEMBRE	0	10.37	38.23	66.88	92.97
DECENA	27	SEPTIEMBRE	0	12.46	25.44	38.42	58.95
DECENA	28	OCTUBRE	0	0	18.19	37.22	55.59
DECENA	29	OCTUBRE	0	1.66	14.57	27.49	39.95
DECENA	30	OCTUBRE	0	2.54	11.51	20.49	29.15
DECENA	31	NOVIEMBRE	0	4.16	12	19.83	27.39
DECENA	32	NOVIEMBRE	0	.24	2.32	4.40	6.41
DECENA	33	NOVIEMBRE	0	3.39	8.81	14.23	19.45
DECENA	34	DICIEMBRE	0	1.63	6.67	11.71	16.57
DECENA	35	DICIEMBRE	0	.62	11.91	23.20	34.10
DECENA	36	DICIEMBRE	0	1.09	6.28	11.47	16.47

ESTACION REYNOSA PROYECTO SAN FERNANDO TAMP.

GRAFICA 2 D



ISOPROBABILIDAD DE OCURRENCIA DE LLUVIA

ESTACION B.R.D. 2.11

ENTIDAD TAMAULIPAS

AJUSTE DISTRIBUCION NORMAL A PRECIPITACION DECENAL

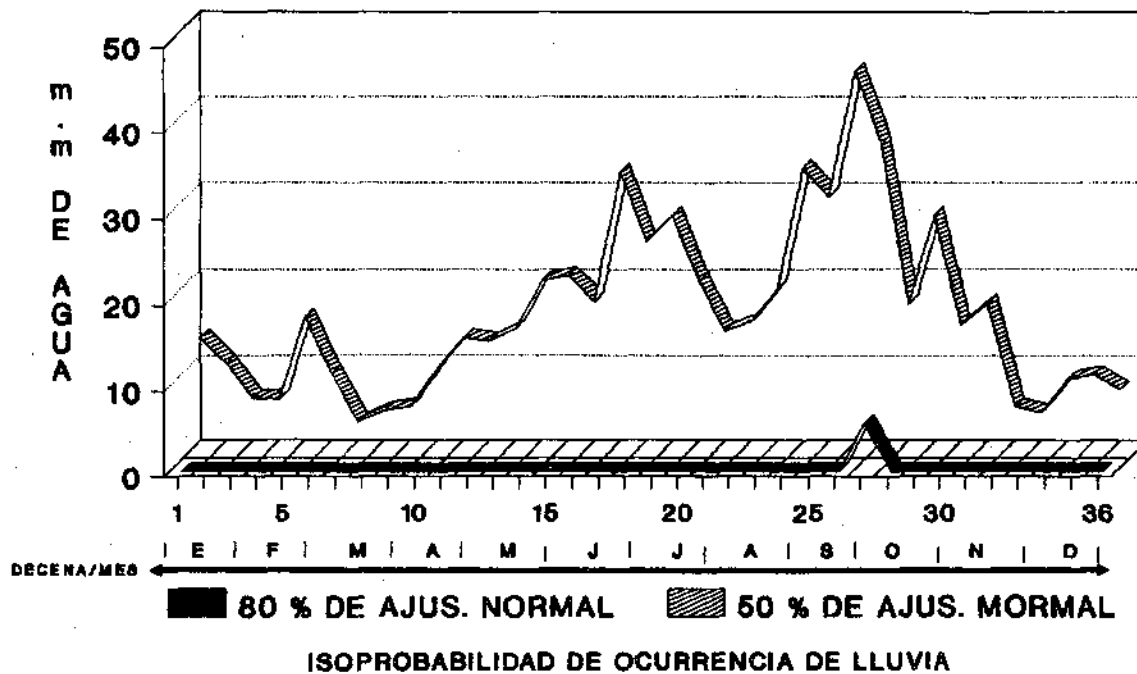
PROBABILIDADES DE PRECIPITACION (MILIMETROS DE AGUA)

CUADRO 4 E

			80.0%	66.6%	50.0%	33.3%	20.0%
DECENA	1	ENERO	0	1.63	13.60	25.58	37.13
DECENA	2	ENERO	0	3.33	10.66	17.98	25.06
DECENA	3	ENERO	0	2.85	6.45	10.05	13.52
DECENA	4	FEBRERO	0	2.76	6.31	9.87	13.30
DECENA	5	FEBRERO	0	4.18	16.08	27.99	39.47
DECENA	6	FEBRERO	0	2.31	9.32	16.32	23.08
DECENA	7	MARZO	0	.32	3.69	7.06	10.31
DECENA	8	MARZO	0	.86	5.09	9.32	13.40
DECENA	9	MARZO	0	.52	5.47	10.43	15.21
DECENA	10	ABRIL	0	.30	9.98	19.66	29
DECENA	11	ABRIL	0	0	13.53	28.63	43.20
DECENA	12	ABRIL	0	2.12	13.19	24.26	34.95
DECENA	13	MAYO	0	0	14.67	32.11	48.95
DECENA	14	MAYO	0	8.17	20.21	32.25	43.86
DECENA	15	MAYO	0	8.91	20.77	32.63	44.08
DECENA	16	JUNIO	0	2.91	17.81	32.72	47.10
DECENA	17	JUNIO	0	11.50	32.83	54.16	74.75
DECENA	18	JUNIO	0	10.59	24.81	39.04	52.77
DECENA	19	JULIO	0	3.05	27.85	52.66	76.59
DECENA	20	JULIO	0	5.03	20.20	35.36	49.99
DECENA	21	JULIO	0	4.65	14.45	24.26	33.73
DECENA	22	AGOSTO	0	3.86	15.53	27.20	38.46
DECENA	23	AGOSTO	0	7.36	19.35	31.34	42.92
DECENA	24	AGOSTO	0	12.25	33.21	54.16	74.39
DECENA	25	SEPTIEMBRE	0	12.32	29.97	47.62	64.65
DECENA	26	SEPTIEMBRE	0	18.21	44.64	71.06	96.56
DECENA	27	SEPTIEMBRE	5.68	20.66	36.18	51.70	66.67
DECENA	28	OCTUBRE	0	6.88	17.60	28.32	38.66
DECENA	29	OCTUBRE	0	5.99	27.74	49.49	70.48
DECENA	30	OCTUBRE	0	.89	15.22	29.55	43.38
DECENA	31	NOVIEMBRE	0	8.35	17.67	26.98	35.97
DECENA	32	NOVIEMBRE	0	.38	5.47	10.55	15.46
DECENA	33	NOVIEMBRE	0	1.26	4.76	8.26	11.64
DECENA	34	DICIEMBRE	0	2.30	8.70	15.10	21.27
DECENA	35	DICIEMBRE	0	2.75	9.29	15.83	22.14
DECENA	36	DICIEMBRE	0	2.76	7.49	12.22	16.79

ESTACION B.R.B.2.11 PROYECTO SAN FERNANDO TAMP.

GRAFICA 2 E



ESTACION S.J.3.63

ENTIDAD TAMAULIPAS

AJUSTE DISTRIBUCION NORMAL A PRECIPITACION DECENAL

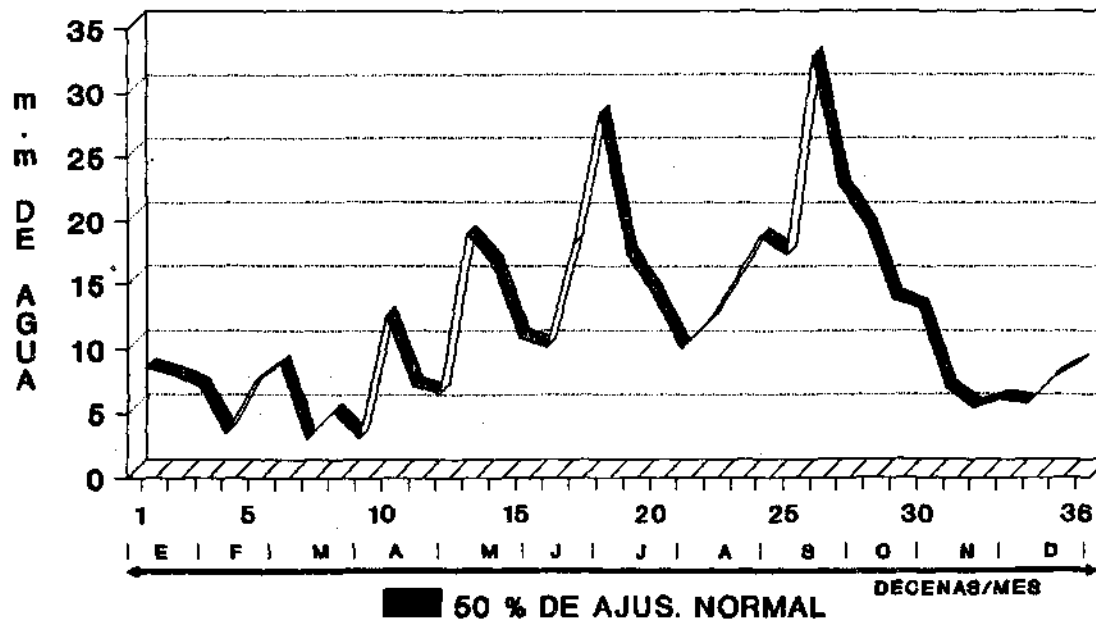
PROBABILIDADES DE PRECIPITACION (MILIMETROS DE AGUA)

CUADRO 4 F

			80.00%	66.6%	50.0%	33.3%	20.0%
DECENA	1	ENERO	0	0	8.20	17.38	26.23
DECENA	2	ENERO	0	1.61	7.62	13.64	19.44
DECENA	3	ENERO	0	2.44	6.72	11	15.13
DECENA	4	FEBRERO	0	0	3.12	6.62	10
DECENA	5	FEBRERO	0	0	6.94	14.03	20.87
DECENA	6	FEBRERO	0	1.01	8.55	16.10	23.38
DECENA	7	MARZO	0	.23	2.64	5.05	7.37
DECENA	8	MARZO	0	0	4.77	10.50	16.03
DECENA	9	MARZO	0	0	2.72	5.84	8.84
DECENA	10	ABRIL	0	2.37	12.24	22.11	31.64
DECENA	11	ABRIL	0	0	6.78	14.10	21.16
DECENA	12	ABRIL	0	0	6.24	12.83	19.18
DECENA	13	MAYO	0	1.50	18.55	35.60	52.06
DECENA	14	MAYO	0	6.61	16.19	27.36	37.38
DECENA	15	MAYO	0	.78	10.52	20.26	29.66
DECENA	16	JUNIO	0	0	9.82	19.70	29.23
DECENA	17	JUNIO	0	2.46	17.81	33.15	47.97
DECENA	18	JUNIO	0	6.43	28.03	49.62	70.46
DECENA	19	JULIO	0	0	17.05	37.90	58.03
DECENA	20	JULIO	0	0	13.80	27.83	41.37
DECENA	21	JULIO	0	0	9.70	22.24	34.35
DECENA	22	AGOSTO	0	2.88	11.68	20.48	28.97
DECENA	23	AGOSTO	0	1.62	14.82	28.02	40.76
DECENA	24	AGOSTO	0	0	18.38	39.26	59.41
DECENA	25	SEPTIEMBRE	0	1.19	16.94	32.68	47.87
DECENA	26	SEPTIEMBRE	0	8.28	32.49	56.69	80.05
DECENA	27	SEPTIEMBRE	0	2.82	22.40	41.98	60.88
DECENA	28	OCTUBRE	0	4.98	19.14	33.31	46.98
DECENA	29	OCTUBRE	0	.76	13.52	26.27	38.56
DECENA	30	OCTUBRE	0	2.83	12.83	22.82	32.47
DECENA	31	NOVIEMBRE	0	1.56	6.54	11.51	16.32
DECENA	32	NOVIEMBRE	0	0	5.04	12.36	19.43
DECENA	33	NOVIEMBRE	0	0	5.66	11.59	17.32
DECENA	34	DICIEMBRE	0	1	5.36	9.72	13.92
DECENA	35	DICIEMBRE	0	1	7.38	13.76	19.91
DECENA	36	DICIEMBRE	0	0	8.61	17.84	26.74

ESTACION S.J.3.63 PROYECTO SAN FERNANDO TAMP.

GRAFICA 2 F



ISOPROBABILIDAD DE OCURRENCIA DE LLUVIA

Con los cuadros elaborados (ND 5,6,7), se construyen gráficas (climogramas) para hacer más objetivo el método (gráficas 3, 4, 5).

Como las estaciones analizadas presentan poca variación en la temperatura y en la precipitación, la clasificación de estas originó el mismo resultado para las tres.

Por categoría de humedad se considera seco (PH), por régimen de humedad nula demasía de agua (SA), por categoría de temperatura cálido (TA), régimen de temperatura normal de calor (VA).

La clasificación que se ha adquirido con este método representa las condiciones generales que predominan en la zona, pero el hecho que se presenta de acumulación de humedad en el perfil del suelo, como reserva de humedad para el desarrollo del cultivo, originado de las prácticas agrícolas efectuadas de arroje de humedad, por la destrucción del fenómeno de capilaridad por pasos de rastra, así como por los tipos de suelos que presenta la zona, no se aprecia en este método, en razón de que la evapotranspiración que resulta es demasiado alta para ser compensada con la precipitación, lo que origina una deficiencia de humedad en todo el año, ocasionando que la humedad almacenada y el movimiento de agua en el suelo den un valor de cero.

4.3.5.- SUELOS.

La influencia de los determinados tipos de suelos que se presentan en el área de influencia de las estaciones meteorológicas de la zona en relación a la capacidad que muestran los mismos, en la conservación de humedad en el perfil del suelo para alcanzar a subsanar las deficiencias de humedad en el ciclo del cultivo, muestran las características siguientes por estación:

1.- Estación San Fernando.

Se encuentra situada en la unidad de suelos Vertisol Pellico, presenta una textura fina con pendientes del 1%, con una profundidad en el perfil de 100 a 150 cm., drenaje interno imperfecto, permeabilidad lenta sin riesgo de erosión.

Estos suelos por las características físicas que presenta la textura de expandirse en húmedos, retienen bastante agua, que se puede perder con rapidez, ya que estos suelos al perder humedad se agrietan originando pérdidas altas por capilaridad, problema que se puede subsanar con prácticas agrícolas de rastreo, subsoleo etc.

SECRETARIA DE AGRICULTURA Y RECURSOS HIDRAULICOS
COMISION NACIONAL DEL AGUA
GERENCIA REGIONAL LERMA-BALSAS

FECHA: 10-16-1992

CALCULO DEL CLIMA POR EL
(1 2º SISTEMA DE THORNTONITE)

ESTACION: SAN FERNANDO
LATITUD : 25 ° 1 ' 0 ''N
LONGITUD: 98 ° 45 ' 0 ''WG
ALTITUD : 80 ASNM

UBICADA EN EL ESTADO DE TAMAULIPAS

CUADRO Nº 5

PERIODO: 1955-1979

CONCEPTO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	CLAVE	ANUAL
TE(OC)	16.10	18.30	21.30	25.10	27.50	28.80	29.30	29.70	28.00	24.40	20.20	17.10	TEA	23.82
PR(cm)	2.45	2.44	2.01	3.53	6.86	9.17	5.24	8.16	13.37	6.24	2.22	2.01	PPA	63.70
ICM	5.87	7.13	8.97	11.50	13.21	14.77	14.54	14.84	13.58	11.02	8.28	6.43	ICA	129.55
EV(cm)	3.06	4.49	7.07	11.54	13.97	14.61	14.87	15.08	14.21	10.61	6.93	3.67		
FC	0.93	0.89	1.03	1.06	1.15	1.14	1.17	1.12	1.02	0.99	0.91	0.91		
EP(cm)	2.85	4.00	7.28	12.23	16.06	16.66	17.40	16.89	14.50	10.50	5.49	3.34	EPA	127.49
MA(cm)	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00		
HA(cm)	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00		
DA(cm)	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	DAA	0.00
DE(cm)	0.40	1.56	5.27	8.70	9.20	7.49	12.16	8.73	1.13	4.26	3.27	1.33	DEA	63.49
EA(cm)	2.45	2.44	2.01	3.53	6.86	9.17	5.24	8.16	13.37	6.24	2.22	2.01		
ES(cm)	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00		
WP	-0.14	-0.39	-0.72	-0.71	-0.57	-0.45	-0.70	-0.52	-0.08	-0.41	-0.60	-0.40		

* FORMULA DEL CLIMA *

CONCEPTO

CLAVE

DESCRIPCION

IH = 100 x DAA / EPA =

0.00 %

CATEGORIA DE HUMEDAD

PH SECO

IA = 100 x DEA / EPA =

49.92 %

REGIMEN DE HUMEDAD

SA PEQUEÑA O NULA DEMASIA DE AGUA

IP = IH - 0.5 (IA) =

-29.95 %

CATEGORIA DE TEMPERATURA

TA CALIDO

CT = 100 x SUM (EPW) / EPA =

40.86 %

REGIMEN DE TEMPERATURA

VA CONCENTRACION NORMAL DE CALOR EN VERANO

SIMBOLOGIA

(TE) TEMPERATURA

(DA) DEMASIA DE AGUA

(PR) PRECIPITACION

(DE) DEFICIENCIA DE AGUA

(ICM) INDICE DE CALOR MENSUAL

(ER) EVAPOTRANSPIRACION POTENCIAL

(EV) EP SIN CORREGIR

(ES) ESCURRIMIENTO

(FC) FACTOR DE CORRECCION POR LATITUD

(PR) RELACION PLUVIAL

(EP) EVAPOTRANSPIRACION POTENCIAL

(IH) INDICE DE HUMEDAD

(MA) MOVIMIENTO DE AGUA EN EL SUELO

(IA) INDICE DE ARIDEZ

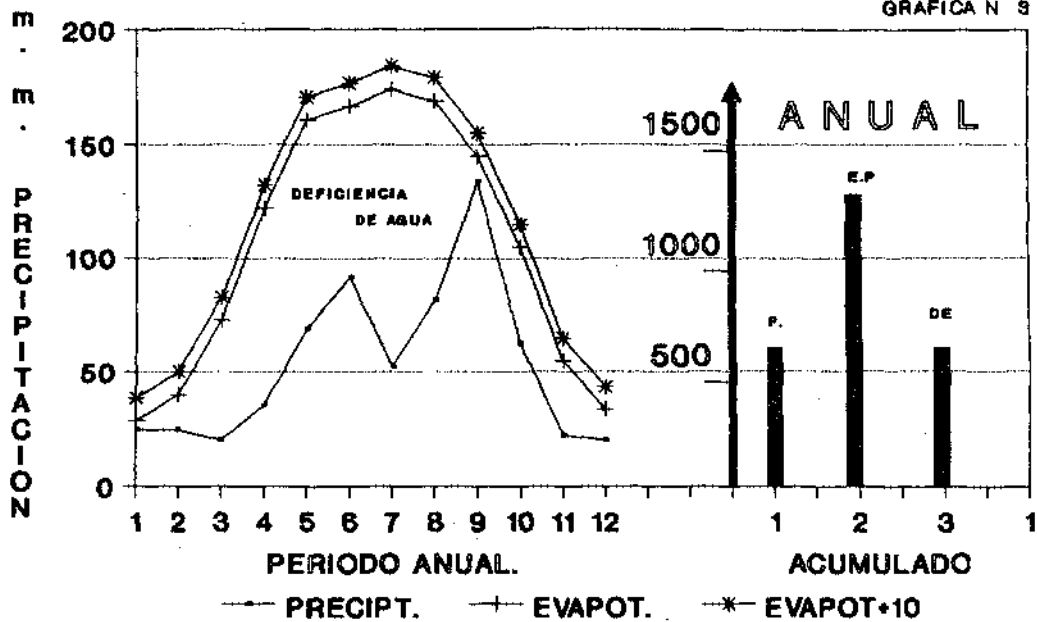
(HA) HUMEDAD ALMACENADA

(IP) INDICE PLUVIAL

(CT) CONCENTRACION TERMICA EN EL VERANO

CLIMOGRAMA DE THORNTHWAITE ESTACION SAN FERNANDO TAMP.

GRAFICA N 9



SECRETARIA DE AGRICULTURA Y RECURSOS HIDRAULICOS
COMISION NACIONAL DEL AGUA
GERENCIA REGIONAL LERMA-BALSAS

FECHA: 10-16-1992

CALCULO DEL CLIMA POR EL
((29 SISTEMA DE THORNTHWAITE))

ESTACION: LA PIEDAD
LATITUD : 25 ° 1 ' 0 " N
LONGITUD : 98 ° 45 ' 0 " W
ALTITUD : 80 msnm

UBICADA EN EL ESTADO DE TAMAULIPAS

CUADRO N° 6

PERIODO: 1955-1979

CONCEPTO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	CLAVE	ANUAL
TE(OC)	15.00	16.20	21.10	24.80	26.80	28.70	29.20	29.40	27.80	24.40	19.90	16.70	TEA	23.33
PR(cm)	2.83	2.43	1.70	5.45	5.81	9.38	5.55	8.19	12.96	7.33	3.39	2.54	PRA	67.96
ICM	5.20	5.93	8.85	11.30	12.70	14.09	14.47	14.62	13.43	11.02	8.10	6.21	ICA	125.98
EV(cm)	2.64	3.30	7.05	11.22	13.63	14.56	14.82	14.92	14.11	10.71	5.96	3.60		
FC	0.93	0.89	1.03	1.06	1.15	1.14	1.17	1.12	1.02	0.99	0.91	0.91		
EP(cm)	2.46	2.93	7.26	11.90	15.67	16.60	17.34	16.71	14.39	10.60	5.42	3.27	EPA	124.57
HA(cm)	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00		
HA(cm)	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00		
DA(cm)	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	DA	0.00
DE(cm)	0.00	0.10	5.56	6.45	9.86	7.22	11.78	8.52	1.43	3.27	2.03	0.73	DEA	56.98
ER(cm)	2.46	2.83	1.70	5.45	5.81	9.38	5.55	8.19	12.96	7.33	3.39	2.54		
ES(cm)	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00		
RP	0.15	-0.04	-0.77	-0.54	-0.63	-0.44	-0.68	-0.51	-0.10	-0.31	-0.37	-0.22		

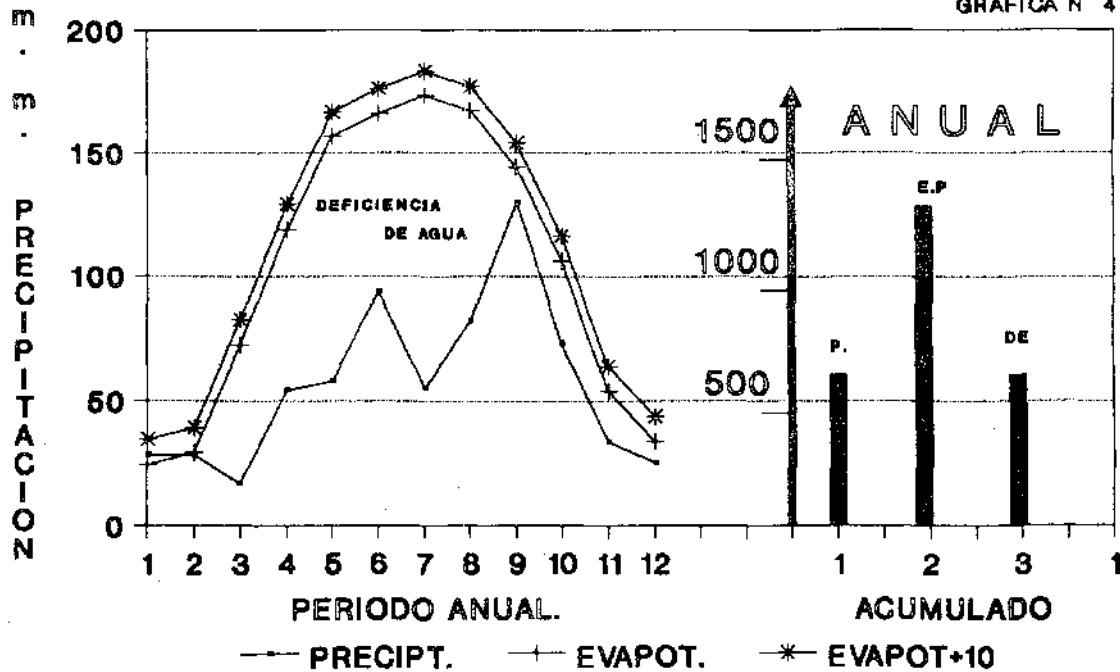
		* FORMULA DEL CLIMA *	
CONCEPTO	CLAVE	DESCRIPCION	
IA = 100 x DA / EPA =		0.00 %	CATEGORIA DE HUMEDAD
IA = 100 x DE / EPA =		45.74 %	REGIMEN DE HUMEDAD
IP = IA - 0.6 (IA) =		-27.45 %	CATEGORIA DE TEMPERATURA
CT = 100 x SUM (EPN) / EPA =		40.66 %	REGIMEN DE TEMPERATURA
	PH	SECO	
	SA	PEQUEÑA O NULA DEMASIA DE AGUA	
	TA	CALIDO	
	VA	CONCENTRACION NORMAL DE CALOR EN VERANO	

SIMBOLOGIA

(TE) TEMPERATURA	(DA) DEMASIA DE AGUA
(PR) PRECIPITACION	(DE) DEFICIENCIA DE AGUA
(ICM) INDICE DE CALOR MENSUAL	(ER) EVAPOTRANSPIRACION POTENCIAL
(EV) EP SIN CORREGIR	(ES) ESCURTIMIENTO
(FC) FACTOR DE CORRECCION POR LATITUD	(PR) RELACION PLUVIAL
(EP) EVAPOTRANSPIRACION POTENCIAL	(IA) INDICE DE HUMEDAD
(HA) MOVIMIENTO DE AGUA EN EL SUELO	(IA) INDICE DE ARIDEZ
(HA) HUMEDAD ALMACENADA	(IP) INDICE PLUVIAL
(CT) CONCENTRACION TERMICA EN EL VERANO	

CLIMOGRAMA DE THORNTHWAITE ESTACION LA PIEDAD TAMP.

GRAFICA N 4



SECRETARIA DE AGRICULTURA Y RECURSOS HIDRAULICOS
 COMISION NACIONAL DEL AGUA
 GERENCIA REGIONAL LERMA-BALSAS

FECHA: 10-16-1992

CALCULO DEL CLIMA POR EL
 ((2º SISTEMA DE THORNTHWAITE))

ESTACION: MENDEZ
 LATITUD : 25 ° 4 ' 0 ''N
 LONGITUD: 98 ° 45 ' 0 ''WG
 ALTITUD : 80 asnm

UBICADA EN EL ESTADO DE TAMAULIPAS

CUADRO N° 7

PERIODO: 1955-1979

CONCEPTO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	CLAVE	ANUAL
TE(°C)	15.89	18.32	21.83	25.74	27.62	29.27	29.30	29.71	27.71	23.93	19.69	16.81	TEA	23.80
PR(cm)	1.93	1.86	2.34	4.07	6.30	7.98	3.76	0.85	11.85	6.31	1.98	1.80	PAR	58.83
ICM	5.76	7.14	9.31	11.95	13.15	14.52	14.54	14.85	13.36	10.70	7.97	6.27	ICR	129.53
EV(cm)	2.95	6.51	7.64	12.44	13.93	14.86	14.87	15.89	14.07	10.01	5.59	3.48		
FC	0.93	0.89	1.03	1.05	1.15	1.14	1.17	1.12	1.02	0.99	0.91	0.91		
EP(cm)	2.74	4.01	7.84	13.19	16.01	16.94	17.40	16.90	14.35	9.91	5.09	3.17	EPA	127.54
MA(cm)	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00		
HA(cm)	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	DAA	3.00
DE(cm)	0.01	2.15	5.50	9.12	9.71	8.96	13.64	8.25	2.50	3.60	3.11	1.37	DEA	68.71
ER(cm)	1.93	1.86	2.34	4.07	6.30	7.98	3.76	0.85	11.85	6.31	1.98	1.80		
ES(cm)	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00		
RP	-0.30	-0.54	-0.70	-0.69	-0.61	-0.53	-0.78	-0.49	-0.17	-0.36	-0.61	-0.43		

CONCEPTO	CLAVE	* FORMULA DEL CLIMA *	DESCRIPCION
IA = 100 x DAA / EPA =	0.00 %	CATEGORIA DE HUMEDAD	PH SECO
IA = 100 x DEA / EPA =	53.87 %	REGIMEN DE HUMEDAD	SA PEQUENA O NULA DEMASIA DE AGUA
IP = IM - 0.6 (IA) =	-32.32 %	CATEGORIA DE TEMPERATURA	TA CALIDO
CT = 100 x SUM (EPN) / EPA =	40.57 %	REGIMEN DE TEMPERATURA	VA CONCENTRACION NORMAL DE CALOR EN VERANO

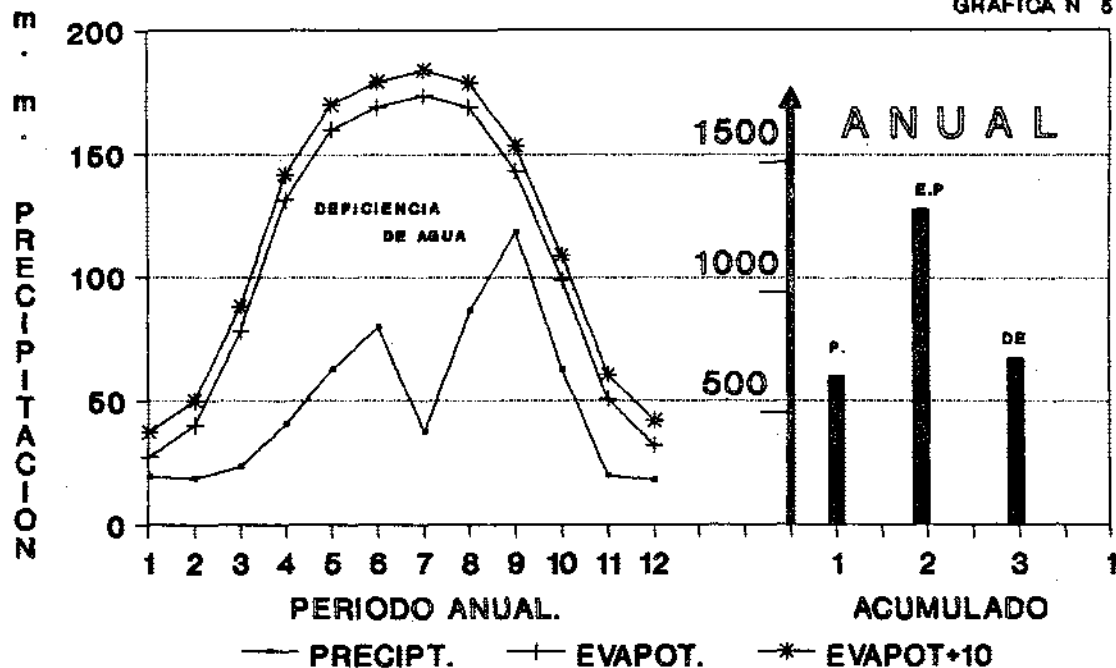
SIMBOLOGIA

(TE) TEMPERATURA	(DA) DEMASIA DE AGUA
(PR) PRECIPITACION	(DE) DEFICIENCIA DE AGUA
(ICM) INDICE DE CALOR MENSUAL	(ER) EVAPOTRANSPIRACION POTENCIAL
(EV) EP SIN CORREGIR	(ES) ESCURRIENTO
(FC) FACTOR DE CORRECCION POR LATITUD	(PR) RELACION PLUVIAL
(EP) EVAPOTRANSPIRACION POTENCIAL	(IM) INDICE DE HUMEDAD
(MA) MOVIMIENTO DE AGUA EN EL SUELO	(IA) INDICE DE ARIDEZ
(HA) HUMEDAD ALMACENADA	(IP) INDICE PLUVIAL
(CT) CONCENTRACION TERMICA EN EL VERANO	

INSTITUTO NACIONAL DE ESTADISTICA Y CENSOS
 COMISION NACIONAL DEL AGUA
 GERENCIA REGIONAL LERMA-BALSAS

CLIMOGRAMA DE THORNTHWAITE ESTACION MENDEZ TAMP.

GRAFICA N 5



2.- Estación La Piedad.

Se encuentra localizada en la misma unidad de suelos, que la estación de San Fernando y las consideraciones son las mismas.

3.- Estación Méndez y Reynosa.

Se encuentra localizadas en la unidad Xerosol Calcárico, en asociación de Faeozem Calcárico, con una textura media, suelos francos, con pendientes del 2 al 20%, con profundidad de 60 a 100 cm., con fase lítica, drenaje interno bueno y permeabilidad moderada. Este tipo de suelo presenta buena retención de humedad, por su escasa profundidad, se debe limitar las prácticas agrícolas a suelos mayores de 50 cm., que generalmente son de pendiente baja. La estación Reynosa presenta una profundidad mayor en el perfil, pero las consideraciones son las mismas.

4.- Estaciones B.R.B. 211 Y S.J. 363

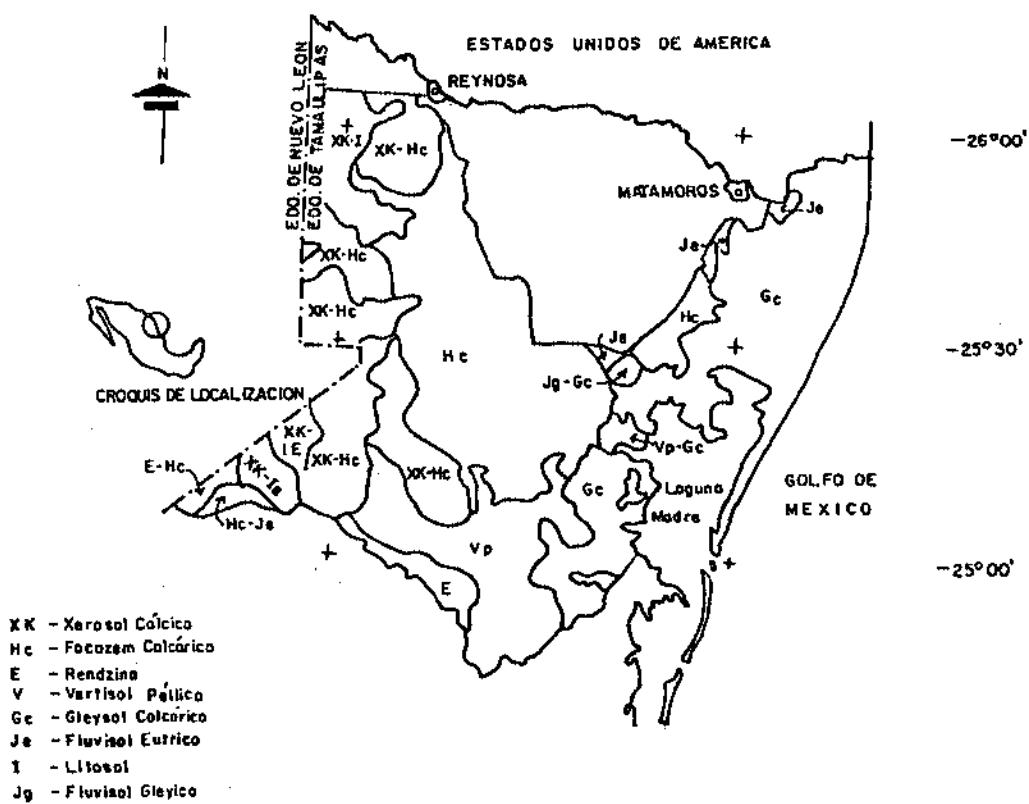
Se encuentran localizadas en la unidad de suelos Faeozem Calcárico, con una textura media, pendientes del 0.1%, con profundidad de 100 cm., drenaje interno bueno y permeabilidad moderada, estos suelos presentan buena retención de humedad, que se puede perder por efecto de capilaridad y percolación, evitando esto con adición de residuos de cosecha para retener humedad y rastreos para el fenómeno de capilaridad.

En la lámina N°4 se puede observar los distintos tipos de unidades de suelos que dominan la zona.

4.3.6.- CAMBIO DE CULTIVO Y PRACTICAS CULTURALES.

El análisis en relación a la agricultura, en la zona estudiadas, se efectuó en el cultivo que ocupa la mayor extensión de la superficie agrícola explotada. Históricamente el cultivo que ocupó la mayor extensión de la superficie sembrada era el algodón, pero las medidas económicas (crisis por la introducción de las fibras sintéticas al mercado) y las fitosanitarias tomadas en la zona por el ataque de plagas y enfermedades resistentes, empezaron a reducir la superficie, originando un cambio por otro cultivo que no presentara estos problemas y con características fisiológicas semejantes en cuanto a la adaptación problemas climatológicos que presentaba el algodón.

En el lapso medio de la década de los 50s, el sorgo empezó a cultivarse en extensiones de 1000 a 1500 ha desplazando con el tiempo el cultivo del algodón. En el término de la década de los 60s, la superficie sembrada ocupaba 103,000 ha., con la incorporación de áreas nuevas de montes y pastizales abiertas al cultivo, en el término de la década de los 70s, se tiene una aproximación a las 200,000 ha, al principio de los 80s la



LAMINA 4 DELINEAMIENTO DE UNIDADES DE SUELOS

superficie abierta al cultivo son aproximadamente 300,000 ha, con un potencial de superficie cercano a un millón de ha. (anónimo, SARH 1984).

En esta zona, el cultivo de mayor importancia es el sorgo de barbecho (99% del total de la superficie) en el ciclo invierno primavera).

El término barbecho se emplea en la zona, para designar un sistema de conservación de humedad por medio del cual la tierra es cultivada pero no sembrada, creando óptimas condiciones para el almacenamiento del agua y permite que la precipitación de otoño sea mantenida en reserva para el cultivo del siguiente ciclo (invierno-primavera), mediante el rompimiento de la capilaridad del suelo.

Por las condiciones climáticas que prevalecen en la región, la producción de granos está basada en el sistema de cultivo de barbecho, fundamentado en el patrón siguiente:

- a).- Cosecha de sorgo para grano (Mayo-Junio)
- b).- Labores del suelo para acelerar la descomposición de los residuos del cultivo.
- c).- Ciclo primavera-verano (tardío) alrededor del 10% de la superficie se siembra.
- d).- Superficie sin sembrar (en barbecho) recibe labores culturales para controlar malas hierbas y almacenar humedad.
- e).- Labores de preparación del suelo para la siembra del ciclo otoño-invierno (temprano) seis meses después de la cosecha.
- f).- Cultivan sorgo
- g).- Repiten el ciclo

4.3.7.- CARACTERÍSTICAS DEL CULTIVO.

En las regiones cálidas, subhúmedas y semiáridas, el sorgo constituye el principal cultivo de granos para pienso. Es una planta que produce altos rendimientos cuando dispone de agua suficiente durante su desarrollo y produce rendimientos económicos aún cuando el agua escasea en las épocas críticas y con la cual otros cultivos no prosperan o no es costeable, es muy resistente a la deshidratación, su sistema radicular fibroso es muy extenso teniendo un ritmo de transpiración eficaz y características foliares de las xerófitas, que retardan la pérdida de agua en la planta, su rendimiento en condiciones adversas le otorgan un valor por encima de lo económico y permite que un sistema agrícola sea más estable.

Estudios realizados por Slatyer (1958), indican que el sorgo muestra una extraordinaria adaptación a condiciones severas de sequía, por tener un sistema radicular más desarrollado y el más efectivo control interno de la transpiración. Cuando la humedad del suelo no es suficiente, éste tiende a permanecer en estado de latencia.

Kursanov (1956), Ilhin (1957). examinando la resistencia a la sequía, consideran que influyen muchos factores, entre los que figuran aquellos que demoran la deshidratación, como la eficiencia de las superficies absorbentes, el sistema conductor del agua, estructura de las hojas, sistema radicular profundo y ampliamente extendido, pequeñas superficies transpirantes respecto a las que presenta la raíz, reducción del área de la hoja al desarrollarse el déficit severo de humedad, estomas en un número pequeño o hundidos y gruesas capas cuticulares contribuyen a que las plantas puedan evitar o tolerar periodos de deficiencia de humedad, criterios que son reafirmados por otros investigadores (Carroull P. Willsie).

Los períodos críticos del cultivo de sorgo con respecto a la tensión de humedad del suelo, se expresa en la siguiente secuencia:

Aparición de las raíces secundarias y ahijamiento hasta la fase de formación de las vainas) Formación de las cabezuelas, formación del grano) Periodo del desarrollo del grano.

4.3.8.- PREDICCIÓN DEL RENDIMIENTO EN RELACION A LA HUMEDAD ACUMULADA, EVAPOTRANSPIRACION, PRECIPITACION Y CICLO VEGETATIVO DEL SORGO.

4.3.8.1.- HUMEDAD DISPONIBLE.

Con estos conceptos anteriores de las características de los suelos, en las diferentes estaciones de la zona, se estimó la humedad disponible en el perfil del suelo ó sea la reserva de agua utilizable (RU) por los cultivos, la cual se estimó con la relación.

$$RU = (PCC - PMP) \cdot Da \cdot Pr$$

Donde:

PCC = Porcentaje de humedad a capacidad de campo.

PMP = porcentaje de humedad a punto de marchitamiento permanente.

Da = Densidad aparente

Pr = Profundidad radicular Sorgo = Pr = 1200 mm.

Con los resultados, se determinaron las reservas de agua utilizable representativa de cada estación climatológica, los valores son los siguientes:

Estación	Reserva utilizada por los cultivos (mm.)
San Fernando	156.0
La Piedad	150.0
Méndez	139.0
B.R.B 211	180.0
S.J. 336	180.0
Reynosa	158.0

4.3.8.2.- EVAPOTRANSPIRACION DEL CULTIVO.

En el cálculo de la evapotranspiración los métodos a consideración fueron: El de Radiación, Blaney - Criddle Thornthwaite - Pecman y el del Evaporímetro (método de la cubeta). El método de radiación, su aplicación se limita, pues en esta zona las observaciones de radiación solar e insolación no existen.

El método de Blaney-Criddle, este método está influenciado en los resultados de la temperatura del aire, por la cercanía de la costa o cuerpos de agua circundantes en la zona, teniendo esto influencia en la evolución estacional de la radiación, originando un aumento en los resultados totales que superan hasta la evaporación real observada.

El método del Evaporímetro (o cubeta) es el que se utiliza en este caso, ya que en este método no interviene la radiación y la evaporación es influenciada por las circunstancias que rodean al medio, como son: vientos, humedad relativa etc., con datos más aceptables.

Se cuantificó la evapotranspiración en las estaciones San Fernando, Méndez y Reynosa, tomando los resultados de la estación Reynosa para las estaciones B.R.B. 211 Y S.J. 363.

Los resultados decenales y acumulados se registran en el (cuadro N° 8). Los resultados totales del uso consuntivo de la primera decena de Febrero, a la segunda de Mayo, con un ciclo de 110 días son:

Estación	Eto . Kc = UC
San Fernando	329.20 mm.
La Piedad	308.32 mm.
Méndez	310.00 mm.
Reynosa	292.31 mm.
Eto	Evapotranspiración
Kc	Coefficiente del cultivo
UC	Uso consuntivo

Con los conceptos de precipitación decenal, con ajuste a la distribución normal y a la gamma con la consideración del 70% de lluvia efectiva, la reserva de humedad utilizada por los cultivos y las necesidades de agua en el ciclo del cultivo (uso consuntivo), nos proporcionan los elementos necesarios, para elaborar un análisis de las deficiencias de humedad del cultivo del sorgo y la construcción de gráficas donde se puede apreciar objetivamente este proceso (gráficas N° 6A, B, C, D, E, F / 7A, B, C, D, E, F).

USOS CONSUNTIVOS DEL SORGO
CICLO 110 DIAS

CUADRO N° 8

METODO DEL EVAPORIMETRO

M E S	FEBRERO			MARZO			ABRIL			MAYO			
	D E C E M B R A	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	
San Fernando	6.01	10.52	15.99	27.91	32.76	39.46	44.02	41.91	41.06	36.02	33.50	USO CONSUNTIVO MENSUAL	
		17.32	33.32	60.63	93.19	132.65	176.67	217.74	259.64	295.66	329.24	USO CONSUNTIVO ACUMULADO	
La Piedad	5.04	7.49	13.08	24.00	31.74	38.01	38.24	38.83	42.03	35.82	33.14		
		12.53	25.61	50.41	82.15	120.16	158.40	197.23	239.26	275.08	308.22		
Héndez	6.52	9.64	15.16	25.10	31.59	38.31	46.63	38.63	38.63	34.45	30.73		
		16.13	31.09	56.99	88.58	126.95	167.58	206.01	244.84	279.29	310.02		
Reynosa	5.19	7.37	13.98	24.00	27.52	29.94	40.29	37.74	35.07	37.77	32.61		
		12.56	26.54	50.62	78.14	108.00	148.37	186.11	221.90	259.75	292.36		
D.R.B. 211 Y S.J 363	SIN DATOS												

METODO DE BLANEY - CRIDDLE

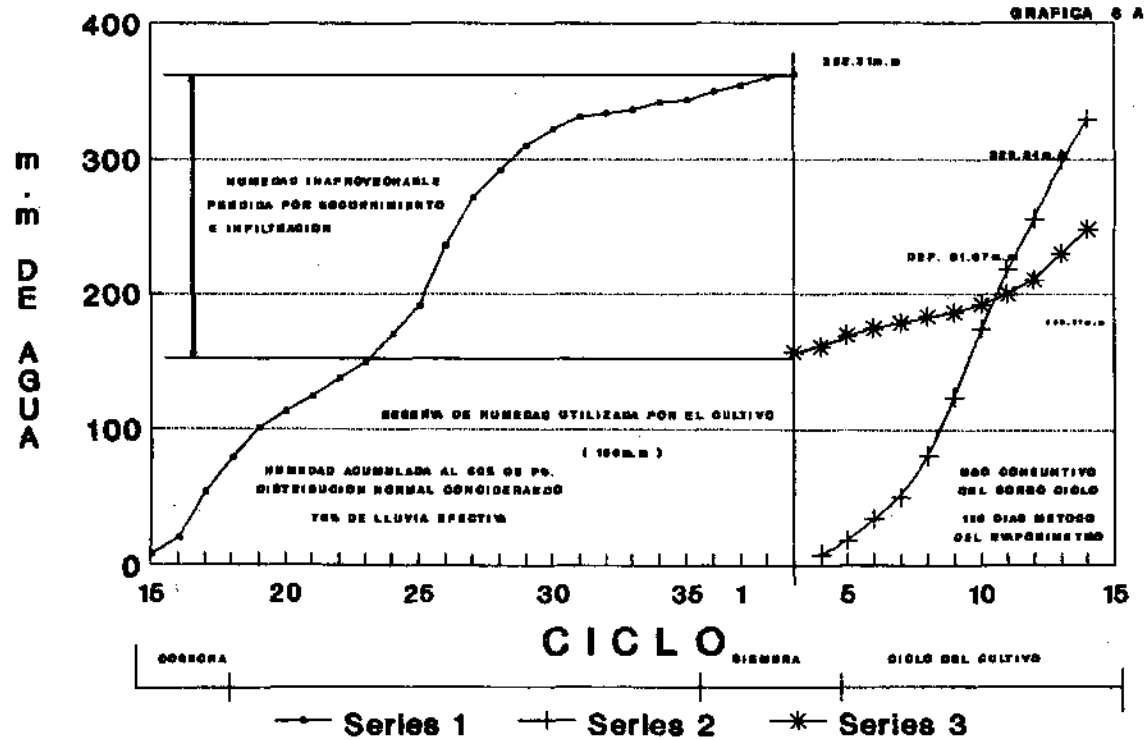
San Fernando	32.55	193.65	155.61	98.70	USO CONSUNTIVO MENSUAL
		136.20	251.65	390.54	USO CONSUNTIVO ACUMULADO
La Piedad	31.00	104.90	152.01	97.42	
		136.79	206.80	306.22	
Héndez	33.37	106.02	162.47	97.51	
		139.39	301.86	399.37	
Reynosa	32.93	106.02	156.22	92.23	
		138.95	295.17	387.40	
D.R.B. 211 Y S.J	SIN DATOS				

METODO DE THORNTHWAITE

San Fernando	40.90	73.80	122.00	118.00	EVAPOTRANSPIRACION POTENCIAL MENSUAL
		114.70	237.50	347.50	EVAPOTRANSPIRACION POTEN. ACUMULADA
La Piedad	29.20	72.50	114.80	105.53	
		101.70	220.50	326.03	
Héndez	40.20	78.30	131.60	109.40	
		118.50	258.10	359.50	
Reynosa					
D.R.B. 211 Y S.J 363	SIN DATOS				

ESTACION SAN FERNANDO TAMAULIPAS

REPRESENTACION DE LA DEFICIENCIA EN EL CONSUMO
DE LA HUMEDAD DEL SORGO, CON HUMEDAD ACUMULADA

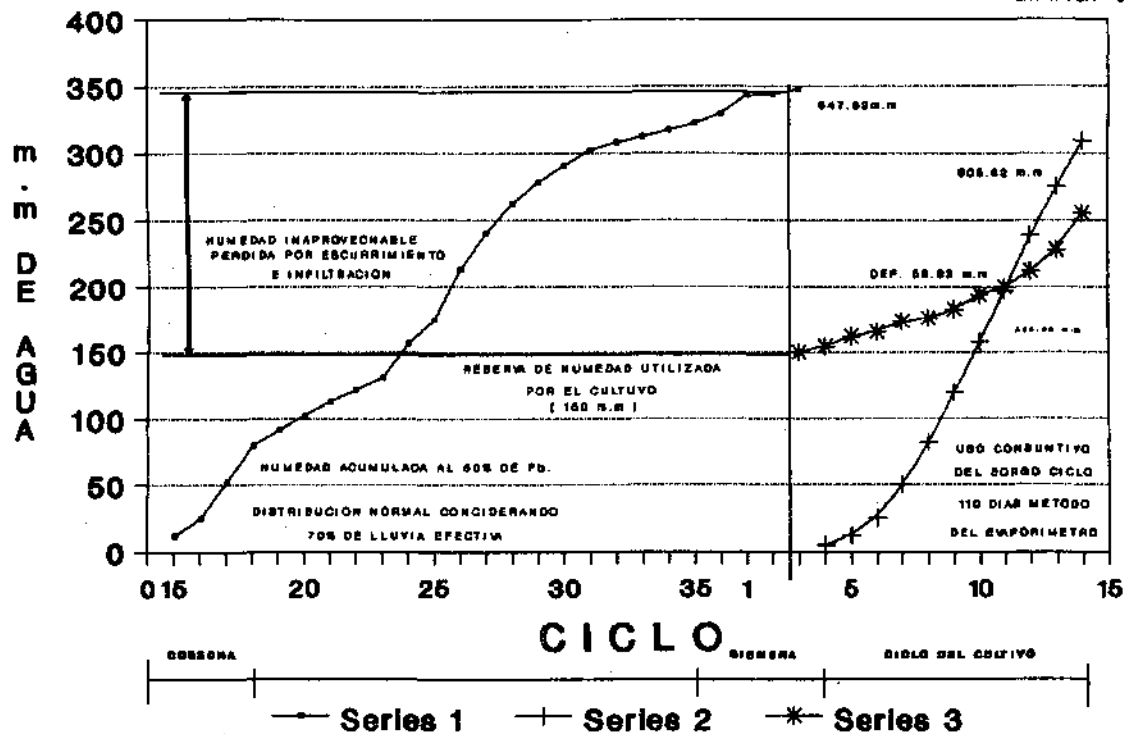


REPRESENTACION DECENAL

ESTACION LA PIEDAD TAMAULIPAS

REPRESENTACION DE LA DEFICIENCIA EN EL CONSUMO DE HUMEDAD DEL SORGO, CON HUMEDAD ACUMULADA

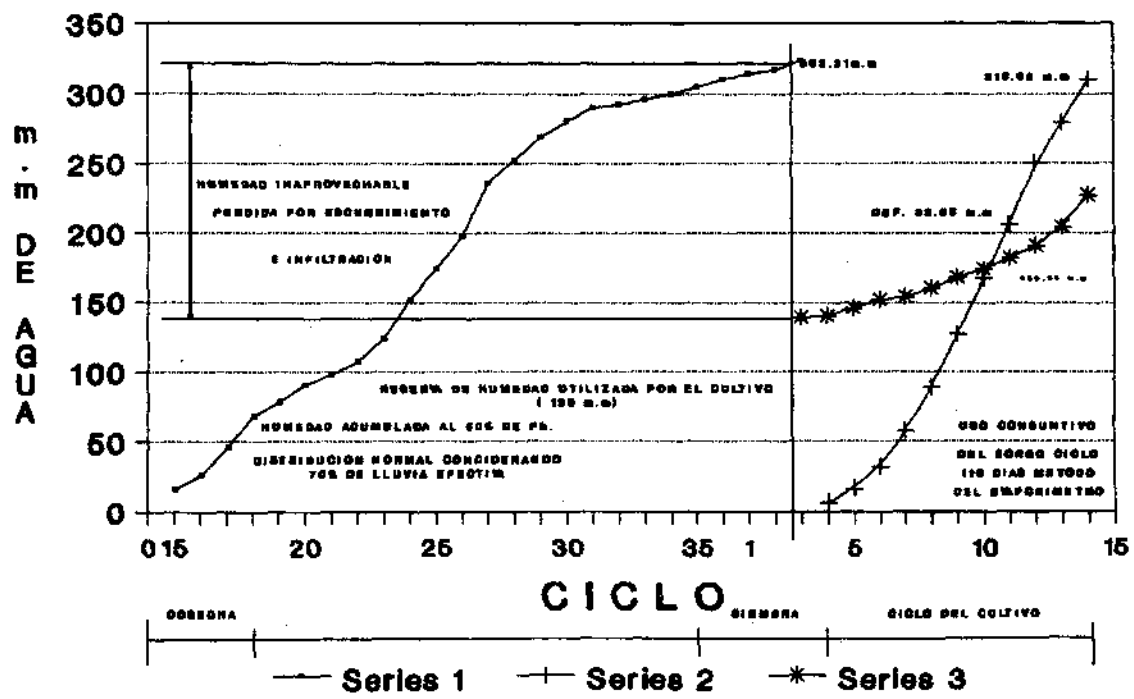
GRAFICA 6 B



REPRESENTACION DECENAL

BALANCE DE HUMEDAD DEL SUELO ESTACION MENDEZ TAMAULIPAS

GRAFICA 8 C

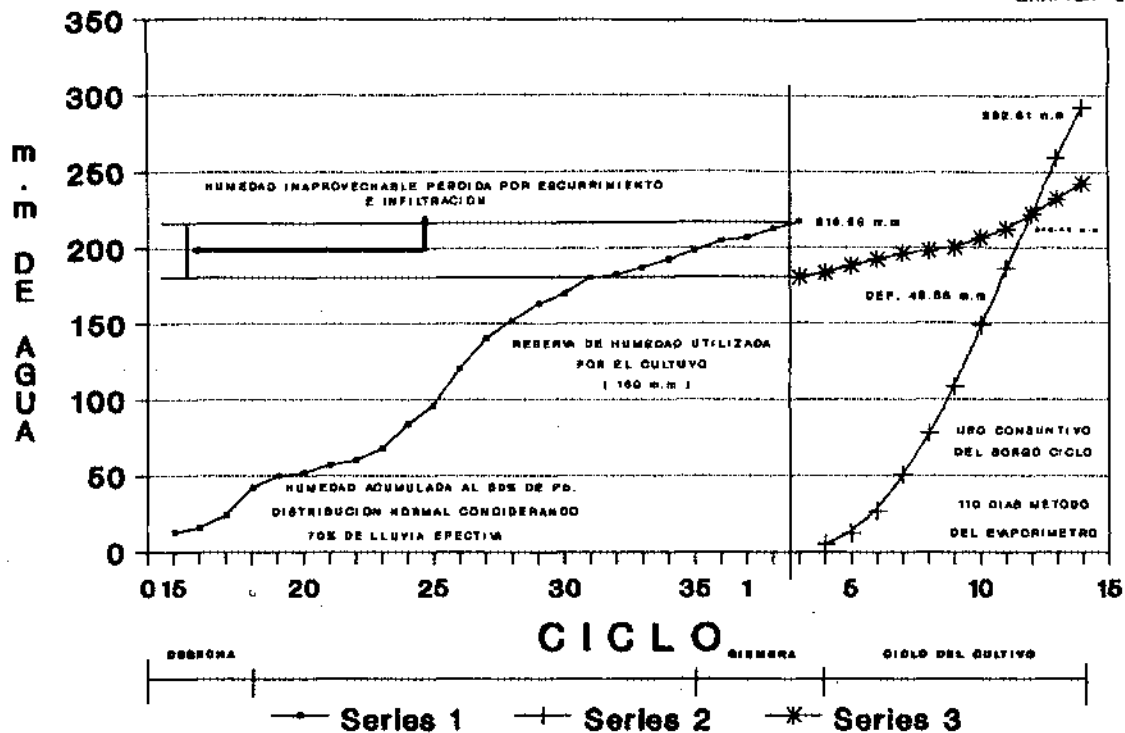


REPRESENTACION DECENAL

ESTACION REYNOSA TAMAULIPAS

REPRESENTACION DE LA DEFICIENCIA EN EL CONSUMO DE HUMEDAD DEL SORGO, CON HUMEDAD ACUMULADA

GRAFICA 60

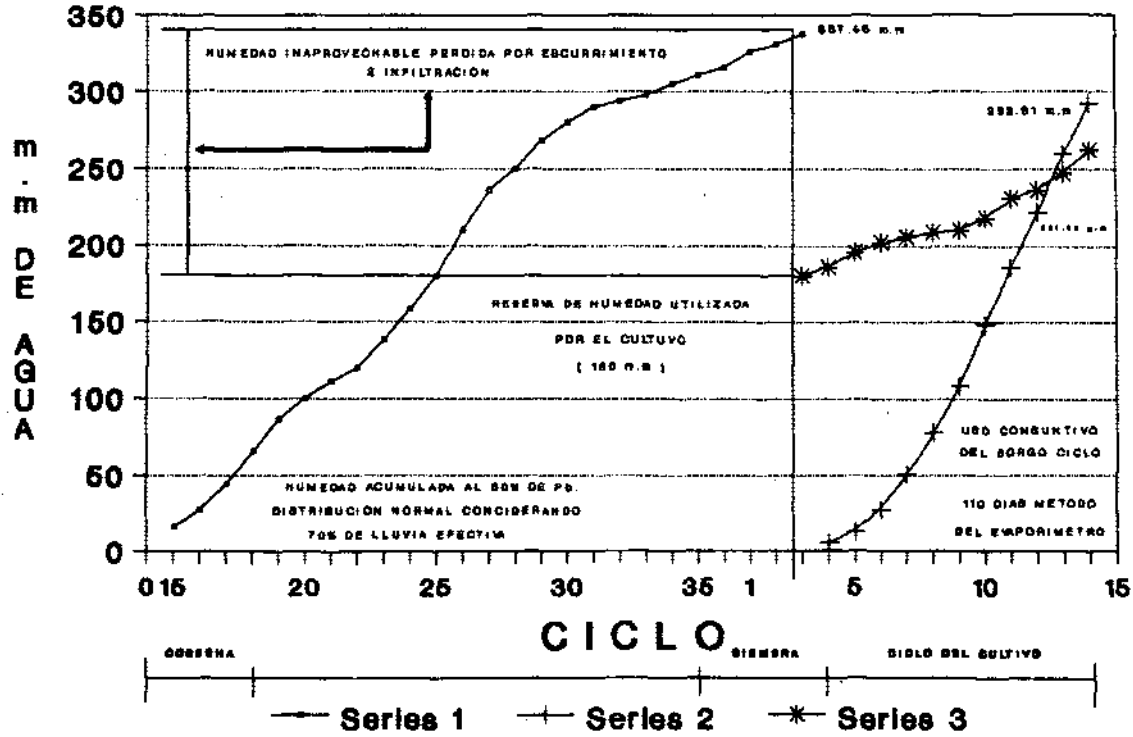


REPRESENTACION DECENAL

ESTACION B.R.B.2.11 TAMAULIPAS

REPRESENTACION DE LA DEFICIENCIA EN EL CONSUMO DE HUMEDAD DEL SORGO, CON HUMEDAD ACUMULADA

GRAFICA 8 E



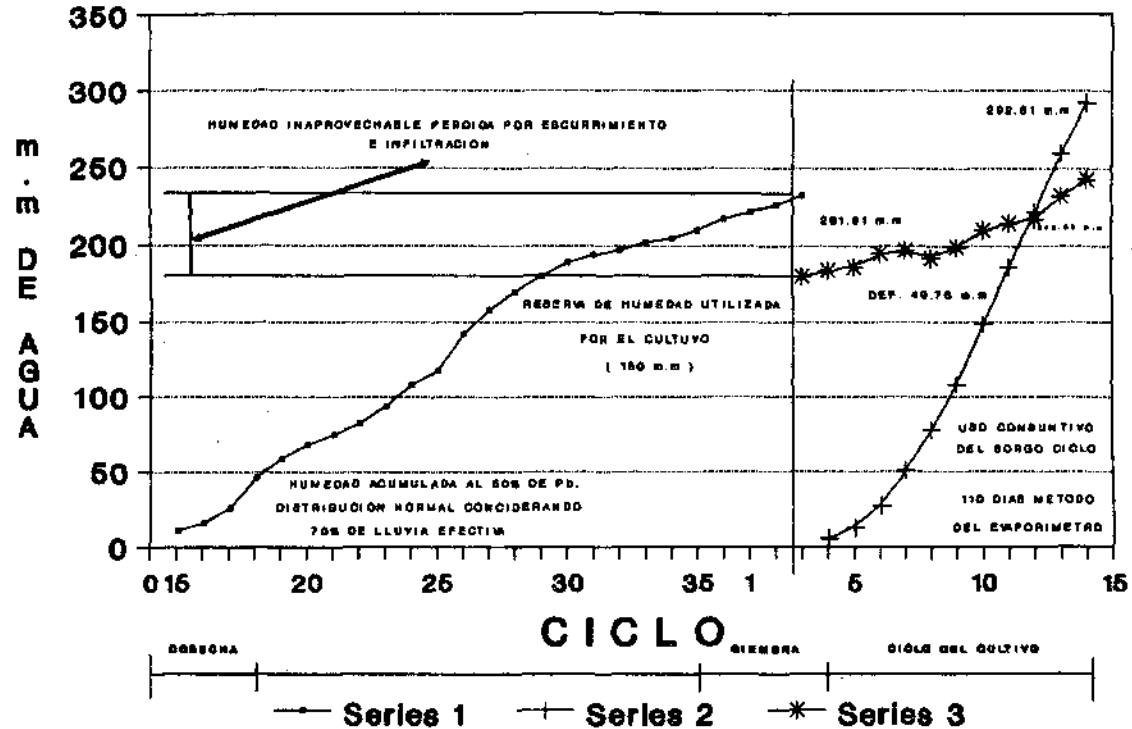
REPRESENTACION DECENAL

DEPARTAMENTO DE AGRICULTURA Y GANADERIA

ESTACION S.J.3.63 TAMAULIPAS

REPRESENTACION DE LA DEFICIENCIA EN EL CONSUMO DE HUMEDAD DEL SORGO, CON HUMEDAD ACUMULADA

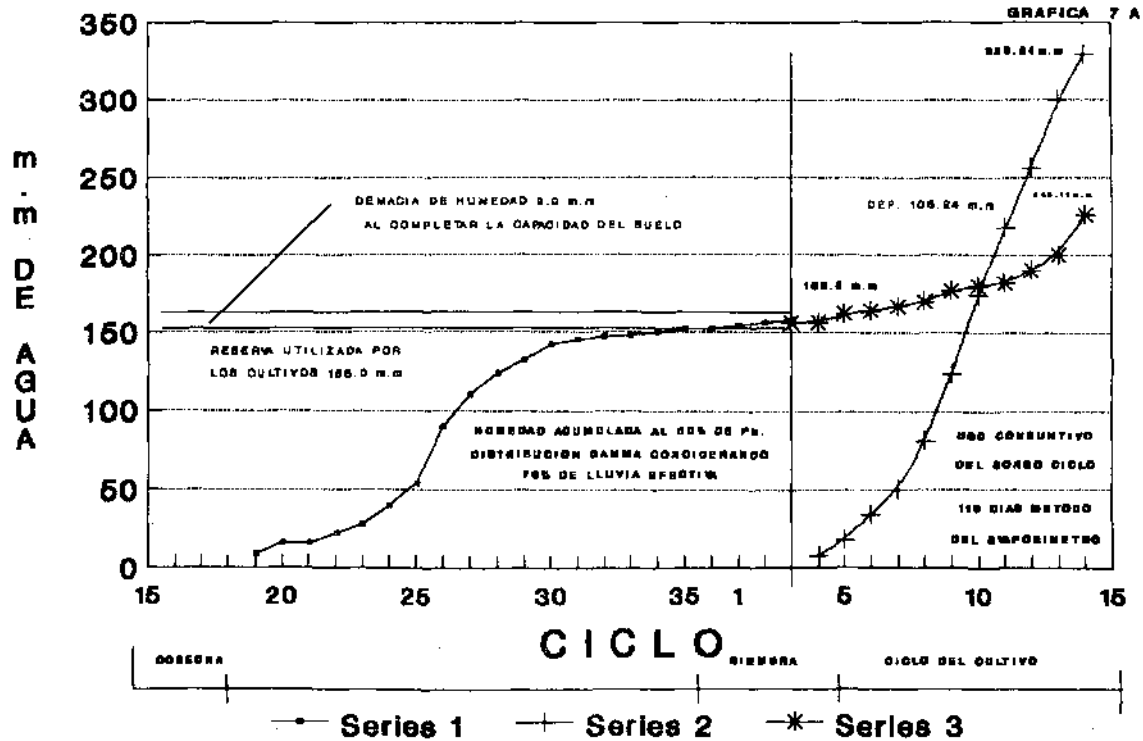
GRAFICA 6 F



REPRESENTACION DECENAL

ESTACION SAN FERNANDO TAMAULIPAS

REPRESENTACION DE LA DEFICIENCIA EN EL CONSUMO DE LA HUMEDAD DEL SORGO, CON HUMEDAD ACUMULADA

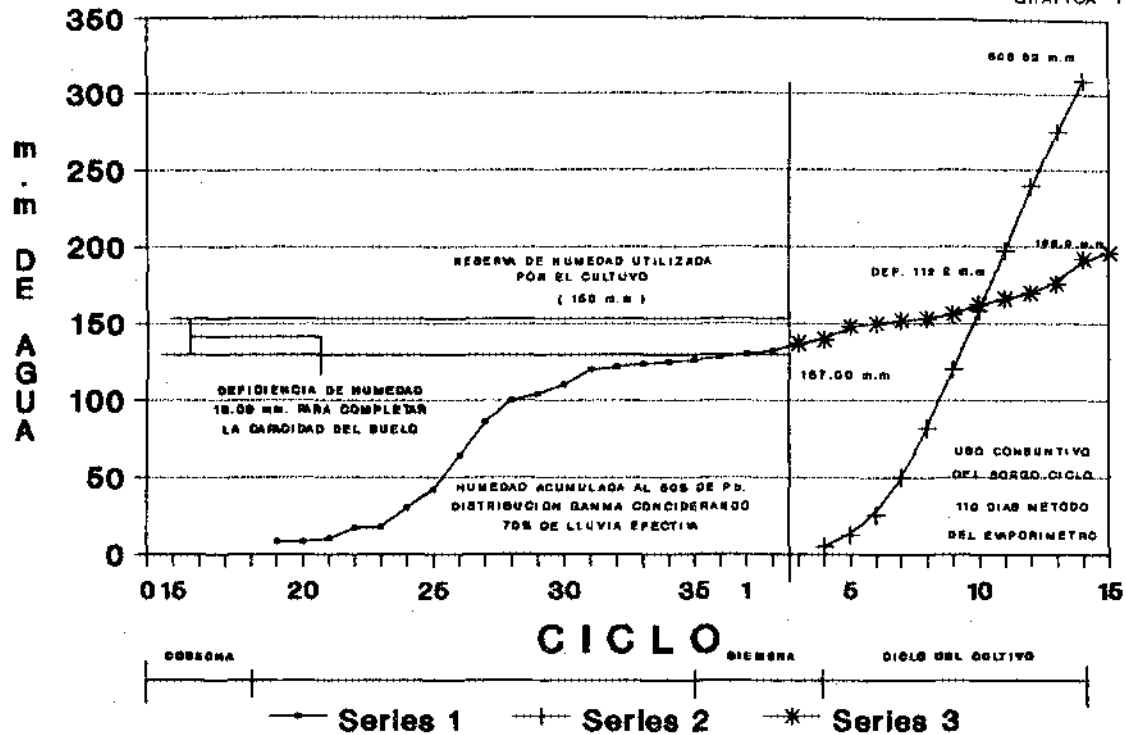


REPRESENTACION DECENAL

ESTACION LA PIEDAD TAMAULIPAS

REPRESENTACION DE LA DEFICIENCIA EN EL CONSUMO DE HUMEDAD DEL SORGO, CON HUMEDAD ACUMULADA

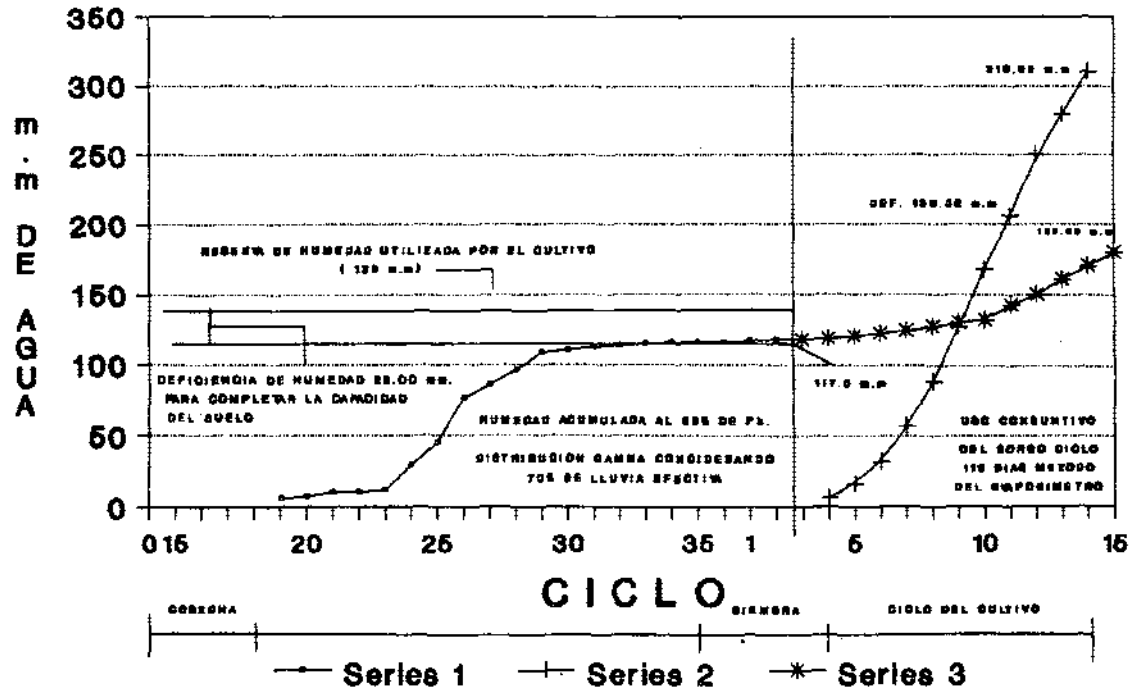
GRAFICA 7 B



REPRESENTACION DECENAL

BALANCE DE HUMEDAD DEL SUELO ESTACION MENDEZ TAMAUZIPAS

GRAFICA 7 C

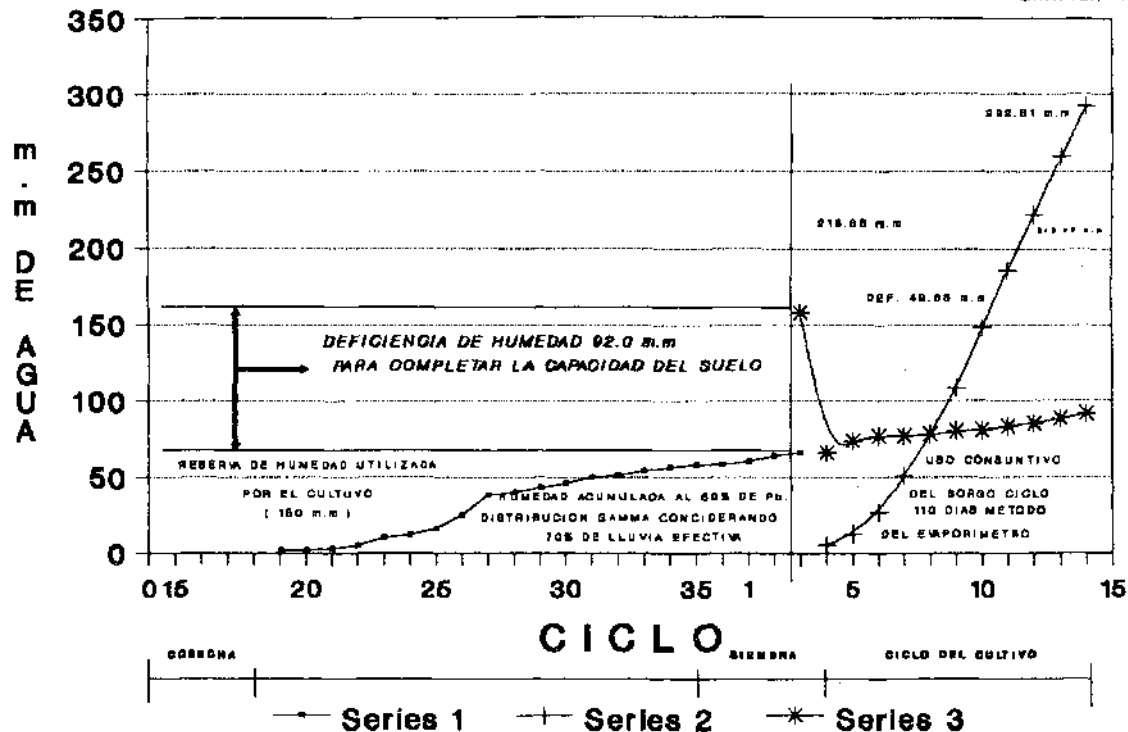


REPRESENTACION DECENAL

ESTACION REYNOSA TAMAULIPAS

REPRESENTACION DE LA DEFICIENCIA EN EL CONSUMO DE HUMEDAD DEL SORGO, CON HUMEDAD ACUMULADA

GRAFICA 7 D

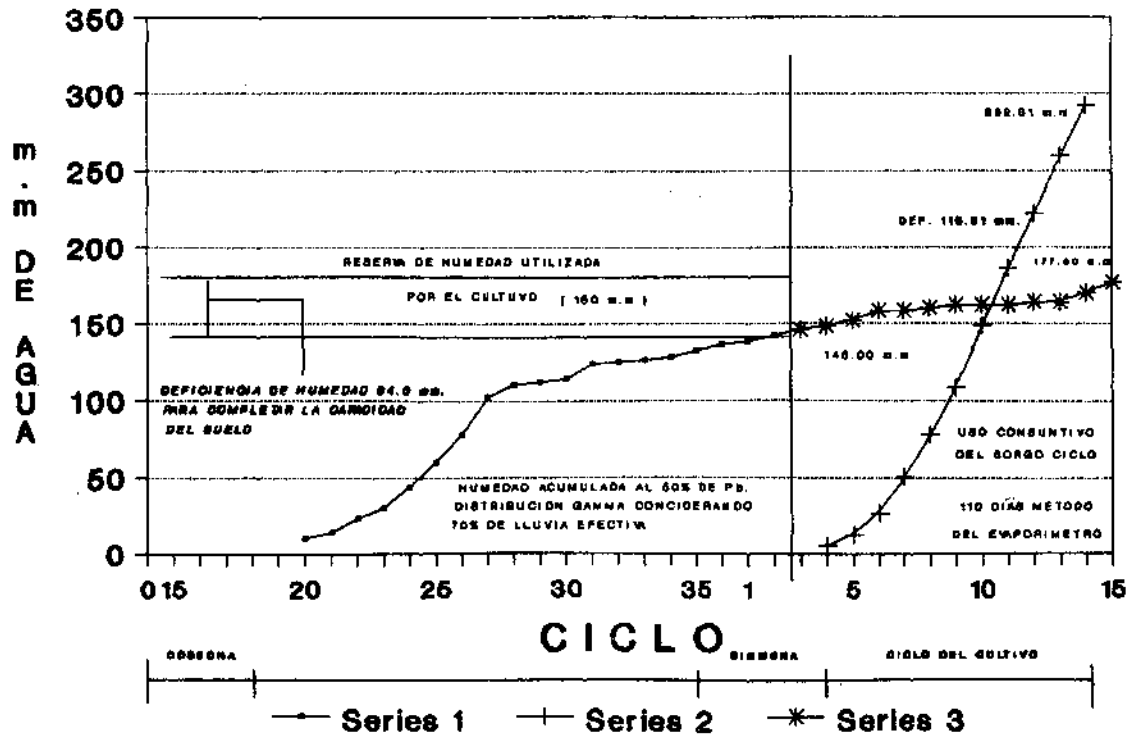


REPRESENTACION DECENAL

ESTACION B.R.B.2.11 TAMAULIPAS

REPRESENTACION DE LA DEFICIENCIA EN EL CONSUMO DE HUMEDAD DEL SORGO, CON HUMEDAD ACUMULADA

GRAFICA 7 E

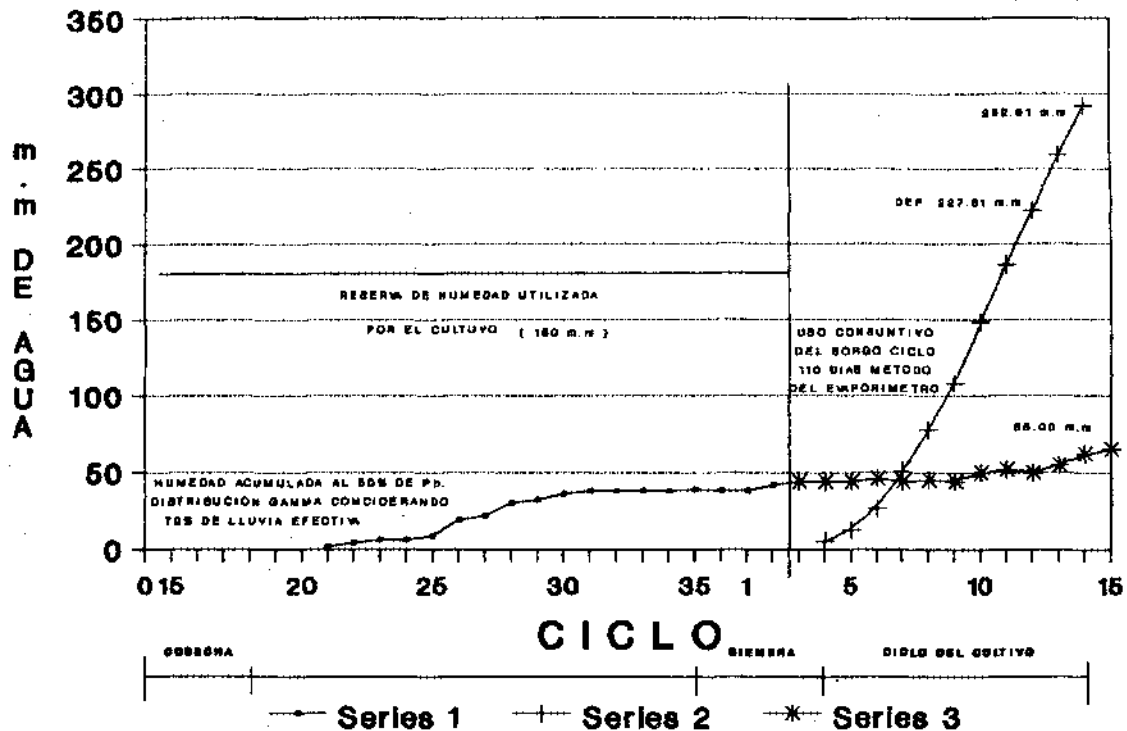


REPRESENTACION DECENAL

ESTACION S.J.3.63 TAMAULIPAS

REPRESENTACION DE LA DEFICIENCIA EN EL CONSUMO DE HUMEDAD DEL SORGO, CON HUMEDAD ACUMULADA

GRAFICA 7 F



REPRESENTACION DECENAL

En estas gráficas de representación de la deficiencia en el consumo de humedad del sorgo, con humedad acumulada con ajuste a la función gamma, se puede observar que en la mayoría de las estaciones, la humedad acumulada apenas alcanza a la capacidad del suelo y en algunas se presenta una deficiencia considerable en entendimiento, de que, el ajuste gamma se adapta a los datos históricos, pero esta función a la probabilidad asignada los volúmenes decenales descienden considerablemente, originando que el volumen total sea bajo, con este volumen acumulado (al 70% de LLe) más el agua precipitada en el ciclo del cultivo nos, marca el volumen total con que cuenta dicho cultivo para su desarrollo notándose una deficiencia en todas las estaciones, que relacionándola con el rendimiento, éste tiende a comportarse directamente proporcional al volumen de agua disponible.

La misma metodología empleada anteriormente en la elaboración de las gráficas, pero con el ajuste a la normal (media), se puede observar que en todas las estaciones, la capacidad del suelo alcanza su máximo con la humedad almacenada de Junio-Enero, teniendo exceso de humedad que se pierde por escurrimiento y/o infiltración. Con la acumulación de humedad a la capacidad del suelo (al 70% de LLe), y el volumen de agua precipitada (70% de LLe), relacionándola con el consumo de agua en el ciclo del sorgo (UC.), presenta una deficiencia menor que las anteriores gráficas, siendo la variación de esta deficiencia la que marque el rendimiento del cultivo.

Relación entre las deficiencias de humedad con la función gamma y la normal por estación.

Estación	deficiencia con ajuste a la función gamma en (mm.)	deficiencia con -- ajuste a la función normal en (mm.)
San Fernando	103.24	81.07
La Piedad	112.24	81.07
Méndez	130.02	83.06
B.R.B. 211	115.81	30.35
S.J 336	227.31	43.75
Reynosa	201.31	49.88

HUMEDAD RELATIVA, NEBLINAS Y ROCÍO.

Observando que las neblinas, rocíos, así como la humedad ambiental tienen influencia en el desarrollo del cultivo en esta zona, pero la falta de información sobre estos fenómenos nos induce a tomar las consideraciones siguientes:

En esta región por la proximidad de la costa, la presencia de un cuerpo de agua tierra adentro (Laguna Madre), y la topografía casi plana que presenta la zona del proyecto, estos factores marcan una influencia en el clima, alterando los vientos en el contenido de humedad y el presión de los mismos.

En las regiones costeras en el día y en el verano se registra el aire más raro y de menor presión en la costa, en cambio en las horas nocturnas y en el invierno el aire es más denso y pesado, ésto explica las alteraciones de los vientos marinos (lámina N° 5). (tomado de la Agrometeorología del Dr. Nándor Bacsó).

Conclusión a las anteriores consideraciones, en la primera tiene consecuencias en la pérdida de humedad del suelo, por ser un aire bajo en humedad que origina una desecación del suelo, por tal motivo, se recomienda dejar el terreno en barbecho o rastreado. La segunda consideración beneficia a los contenidos de humedad, el viento denso y frío origina el fenómeno de neblina y rocío que aportan humedad al suelo, en los meses de invierno y a principios de primavera por ser los meses en los que se comienza a incrementar la temperatura, la humedad ambiental es alta y ayuda a que la evapotranspiración sea menor disminuyendo los consumos de agua por el cultivo.

Con las observaciones realizadas anteriormente a los fenómenos meteorológicos que intervienen en mayor o menor proporción en la producción del sorgo, da origen a la necesidad de llevar el análisis a mayor detalle a los factores que limitan la producción de temporal, siendo estos factores la humedad acumulada en el ciclo anterior al cultivo (Julio-Enero), la precipitación en el ciclo del cultivo y el uso consuntivo del mismo.

4.3.8.3.- RENDIMIENTO HISTORICO.

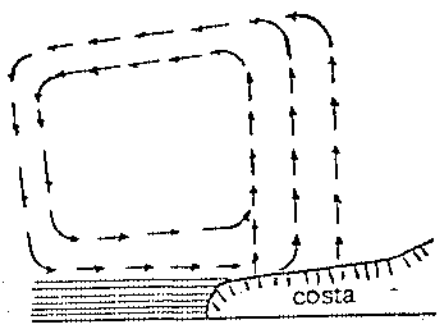
Para efectuar este análisis se cuenta con 23 años de observación de rendimientos medios, superficie sembrada y cosechada en la zona (cuadro N° 9), así mismo la precipitación que se presenta antes del cultivo y en el desarrollo del mismo en los 23 años de observación.

Realizando un análisis general de la precipitación en los años considerados en el cuadro N° 10, sin tomar en cuenta humedad acumulada y las necesidades hídricas del cultivo, se observa que las superficies sembradas en relación a las cosechadas, sufren pérdidas y disminución del rendimiento. Con esto se infiere que es ocasionado a la poca precipitación del ciclo anterior y a la del mismo ciclo del cultivo, presentándose como siniestros por sequía.

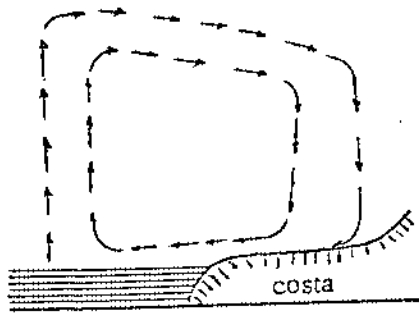
Esto originó que se realizara un estudio con mayor detalle a los factores precipitación, uso consuntivo y rendimiento en los 23 años de observación y concluir con la probabilidad de lluvia el rendimiento que se puede obtener a esta probabilidad.

**CIRCULACION DE LOS VIENTOS CICLO DIURNO Y NOCTURNO
EN LOS PERIODOS DE VERANO E INVIERNO**

DIA DE VERANO



NOCHE DE INVIERNO



LAMINA 5

PROYECTO SAN FERNANDO TAMAULIPAS

AÑO PRECIPITACION

CUADRO 9

1932	600.10			
33	1636.20			
34	500.00			
35	554.00			
36	505.10			
37	409.50			
38	529.20			
39	569.50			
1940	491.50			
41	974.80			
42	847.10			
43	563.10			
44	783.50	PRECIPITACION MEDIA ANUAL PERIODO (1932 - 1976)		
45	476.50			
46	626.10	RENDIMIENTO MEDIO ANUAL PERIODO (1956 - 1980)		
47	579.10			
48	592.10			
49	400.60			
1950	588.10			
51	545.60			
52	526.10			
53	388.10			
54	514.30	SUP. SEMBRADA	SUP. COSECHADA	RENDIMIENTO
55	630.10			
56	470.60	1500	1500	653
57	701.10			
58	710.50	4265	4265	989
59	552.70	6500	6500	1207
1960	401.30	6289	6289	1403
61	647.60	16400	16400	1161
62	464.20	13000	13000	1043
63	658.60	54967	18006	1141
64	327.30	36115	36115	1004
65	447.30	38125	2813	401
66	653.10	57990	57990	3131
67	1048.90	76700	50075	942
68	662.20	75075	75075	3390
69	674.60	90530	90530	1274
1970	690.20	103965	103965	3000
71	608.10	75115	75115	1550
72	898.40	130000	130000	1465
73	1111.00	127500	125500	1585
74	345.50	96000	86547	1792
75	758.50	37728	1368	1021
76	863.50	134723	133337	2021
77				
78				2400
79				3500
1980				2800

CUADRO DE RELACION PRECIPITACION RENDIMIENTOS Y SIEMESTROS

CUADRO N° 10

AÑO	MAYO DE CENAS			JUNIO			JULIO			AGOSTO			SEPTIEMBRE			OCTUBRE			NOVIEMBRE			DICIEMBRE			ENERO		TOTAL DE HUMEDAD ACUMULA AÑO	FEBRERO			MARZO			ABRIL			MAYO		TOTAL PARA BALANCE HIDRICO	SEMBRADA (ha)	COSECHADA (ha)	RENDIMIENTO Ton./ha.
	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	1	2	3	4		5	6	7	8	9	10	11	12	13	14					
1955	3.4	5.5	.0	1.5	120.2	10.7	.0	.0	3.6	16.5	115.6	146.2	56.5	35.3	.0	.0	11.0	3.1	13.2	2.0	1.0	.0	.0	.0	534.9	1956	.0	.0	13.0	.0	.0	30.5	.0	86.0	60.0	0.5	0.5	106.5	1500.0	1500.00	653	
1956	1.5	1.5	14.3	33.5	13.5	4.0	36.0	.0	.0	4.0	4.5	26.0	6.5	1.5	8.0	2.0	.0	.0	7.0	.0	3.5	.0	.0	.0	116.5	1957	.0	73.0	11.5	31.0	7.0	10.0	.0	14.0	85.0	15.0	14.0	248.5	-	-	-	
1957	10.5	19.0	17.5	24.0	.0	.0	.0	1.5	15.5	3.0	4.5	69.5	9.5	17.0	.0	9.5	.0	.0	.0	.0	51.0	1.0	.0	.0	182.0	1958	.0	55.5	7.5	18.5	2.0	.0	.0	2.0	3.5	83.0	172.0	4265.00	4265.00	989 * 1		
1958	.0	22.0	32.0	39.5	21.5	.0	.0	.0	4.0	13.5	47.0	36.0	7.0	129.0	31.0	57.0	.0	.0	.0	.0	11.0	29.0	.0	10.5	396.5	1959	5.5	8.0	22.0	13.0	2.5	1.5	1.5	12.5	.0	.0	4.0	70.5	6500.00	6500.00	1207	
1959	.0	0.5	176.5	.0	.0	.0	33.7	.0	.0	93.5	9.0	.0	.0	77.5	11.5	20.0	7.0	1.0	.0	.0	.0	1.5	.0	.0	257.7	1960	.0	12.0	1.5	4.5	10.0	.0	.0	5.0	8.0	1.5	32.5	75.0	6289.00	6289.00	1403	
1960	11.5	.0	.0	31.9	.0	4.2	.0	.0	40.0	5.9	41.3	.0	21.0	.0	29.2	15.8	.0	6.0	.0	15.0	4.5	.0	19.8	6.6	10.8	222.1	1961	.0	1.0	.0	.0	.0	31.8	32.3	.0	.0	.0	85.1	16400.00	16400.00	1161 * 2	
1961	4.2	62.0	51.4	.0	10.0	.0	7.0	8.2	59.5	.0	7.5	220.0	.0	24.0	1.0	43.5	18.0	7.0	.0	6.5	5.5	.0	.0	3.5	1.0	430.2	1962	.0	.0	.0	.0	28.5	.0	47.5	.0	9.0	87.0	1.5	153.5	13000.00	13000.00	1043 * 3
1962	.0	18.0	3.5	16.4	4.5	.0	.0	.0	.0	18.0	64.8	9.6	80.0	2.4	59.0	.0	.0	4.0	1.0	3.0	26.0	.0	4.0	1.0	275.3	1963	.0	1.0	4.3	.3	.0	25.8	13.1	.0	46.2	175.8	.0	266.1	54937.00	18006.00	1141	
1963	.0	.0	46.3	26.4	62.8	7.3	.0	1.2	1.4	.0	9.3	101.4	66.7	.0	4.0	19.5	1.0	.0	2.2	.0	36.6	2.0	.0	.0	27.6	343.0	1964	11.8	3.5	.7	.0	.0	.0	.0	42.0	.0	.0	10.3	75.9	36115.00	36115.00	1004 * 4
1964	39.4	10.0	13.8	45.3	.0	43.3	.0	3.8	.0	31.1	4.4	53.3	.0	1.6	.0	.0	6.8	5.3	17.9	.0	4.0	.0	.0	.0	171.3	1965	17.0	1.8	.0	.0	1.3	7.5	.0	.0	.0	.0	35.2	62.8	38125.00	2813.00	401 * 5	
1965	.0	3.0	86.7	5.6	3.7	.0	22.0	76.8	11.4	2.0	.0	.0	96.0	.5	60.5	.0	4.0	7.0	.0	11.0	14.0	.0	.0	37.0	14.0	359.9	1966	.0	4.0	44.9	7.0	5.5	6.3	.0	13.4	9.7	119.0	10.2	228.0	57990.00	57990.00	3131
1966	17.2	.0	107.1	75.5	7.0	4.5	.0	.0	.0	3.3	10.2	9.6	2.9	87.3	19.1	1.4	.0	28.0	.0	.0	1.3	14.5	7.5	.0	196.6	1967	1.0	.0	6.6	4.6	.0	25.5	2.0	2.5	.0	12.0	27.5	80.7	76700.00	50275.00	942 * 6	
1967	.0	51.0	.0	1.2	.0	40.0	.0	.0	64.0	87.0	15.0	146.0	263.5	79.5	13.5	14.5	111.5	22.5	.0	35.5	.5	1.0	19.0	43.5	.0	956.5	1968	2.5	22.1	.0	25.5	.0	.0	20.0	.0	42.5	32.0	82.5	227.1	75075.00	75075.00	3390
1968	.0	.0	42.0	59.5	34.5	8.0	36.0	14.5	11.0	1.5	24.0	31.4	16.4	22.8	4.7	.5	36.0	7.0	4.0	3.0	.0	7.5	15.0	.0	1.5	280.1	1969	.0	8.0	1.0	4.3	12.5	.0	7.5	.0	37.0	2.0	103.5	175.8	90530.00	90530.00	1274
1969	1.0	.5	.0	32.5	4.5	.0	.0	80.5	72.5	140.0	7.0	20.0	30.5	17.3	15.0	21.0	.0	.0	40.0	.0	.0	15.0	10.0	8.0	.0	481.3	1970	3.5	6.5	5.0	1.5	.0	.0	10.2	.5	.0	10.5	1.5	39.2	102965.00	102965.00	3060
1970	2.0	18.0	.0	129.0	.0	29.0	.5	25.5	.0	31.5	.0	202.5	160.0	31.0	.0	1.5	.0	.0	.0	.0	2.5	.0	2.5	.0	.0	486.5	1971	.0	.0	1.0	.0	.0	9.5	20.5	10.5	.0	4.5	24.0	70.0	75115.00	75115.00	1550
1971	7.5	.0	19.5	61.7	.0	8.5	.0	18.7	7.0	13.2	29.0	227.0	80.0	36.0	36.0	.0	1.0	.0	.0	.5	3.0	.0	.5	9.0	6.5	475.9	1972	23.5	.0	.0	3.5	24.0	2.5	.0	54.0	81.0	82.0	270.5	130000.00	130000.00	1465	
1972	2.0	143.0	110.0	.0	.0	12.0	5.0	3.0	5.5	1.5	45.5	5.0	55.0	.0	35.0	55.5	.0	2.5	6.2	4.5	1.2	.0	40.7	.1	2.5	280.7	1973	.0	32.5	39.0	.0	.0	.0	20.0	7.0	.0	29.5	32.0	160.0	127500.00	127500.00	1585
1973	.0	54.0	45.5	242.8	92.0	.0	.0	53.5	110.0	63.5	45.0	25.0	20.0	2.5	112.0	1.0	5.0	.0	.0	28.0	.0	.0	1.5	7.0	574.0	1974	.0	.0	.0	.0	21.0	5.5	.0	20.5	.0	4.5	.0	51.5	96000.00	86547.00	1192	
1974	26.0	1.0	31.5	1.0	91.0	30.5	.0	.0	.0	5.5	.0	21.0	25.5	.0	1.0	11.0	.0	.0	.0	8.0	.5	1.5	.0	1.5	.5	227.5	1975	2.0	1.0	.0	.0	.0	.0	.0	4.1	2.0	1.0	10.0	20.1	37728.00	1368.00	1021 * 7
1975	78.5	12.0	25.0	.0	1.0	143.5	8.0	76.0	.0	211.0	93.0	24.0	4.5	5.0	.0	24.5	.0	.0	3.5	.0	18.0	9.0	.0	4.0	2.5	627.5	1976	6.0	.0	.0	.0	.0	43.0	10.0	3.0	13.5	1.5	16.0	93.0	134723.00	133337.00	2021
1976	.0	13.0	.0	16.5	234.0	89.0	3.5	16.5	86.0	31.5	18.5	34.5	76.5	27.5	6.5	19.5	10.5	52.5	11.5	5.0	7.5	.0	4.5	7.5	740.5	1977	8.0	3.5	.0	4.0	.0	.5	1.0	38.5	.0	.0	3.0	58.5	-	-	-	2422

— COSECHA —

— ACUMULACION DE HUMEDAD —

— CONSUMO HIDRICO DEL CULTIVO —

* SIEMESTROS POR SEQUIA

1 BAJA ACUMULACION DE HUMEDAD 6 DECENAS DE PRECIPITACION INAPRECIABLE EN EL CICLO

3 ACUMULACION DE HUMEDAD MEDIA PERIODO INICIAL DE 4 DECENAS DE PRECIPITACION INAPRECIABLE EN EL CICLO.

5 LA MAS BAJA ACUMULACION DE HUMEDAD UN PERIODO DE 3 DECENAS Y OTRO DE 4 DE PRECIPITACION INAPRECIABLE EN EL CICLO.

7 BAJA ACUMULACION DE HUMEDAD PERIODO INICIAL DE 7 DECENAS DE PRECIPITACION INAPRECIABLE EN EL CICLO

2 BAJA ACUMULACION DE HUMEDAD EN UN PERIODO DE 3 DECENAS Y OTRO DE 4 DE PRECIPITACION EN EL CICLO

4 BAJA ACUMULACION DE HUMEDAD 5 DECENAS DE PRECIPITACION INAPRECIABLE EN EL CICLO

6 BAJA ACUMULACION DE HUMEDAD PRECIPITACION BAJA E INAPRECIABLE EN EL CICLO

4.3.8.4. - HUMEDAD ACUMULADA.

Para efectuar este análisis se tomaron las siguientes consideraciones de la cuadro N° 11 (pérdidas de precipitación), cuando existe lluvia, por condiciones de declive (a1) se tomó el 3%, por permeabilidad del suelo (a2) el 12% y por cobertura de la superficie del suelo (a3) el 15%, aplicando la fórmula $a = a1 + a2 + a3$ resulta el 30% cuando la lluvia sobrepase a los 25.5 mm. quedando así 70% de la precipitación como acumulable en el perfil, cuando en la decena no existe precipitación consideramos una pérdida como tierra laborada 0.15 o sea el 15% de la acumulada en el perfil, y con el criterio considerado de la capacidad del suelo 158 mm., para los suelos de San Fernando nos da como resultado la humedad acumulada del suelo en el ciclo anterior, siendo la misma que utilizará el cultivo para iniciar el desarrollo (cuadro N° 11A, B, C, D, F, G, H).

4.3.8.5. - DEFICIENCIA DE HUMEDAD.

Con el valor que presenta la humedad acumulada considerando los factores anteriores; declive, permeabilidad del suelo y cobertura de la superficie del suelo, iniciamos para cubrir las necesidades hídricas que demanda el cultivo en las primeras etapas de su desarrollo, asociando a esto la escasa precipitación en el ciclo del cultivo, logramos cubrir hasta cierto límite las necesidades hídricas totales que demanda el cultivo en el transcurso de su desarrollo, límite que nos marca una deficiencia total de humedad variable año con año, lo que origina una alteración del rendimiento en el período observado (ver cuadros del párrafo anterior).

PERDIDAS DE PRECIPITACION (a)

CUADRO N° 11

<u>(a1)</u>	<u>(a2)</u>	<u>(a3)</u>
CONDICIONES DE DECLIVE	PERMEABILIDAD DEL SUELO	COBERTURA DE LA SUPERFICIE DEL SUELO
Planicie 0.03	May permeable 0.04	Bosque 0.04
Declive menos inclinado 0.08	Permeable 0.08	Tierra labrada 0.13
Declive mas inclinado 0.16	Menos permeable 0.12	Prado pastizales 0.21
Declive abrupto 0.26	Casi impermeable 0.24	Pedregales 0.28

$$a = a1 + a2 + a3$$

* agronometeorología
DR. NANDOR BACSO

CUADRO DE LOS CICLOS 1956 - 1979 DE LA LLUVIA EFECTIVA ACUMULADA EN EL CICLO ANTERIOR AL CULTIVO, CONSIDERANDO PERDIDAS DEL 30 % CUANDO ESTA SE PRESENTA Y EL 15 % EN AUSENCIA DE LA MISMA, AQUI TAMBIEN SE CONSIGNA LA LLUVIA QUE SE PRESENTA EN EL CICLO DEL CULTIVO SUMANDO A ESTA LA LLUVIA ACUMULADA, RESTANDO A ESTA ACUMULACION DE HUMEDAD LAS NECESIDADES HIDRICAS DEL CULTIVO, LO QUE MARCA UNA DEFICIENCIA - DE HUMEDAD QUE HACE VARIAR EL RENDIMIENTO.

CUADRO 11-A

30%	15%		30%	30%	30%	30%	15%	15%																		RENDIMIENTO																																																																																																																																																																																																																																																																																																																									
36.82	-14.22	-12.89	-34.88	-43.86	-16.95	-10.59	-23.78	20.11																		653 Kgs. AÑO																																																																																																																																																																																																																																																																																																																									
120.28	10.70	.00	.00	3.60	16.50	115.60	146.20	56.58	35.30	114.15	.00	11.00	3.10	13.20	2.00	1.80	.00	.00	.00	.00	13.00	.00	.00	30.50	.00	64.08	48.00	0.50	0.50	55/56																																																																																																																																																																																																																																																																																																																					
84.14	94.84	80.61	68.52	72.12	88.62	80.92	102.34	39.50	24.71	134.30		125.15	120.25	141.45	143.45	144.45	122.70	104.36	80.70	75.39		71.06		30.50	58.80	28.00	0.50	0.50																																																																																																																																																																																																																																																																																																																							
										150.00																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																									
										19.56																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																									
										102.34																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																									
										39.5																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																									
										24.71																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																									
										HUMEDAD ACUMULADA																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																									
										CAPACIDAD DEL SUELO																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																									
										EXCESO DE HUMEDAD																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																									
										PERDIDA DEL 30% CUANDO PREC. > 25.																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																									
										PERDIDA DEL 15% CUANDO PREC. = 0.00 mm																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																									
										PRECIPITACION REAL.																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																									
										USO CONSUMITIVO NECESIDAD HIDRICA DEL CULTIVO																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																									
										6.81										10.52										15.99										27.11										32.76										39.46										44.02										41.11										41.86										36.02										33.50																																																																																																																																																																																																																																					
										+68.54										+58.06										+55.07										+27.90										-4.79										-13.75										-27.77										-42.14										-56.80										-83.52										-100.6																																																																																																																																																																																																																																					
										HUMEDAD DISPONIBLE																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																									
										DEFICIENCIA ACUMULADA																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																									
										-20.85										-44.07										-44.87										-11.96										-16.16										-0.64										-15.45										-18.30										-19.16										-16.28										-24.90																																																																																																																																																																																																																																					
										.00										.00										.00										.00										1.50										15.50										3.00										4.50										69.50										9.50										17.00										.00										9.50										.00										.00										.00										.00										51.50										61.00										.00										.00										.00										55.50										7.50										18.50										2.00										.00										.00										.00										2.00										3.50										83.00										989.0 Kgs. AÑO									
										1.50										17.00										20.00										24.00										48.65										82.15										99.15										84.27										93.77										79.70										67.74										57.58										48.94										36.05										42.70										108.53										92.25										38.85										7.50										18.50										58.10										57/58																																																																																																																							
										72.65										84.99																																																																																																																																																																																																																																																																																																																															
										6.81										10.52										15.99										27.11										32.76										39.46										44.02										41.11										41.86										36.02										33.50																																																																																																																																																																																																																																					
										85.44										113.77										105.28										96.67										65.91										26.45										-17.57										-58.60										-98.54										-131.06										-10.00										24.52																																																																																																																																																																																																																											
										21.50										.00										.00										.00										.00										4.00										13.50										47.00										63.00										7.00										129.00										31.00										57.00										.00										.00										.00										.00										16.00										29.00										.00										10.50										5.50										8.00										22.00										13.00										2.50										1.50										1.50										12.50										.00										.00										4.00										1287 Kgs. AÑO									
										18.27										15.53										13.20										11.20										15.20										28.70										32.90										44.10										7.00										98.38										21.70										39.90										158.00										114.15										97.03										82.47										93.47										20.30										96.71										5.50										8.00										22.00										13.00										2.50										1.50										1.50										12.50										4.00										58/59																																																	
										61.62										105.70										112.72										158.00										158.00										158.00										136.00																				113.78										187.20										112.78										113.98										125.30										122.38										97.70										66.50										28.62										-2.98										-117.90																																																																																																																																																					
										45.28										21.70										39.90																																																																																																																																																																																																																																																																																																																					
										6.81										10.52										15.99										27.11										32.76										39.46										44.02										41.11										41.86										36.02										33.50																																																																																																																																																																																																																																					
										185.30										103.38										109.38										95.20										85.00										27.62										-15.48										-64.09										-85.98										-121.90										-151.58																																																																																																																																																																																																																																					
19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14																																																																																																																																																																																																																																																																																																																				
JULIO							AGOSTO				SEPTIEMBRE				OCTUBRE				NOVIEMBRE				DICIEMBRE				ENERO			FEBRERO			MARZO			ABRIL			MAYO																																																																																																																																																																																																																																																																																																												

CUADRO DE LOS CICLOS 1956 - 1979 DE LA LLUVIA EFECTIVA ACUMULADA EN EL CICLO ANTERIOR AL CULTIVO, CONSIDERANDO PERDIDAS DEL 30 % CUANDO ESTA SE PRESENTA Y EL 15 % EN AUSENCIA DE LA MISMA, AQUI MISMO SE CONSIGNA LA LLUVIA QUE SE PRESENTA EN EL CICLO DEL CULTIVO SUANDO A ESTA LA LLUVIA ACUMULADA, RESTANDO A ESTA ACUMULACION DE HUMEDAD LAS NECESIDADES HIDRICAS DEL CULTIVO, LO QUE MARCA UNA DEFICIENCIA DE HUMEDAD QUE PUEDE VARIAR EL RENDIMIENTO.

CUADRO N° 11 B

																												RENDIMIENTO																										
																												1483 Kgs	AÑO																									
.00	.00	33.70	.00	.00	93.50	9.00	.00	.00	77.50	11.50	20.00	7.00	1.00	.00	.00	1.50	.00	.00	.00	.00	12.00	1.50	4.50	10.00	.00	.00	5.00	0.00	1.50	32.50	1483 Kgs																							
																						23.59	20.05	17.04	65.45	91.49	77.76	66.10	54.20	131.00	154.00	7.00	1.00	134.30	114.10	97.03	90.53	83.75	71.10	60.50	60.50	12.00	1.50	4.50	10.00	-4.50	-43.40	5.00	0.00	1.50	22.70	59/60		
																								82.49			120.30			150.00	150.00			3.00	1.00			65.70	56.60	5.20	20.17			-83.00	-116.11	-156.40	-169.70							
																						6.01	10.02	15.99	27.11	32.76	39.46	44.02	41.11	41.06	36.02	33.50																						
																						53.70	55.10	60.76	10.17	-4.58	-43.90	-80.00	-124.10	-157.90	-192.40	-203.30																						
																						.63	.64	12.00	42.34	20.36	20.47	6.76	20.46	18.29	10.40																9.54	9.09						
																												RENDIMIENTO																										
																												1161 Kgs	AÑO																									
.00	4.20	.90	.90	40.00	5.90	141.30	.00	21.00	.00	29.20	15.00	.00	6.00	.00	15.00	4.50	.00	19.00	0.60	10.00	.00	1.00	.00	.00	.00	31.00	32.30	.00	.00	.00	.00	1161 Kgs																						
																						3.57	3.03	20.00	36.93	90.91	115.46	136.46	115.99	20.44	136.43	115.96	121.91	103.67	110.67	123.17	104.69	124.49	133.49	143.09	143.09	130.00	127.56	11.57	04.46	22.26	22.61	13.09			60/61			
																								31.03			135.04																	73.96	57.11									
																						6.01	10.02	15.99	27.11	32.76	39.46	44.02	41.11	41.06	36.02	33.50																						
																						137.00	127.56	111.57	04.46	51.70	34.50	13.09	-20.02	69.00	-105.90	-130.40																						
																												RENDIMIENTO																										
																												1043 Kgs	AÑO																									
10.00	.00	7.00	8.20	59.50	.00	7.50	220.00	.00	24.00	1.00	43.50	10.00	7.00	.00	6.50	5.50	.00	.00	3.50	1.00	.00	.00	.00	.00	20.50	.00	47.50	.00	9.00	67.00	1.50	1043 Kgs																						
																						0.50	7.20	14.22	22.40	61.60	54.41	61.91	159.60	134.30	24.00	1.00	30.40	10.00	7.00	134.30	6.50	5.50	124.30	105.70	109.20	110.20	110.20	103.30	92.87	76.00	19.90	36.91	33.20	-13.36	9.00	46.90	1.50	61/62
																								64.02			150.00			150.00	150.00	150.00	150.00			140.00	146.30			69.67			30.65			-45.40	-40.43	79.90						
																						6.01	10.02	15.99	27.11	32.76	39.46	44.02	41.11	41.06	36.06	33.50																						
																						103.39	92.87	76.00	69.77	36.41	-2.54	-13.36	-54.47	-87.30	76.45	-100.50																						
19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14																							
JULIO				AGOSTO			SEPTIEMBRE			OCTUBRE			NOVIEMBRE			DICIEMBRE			ENERO			FEBRERO			MARZO			ABRIL		MAYO																								

CUADRO DE LOS CICLOS 1956 - 1979 DE LA LLUVIA EFECTIVA ACUMULADA EN EL CICLO ANTERIOR AL CULTIVO, CONSIDERANDO PERDIDAS DEL 30 % CUANDO ESTA SE PRESENTA Y EL 15 % EN AUSENCIA DE LA MISMA, AQUI MISMO SE CONSIGNA LA LLUVIA QUE SE PRESENTA EN EL CICLO DEL CULTIVO SUMANDO A ESTA LA LLUVIA ACUMULADA, RESTANDO A ESTA ACUMULACION DE HUMEDAD LAS NECESIDADES HIDRICAS DEL CULTIVO, LO QUE MARCA UNA DEFICIENCIA DE HUMEDAD QUE HARCE VARIAR EL RENDIMIENTO.

CUADRO Nº 11 C

																												RENDIMIENTO												
																												ANO												
1.50	.00	.00	.00	.00	.00	16.00	66.88	9.60	80.00	2.40	59.00	.00	.00	4.00	1.00	3.00	26.00	.00	4.00	1.00	.00	1.00	4.30	.80	.00	25.60	13.10	.00	16.20	175.60	.00	1141 Kgs								
																												62/63	63/64											
3.82	3.25	2.76	2.34	1.99	17.99	45.30	9.60	56.00	2.40	41.30	134.30	114.15	118.15	119.15	122.15	16.20	119.29	123.90	124.90	124.90	118.48	112.26	96.57	69.46	17.92	28.26	-15.75	32.30	122.90	20.45	62/63									
																												54.62	56.47											
																												54.62	56.47											
																												6.81	10.52	15.99	27.11	32.76	39.46	44.02	44.11	41.86	36.02	33.58		
																												117.48	107.96	98.27	69.46	36.70	15.16	-15.75	-56.86	-66.42	20.45	-13.12		
																												RENDIMIENTO												
																												ANO												
62.80	7.30	.00	1.20	1.40	.00	9.30	101.40	66.78	.00	4.00	19.50	1.00	.00	2.20	.00	36.00	2.00	.00	.00	27.60	11.80	3.50	.38	.00	.00	.00	42.00	.00	.00	18.30	1004 Kgs									
																												63/64	64/65											
53.30	60.60	51.10	52.71	54.10	45.98	55.29	70.98	46.60	134.30	138.30	157.80	158.00	134.90	137.18	116.60	25.20	143.80	122.20	103.80	19.30	134.90	131.68	121.46	105.47	78.36	45.60	6.14	29.60	-49.58	-91.44	-109.16	63/64								
																												126.27	158.00											
																												14.87												
																												147.80	123.19											
																												6.81	10.52	15.99	27.11	32.76	39.46	44.02	44.11	41.86	36.02	33.58		
																												128.18	121.16	105.47	78.36	45.60	6.14	-37.87	-49.58	-91.44	-127.46	-142.74		
																												30%	15%	15%	30%	30%	15%	15%	15%	15%	-8.69	-7.37		
																												12.39	5.18	4.40	9.30	15.39	13.05	11.34	9.64	11.19	9.50			
																												RENDIMIENTO												
																												ANO												
.00	41.30	2.00	3.60	.00	.00	39.10	4.40	51.30	.00	1.60	.00	.00	3.50	8.60	7.90	.00	.00	4.00	.00	.00	17.00	1.80	.00	.00	1.30	7.50	.00	.00	.00	35.20	481.8 Kgs									
																												64/65	65/66											
28.91	2.00	3.60	29.33	24.93	21.77	4.40	35.91	73.95	1.60	64.21	54.57	58.07	66.67	74.57	63.38	53.87	57.87	49.18	41.81	58.81	53.80	43.28	27.29	1.48	7.50				35.20	64/65										
																												6.81	10.52	15.99	27.11	32.76	39.46	44.02	44.11	41.86	36.02	33.58		
																												52.00	43.28	27.29	18	-31.27	-63.23	-107.25	-148.36	130.22	-226.24	-224.62		
19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14									
																												JULIO	AGOSTO	SEPTIEMBRE	OCTUBRE	NOVIEMBRE	DICIEMBRE	ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO		

CUADRO DE LOS CICLOS 1956 - 1979 DE LA LLUVIA EFECTIVA ACUMULADA EN EL CICLO ANTERIOR AL CULTIVO, CONSIDERANDO PERDIDAS DEL 30 % CUANDO ESTA SE PRESENTA Y EL 15 % EN AUSENCIA DE LA MISMA, AQUI TAMBIEN SE CONSIGNA LA LLUVIA QUE SE PRESENTA EN EL CICLO DEL CULTIVO SUMANDO A ESTA LA LLUVIA ACUMULADA, RESTANDO A ESTA ACUMULACION DE HUMEDAD LAS NECESIDADES HIDRICAS DEL CULTIVO, LO QUE MARCA UNA DEFICIENCIA - DE HUMEDAD QUE HACE VARIAR EL RENDIMIENTO.

CUADRO N° 11 E

30%																				15%																												
-10.35	-10.80	9.54																		-23.70	-20.15	-19.30	-11.10	-31.05																								
34.50	0.00	36.00	16.50	41.00	1.50	23.00	31.80	17.00	19.30	6.70	2.00	36.00	2.50	9.30	3.00	.00	.00	15.00	.00	1.50	.00	0.00	1.00	4.30	12.50	.00	1.50	.00	37.00	2.00	103.50	1247.0 Kgs AÑO																
24.15	32.15	25.20	14.50	11.00	1.50	23.00	22.26	17.00	19.30	6.70	2.00	36.00	2.50	9.30	3.00	124.30	114.15	129.15	109.77	111.27			112.46	102.94	91.25	76.64	43.88	11.92	25.50	2.00	72.45	66/69																
		57.35	71.85	82.85	84.35	107.35	129.61	146.60	158.00	158.00	158.00	158.00	158.00	158.00	158.00	158.00	158.00	158.00	158.00	158.00	158.00	158.00	158.00	158.00	158.00	158.00	158.00	158.00	158.00	158.00	158.00	158.00																
		7.91 6.70 2.00 36.00 2.50 9.30 3.00																																														
+ 150 CAPACIDAD DEL SUELO																																																
																									6.81	10.52	15.99	27.11	32.76	39.46	49.02	41.11	41.06	36.02	33.58													
																									104.46	101.94	87.95	64.14	43.08	4.42	-32.19	-73.21	-89.17	-123.19	38.87													
RENDIMIENTO																																																
4.50	.00	.00	00.50	72.50	140.00	7.00	20.00	30.50	17.38	15.00	21.00	.00	.00	48.00	.00	.00	.00	10.00	0.00	.00	3.50	6.50	5.00	1.50	.00	.00	10.20	.50	.00	10.50	1.50	3000 Kgs AÑO																
		3.02	3.25	56.35	50.75	90.00	7.00	20.00	21.35	17.30	15.00	15.00	150.00	134.30	20.00	120.82	102.60	81.21	97.24	105.24	89.62	92.92	92.61	87.69	72.60	28.61	-4.15	-43.61	-74.02	-115.13	-156.49	102.51	69/70															
		59.60 110.35 158.00 158.00 158.00 158.00 158.00 158.00 158.00 158.00 134.30 114.15 142.15																																														
		50.35 7.00 20.00 21.35 17.30 15.00 15.00																																														
																									6.81	10.52	15.99	27.11	32.76	39.46	49.02	41.11	41.06	36.02	33.58													
																									86.11	82.09	71.10	28.61	-4.15	-43.61	-74.52	-115.13	156.99	-102.51	-214.59													
RENDIMIENTO																																																
.00	24.00	0.50	25.50	.00	31.50	.00	202.50	160.00	31.00	.00	1.50	.00	.00	.00	.00	2.50	.00	10.00	0.00	.00	.00	.00	1.00	.00	.00	8.50	20.50	10.50	.00	4.50	24.00	1550.0 Kgs AÑO																
		12.50	17.85	42.79	22.05	55.12	141.75	112.00	21.70	134.30	135.00	115.40	98.11	83.39	70.80	73.30	62.38	72.38	60.30	68.32	68.32	61.51	51.99	36.00	0.84	9.50	20.50	66.84	107.95	145.31	157.33	70/71																
		50.35 66.84 150.00 158.00 158.00																																														
		38.87 112.00 21.70																																														
																									6.81	10.52	15.99	27.11	32.76	39.46	49.02	41.11	41.06	36.02	33.58													
																									61.51	50.99	36.00	0.89	-23.86	-53.82	-77.34	107.95	-149.81	101.33	-190.91													
19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14																	
JULIO			AGOSTO			SEPTIEMBRE			OCTUBRE			NOVIEMBRE			DICIEMBRE			ENERO			FEBRERO			MARZO			ABRIL			MAYO																		

CUADRO DE LOS CICLOS 1956 - 1979 DE LA LLUVIA EFECTIVA ACUMULADA EN EL CICLO ANTERIOR AL CULTIVO, CONSIDERANDO PERDIDAS DEL 30 % CUANDO ESTA SE PRESENTA Y EL 15 % EN AUSENCIA DE LA MISMA, AQUI TAMBIEN SE CONSIGNA LA LLUVIA QUE SE PRESENTA EN EL CICLO DEL CULTIVO SUMANDO A ESTA LA LLUVIA ACUMULADA, RESTANDO A ESTA ACUMULACION DE HUMEDAD LAS NECESIDADES HIDRICAS DEL CULTIVO, LO QUE MARCA UNA DEFICIENCIA DE HUMEDAD QUE HACE VARIAR EL RENDIMIENTO.

CUADRO N° 11 F

																								RENDIMIENTO																																																																					
																								ANO																																																																					
.00	8.50	.00	18.70	7.00	13.20	29.00	227.00	80.00	36.00	36.00	.00	1.00	.00	.00	6.50	3.00	.00	10.50	8.00	6.50	23.50	.00	.00	3.50	24.00	2.50	.00	.00	54.00	81.00	82.00	1465.0 Kgs																																																													
																								7.20	18.70	32.92	46.12	28.30	158.90	56.80	25.20	25.20	134.30	135.30	115.00	97.75	104.20	107.25	91.16	101.60	110.66	117.16	23.50	133.85	123.30	3.50	24.00	2.50	38.01	6.01	37.00	56.70	57.60	71/72																																							
																								25.92		66.42			158.00			158.00			158.00			158.00			110.84			107.73		77.47		-9.32																																													
																										67.32			56.00			25.20			36.00								39.46		44.02		41.11		41.06		36.02		33.58																																								
																													133.85					158.00					158.00					83.73					74.97					38.01					-6.01					-47.12					-51.16					20.68					23.82														
																								RENDIMIENTO																																																																					
																								ANO																																																																					
.00	12.00	125.00	3.00	5.50	1.50	45.50	5.00	55.00	.00	35.00	55.50	.00	2.50	6.20	1.50	1.20	.00	1.70	3.10	2.50	.00	32.50	39.00	.00	.00	.00	20.00	7.00	.00	29.58	32.00	1505.0 Kgs																																																													
																								12.00	87.50	102.50	100.00	109.50	31.85	146.35	38.50	134.30	24.50	38.85	134.30	136.00	143.00	197.50	148.70	126.39	28.49	157.98			22.75	27.30	158.00			28.00	7.00		20.65	22.48	72/73																																						
																										141.35			158.00			158.00			158.00			154.88			158.00							39.46		44.02		41.11		41.06		36.02		33.58																																			
																													151.19					158.00					158.00					138.89					88.13					54.67					34.65					.56					-41.32					-58.63					-67.87														
																													- 5.42					11.31																																																											
																								RENDIMIENTO																																																																					
																								ANO																																																																					
92.00	.00	.00	53.50	118.00	63.50	45.00	25.00	20.00	2.50	112.00	1.00	5.50	.00	.00	28.00	.00	.00	1.50	7.00	.00	.00	.00	.00	.00	21.00	5.50	.00	28.50	.00	1.50	.00	1792.0 Kgs																																																													
																								54.80	54.74	66.52	37.45	82.60	44.40	31.50	25.00			78.60			134.30	144.15	19.60	113.69	96.63	82.14	83.64	98.64	98.64	83.63	73.31	57.32	21.00	5.50	-15.51	28.58	-80.14	4.58	153.52	73/74																																					
																										83.97			158.00			158.00			158.00			158.00			133.75			51.21							23.95		-39.03		-117.50																																						
																										8.57			44.40			31.50			25.00			28.00			2.50			78.60			1.00			5.50								39.46		44.02		41.11		41.06		36.02		33.58																									
																													83.83					73.31					57.32					30.21					18.45					-15.51					-59.53					-80.14					-122.00					-153.52					-187.10														
19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14																																																														
JULIO			AGOSTO			SEPTIEMBRE			OCTUBRE			NOVIEMBRE			DICIEMBRE			ENERO			FEBRERO			MARZO			ABRIL			MAYO																																																															

CUADRO DE LOS CICLOS 1956 - 1979 DE LA LLUVIA EFECTIVA ACUMULADA EN EL CICLO ANTERIOR AL CULTIVO, CONSIDERANDO PERDIDAS DEL 30 % CUANDO ESTA SE PRESENTA Y EL 15 % EN AUSENCIA DE LA MISMA, AQUI MISMO SE CONSIGNA LA LLUVIA QUE SE PRESENTA EN EL CICLO DEL CULTIVO SUMANDO A ESTO LA LLUVIA ACUMULADA, RESTANDO A ESTA ACUMULACION DE HUMEDAD LAS NECESIDADES HIDRICAS DEL CULTIVO, LO QUE MARCA UNA DEFICIENCIA DE HUMEDAD QUE HACE VARIAR EL RENDIMIENTO.

CUADRO N° 11 G

																									RENDIMIENTO																												
																									Kgs																												
																									ANO																												
91.50	30.50	.00	.00	.00	5.50	.00	21.00	25.50	.00	1.00	41.00	.00	.00	.00	8.00	4.50	1.50	.00	1.50	4.50	2.00	1.00	.00	.00	.00	.00	4.10	2.00	1.00	10.00	1021.0																						
64.05	21.35	72.50	61.70	57.94	57.94	49.25	70.25	95.75	81.34	82.39	28.70	94.42	80.26	68.22	76.22	80.70	82.20	69.69	71.39	75.69	2.00		61.56	45.57	18.46	14.30	53.76	6.10	2.00	1.00	10.00	74/75																					
											111.09												77.89	72.08						93.68	132.70	173.65	200.30																				
																									6.81	10.52	15.99	27.11	32.76	39.46	49.02	41.11	41.86	36.02	33.58																		
																									71.08	61.56	45.57	18.46	14.30	53.76	97.78	134.79	174.60	210.30	233.80																		
																									-42.90	-22.80 -23.70			-23.70			-23.70 -20.15			-17.65			-19.05			-12.90												
																									RENDIMIENTO																												
																									Kgs																												
																									ANO																												
1.00	143.00	8.00	76.00	.00	211.00	93.00	24.00	4.50	5.00	.00	24.50	.00	.00	3.50	.00	10.00	9.00	.00	4.00	2.50	6.00	.00	.00	.00	.00	43.00	10.00	3.00	13.50	1.50	16.00	2021																					
100.10	109.10	53.20	134.30	147.70	65.00	24.00	4.50	5.00	134.30	24.50	134.30	114.15	117.65	100.00	110.00	127.00	107.95	111.95	114.45								30.10	75/76																									
101.10	158.00			158.00	158.00	158.00	158.00	158.00	158.00																																												
				4.30	124.00	65.00	24.00	4.50	4.50	.80																																											
																									6.81	10.52	15.99	27.11	32.76	39.46	49.02	41.11	41.86	36.02	33.58																		
																									113.64	103.12	87.13	60.02	27.26	17.90	-16.12	-54.23	-87.59	-117.11	-134.69																		
																									RENDIMIENTO																												
																									Kgs																												
																									ANO																												
.80	5.50	.00	.50	.50	129.00	76.00	15.00	.00	11.50	.50	12.50	20.00	.00	15.50	.50	.00	.00	.00	4.50	7.50	8.00	3.50	.00	4.00	.00	.50	1.00	30.50	.00	.00	3.00	2422																					
.00	5.50	4.67	5.17	5.67	90.30	53.20	15.00	134.30	145.80	148.30	12.50	20.00	134.30	149.80	150.30	127.70	108.50	92.20	96.70	104.20	112.20	108.89	98.27	86.38	59.27	27.01	11.45	26.95	69.63	111.49	144.50	77/78																					
																									-28.52																												
																									6.81	10.52	15.99	27.11	32.76	39.46	49.02	41.11	41.86	36.02	33.58																		
																									105.39	98.37	82.38	59.27	26.51	12.45	55.47	68.63	111.49	147.51	178.09																		
19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14																						
JULIO					AGOSTO			SEPTIEMBRE				OCTUBRE				NOVIEMBRE				DICIEMBRE			ENERO			FEBRERO			MARZO		ABRIL			MAYO																			

CUADRO DE LOS CICLOS 1956 - 1979 DE LA LLUVIA EFECTIVA ACUMULADA EN EL CICLO ANTERIOR AL CULTIVO, CONSIDERANDO PERDIDAS DEL 30 % CUANDO ESTA SE PRESENTA Y EL 15 % EN AUSENCIA DE LA MISMA, AQUÍ MISMO SE CONSIGNA LA LLUVIA QUE SE PRESENTA EN EL CICLO DEL CULTIVO SUMANDO A ESTA LA LLUVIA ACUMULADA, RESTANDO A ESTA ACUMULACION DE HUMEDAD LAS NECESIDADES HIDRICAS DEL CULTIVO, LO QUE MARCA UNA DEFICIENCIA DE HUMEDAD QUE HACE VARIAR EL RENDIMIENTO.

CUADRO 11 H

																											RENDIMIENTO																									
																											3500 Kgs	ANO																								
.00	.00	9.50	.50	.00	15.50	40.50	12.00	238.50	72.50	2.00	3.50	10.50	.50	11.50	.00	5.00	3.00	2.00	20.50	6.50	12.00	4.00	.00	.00	3.50	.00	.50	8.50	34.00	.00	6.50	78/79																				
		9.50	10.00	8.50	24.00	24.30	12.00	166.95	50.75					174.30	139.30	147.30	144.30	20.50	6.50					4.00	151.48	135.49	111.88	79.12	40.16	8.50	27.30	51.03	6.50	78/79																		
						52.30	64.30	158.00	158.00	158.00	158.00	158.00	158.00	158.00	158.00					158.00	158.00					158.00																										
						73.25	50.75	2.00	3.50	10.50	.50	11.50					8.00	8.00																																		
																											6.81	10.52	15.99	27.11	32.76	39.46	44.02	41.11	41.86	36.02	33.58															
																											158.00	151.48	135.49	108.38	79.12	39.66	-3.86	-36.47	51.03	-87.03	-114.13	5.19														
																											RENDIMIENTO																									
																											X	PROBABILIDAD																								
11.75	6.67	1.12	10.70	9.90	15.99	21.29	49.24	32.68	11.61	13.25	13.93	2.11	1.80	.74	4.14	1.19	1.33	5.77	1.79	1.82	1.69	4.40	3.53	3.58	2.67	6.07	5.56	2.99	10.10	13.55	24.97	88/89																				
11.75	6.67	1.12	10.70	9.90	15.99	21.29	34.46	22.73	11.61	13.25	13.93	2.11	1.80	.74	4.14	1.19	1.33	5.70	1.79	1.82	159.69	157.28	150.20	137.88	113.44	87.55	53.65	12.62	10.10	13.55	24.97	88/89																				
		18.42	18.54	30.24	40.14	56.13	77.42	111.88	134.61	146.22	158.00	158.00	158.00	158.00	158.00	158.00	158.00	158.00	158.00	158.00	158.00	158.00	158.00	158.00	158.00	158.00	158.00	158.00	158.00	158.00	158.00																					
						1.47	13.43	2.11	1.80	.74	4.14	1.19	1.33	5.70	1.79	1.82																																				
																											6.81	10.52	15.99	27.11	32.76	39.46	44.02	41.11	41.86	36.02	33.58															
																											152.88	146.76	134.38	110.77	80.88	48.03	9.63	-28.49	-68.25	-82.72	-91.33															
																											RENDIMIENTO																									
																											X	PROBABILIDAD																								
31.85	19.75	12.35	17.21	18.83	33.02	31.40	63.51	52.40	24.89	23.98	16.75	12.45	4.30	4.31	6.73	4.47	6.08	10.29	6.18	4.07	3.64	10.95	7.41	5.84	5.01	9.44	8.79	10.67	17.10	25.82	38.89	89/90																				
31.85	19.75	12.35	17.21	18.83	33.02	31.40	63.51	52.40	24.89	23.98	16.75	12.45	4.30	4.31	6.73	4.47	6.08	10.29	6.18	4.07	3.64	10.95	7.41	5.84	5.01	9.44	8.79	10.67	17.10	25.82	38.89	89/90																				
		22.29	42.04	54.39	71.60	90.13	23.11	21.98	44.40	36.68												158.00	154.83	7.41	5.84	5.10	9.44	8.79	10.67	17.10	25.82	32.99																				
						113.34	135.50	158.00	158.00	158.00	158.00	158.00	158.00	158.00	158.00	158.00	158.00	158.00	158.00	158.00	158.00	158.00	158.00	161.64	165.78	162.67	152.52	130.42	107.10	76.43	43.08	19.87	3.83																			
						21.92	36.68	24.89	23.98	16.75	12.45	4.33	4.31	6.73	4.47	6.08	10.29	6.18	4.07																																	
																											6.81	10.52	15.99	27.11	32.76	39.46	44.02	41.11	41.86	36.02	33.58															
																											154.83	155.26	146.68	125.41	97.66	67.64	32.41	1.97	-22.79	-32.99	-2.90	-36.48														
19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14																					
			JULIO	AGOSTO			SEPTIEMBRE			OCTUBRE			NOVIEMBRE			DICIEMBRE			ENERO			FEBRERO			MARZO			ABRIL			MAYO																					

V. - RESULTADOS.

Como el periodo de observación se puede considerar bastante amplio y los rendimientos observados en el mismo, varían con la humedad acumulada y la deficiencia del ciclo, se elaboraron gráficas de humedad acumulada y deficiencias contra el rendimiento observado, lo que originó dos gráficas de 23 puntos de variación considerables entre ambos, esto planteo la necesidad de utilizar un arreglo matemático y así obtener un ajuste a estos puntos, para poder inferir los valores probables del rendimiento con los resultados de las deficiencias al 50% de probabilidad con ajuste gamma y normal.

Los valores obtenidos de humedad acumulada y deficiencia así como el rendimiento observado en el periodo de 23 años, son los que a continuación se presentan:

HUMEDAD ACUMULADA	DEFICIENCIA	RENDIMIENTO
75.39	108.60	653.0
92.25	131.06	989.0
107.20	151.50	1207.0
60.50	203.30	1403.0
143.89	139.48	1161.0
110.20	108.50	1043.0
124.90	79.55	1141.0
123.19	142.74	1004.0
41.81	224.62	401.0
111.12	165.12	3131.0
76.82	179.96	942.0
158.00	9.38	3390.0
111.27	123.19	1274.0
89.42	214.59	3000.0
68.32	190.91	1550.0
117.16	51.18	1465.0
158.00	67.87	1585.0
90.64	187.10	1792.0
75.89	233.88	1021.0
114.45	134.64	2021.0
158.00	114.13	3500.0
158.00	0.0	6500.0
104.20	178.90	2422.0

Los modelos matemáticos que se consideran para ajustar la distribución de los datos obtenidos de la deficiencia de humedad con el rendimiento del cultivo año con año son los siguientes:

Ajuste a una función exponencial, una logarítmica y una función polinómica de mínimos cuadrados.

Los ajustes de las funciones exponencial y logarítmica generan curvas continuas ajustándose a datos que no se dispersan en un grado considerable del universo de valores, por esta razón son ajustes que dejan fuera un número considerable de datos, lo cual no garantiza que los resultados sean confiables y se ajusten a la realidad del problema.

Por este motivo se utilizó el ajuste a la función polinómica de mínimos cuadrados, los datos se procesaron en computadora con el programa (REPDL.) de la unidad de organización métodos y programación de la SARH.

Programa que efectúa una regresión polinómica con los valores interpolándolos entre sí, originando una curva ajustada y una ecuación de un polinomio. El proceso del programa realiza un ajuste de los valores de la deficiencia de humedad contra el rendimiento a un polinomio del décimo orden con gráfica de interpolación a los valores reales, así mismo hace un análisis estadístico de desviación estándar de cada orden del polinomio. Considerando lo anterior se tomó el resultado de menor desviación estándar de los polinomios, correspondiendo al polinomio de quinto orden en donde la ecuación y los resultados son los siguientes.

La ecuación del polinomio es:

$$A + B(1) * X^1 + B(2) * X^2 + \dots + B(N) * X^N$$

Resultados del programa en donde:

A	=	6110.5388	X	=	(Valor de la incógnita)
B(1)	=	- 273.99527	*		Multiplicación
B(2)	=	5.5244358	^		Exponente
B(3)	=	-0.050153821			
B(4)	=	0.00021086935			
B(5)	=	-0.00000033277499			

Los valores de la deficiencia con ajuste gamma y normal al 50% de probabilidad son los siguientes:

$$\text{Gamma} = 91.33 \qquad \text{Normal} = 36.48$$

Sustituyendo los valores de la función Gamma y Normal en la ecuación resulta:

G A M M A

$$6110.5388 + (-273.99527)(91.33) + (5.5244358)(91.33)^2 + (-0.050153821)(91.33)^3 + (0.00021086935)(91.33)^4 + (-0.00000033277499)(91.33)^5$$

$$\text{R E N D I M I E N T O} = 1484.77 \text{ Kg/ha.}$$

N O R M A L

$$6110.5388 + (-273.99527)(36.48) + (5.5244358)(36.48)^2 + (-0.050153821)(36.48)^3 + (0.00021086935)(36.48)^4 + (-0.0000003377499)(36.48)^5$$

R E N D I M I E N T O = 1383.86 Kg/ha.

(5) Cuadros y gráficas anexos.

En la gráfica N° 8 elaborada en el campo experimental (C.I.A.G.O.N.) de Río Bravo tamaulipas, es una explicación a la justificación del desarrollo del cultivo del sorgo, en relación a sus requerimientos de agua en el ciclo vegetativo (elaborada por el Ing. Maciel) analizando esta gráfica podemos concluir que con buena humedad acumulada del ciclo del cultivo anterior, más una precipitación distribuida en el ciclo del cultivo, el rendimiento sufre un incremento de 3,500 Kg/ha., que es el rendimiento máximo medio a 7,000 Kg/ha. considerando a éste como un rendimiento potencial o máximo.

Tomando en consideración éste concepto y teniendo las observaciones de rendimientos potenciales de los años 1968-79-80 con los rendimiento de 6,500 - 6,500 - 3,200 Kg/ha., incrementándose en una proporción de 91.74 - 85.71 - 71.60% en relación al rendimiento medio observado, resulta un promedio de 79.15% que se puede considerar como 50%, incremento que se puede tomar para generar los rendimiento potenciales de los años faltantes.

Los rendimientos reales y los generados se presentan a continuación:

REAL	POTENCIAL	REAL	POTENCIAL
653.0	1175.0	1274.0	2293.0
989.0	1780.0	3000.0	5400.0
1207.0	2173.0	1550.0	2790.0
1403.0	2525.0	1465.0	2637.0
1161.0	2090.0	1585.0	2853.0
1043.0	1877.0	1792.0	3225.0
1141.0	2054.0	1021.0	1838.0
1004.0	1807.0	2021.0	3638.0
401.0	722.0	3500.0	6300.0
3131.0	5636.0	6500.0	6500.0
942.0	1696.0	2422.0	4360.0
3390.0	6102.0		

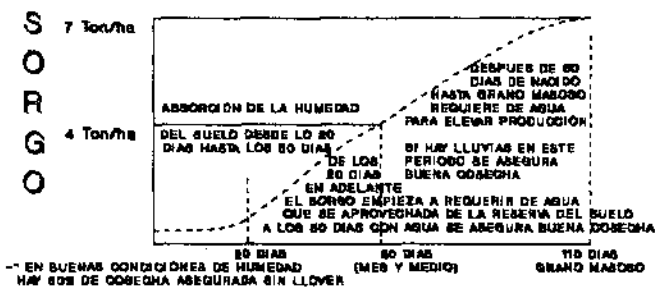
COMPARACION DE SORGO Y MAIZ

GRAFICA N° 8

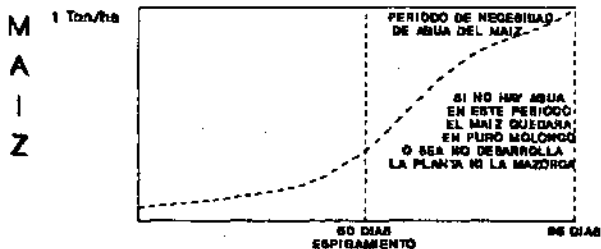
Experimento realizado por el Ing. Maciel Investigador del Clagón del Campo Experimental de Rio Bravo Tamaulipas.

Una explicación a la justificación del desarrollo del cultivo de sorgo en relación de sus requerimientos de agua

COMPORTAMIENTO DEL SORGO EN SU CICLO VEGETATIVO DE ACUERDO A SUS NECESIDADES DE AGUA



COMPORTAMIENTO DEL MAIZ DE ACUERDO A SUS NECESIDADES DE AGUA



Los rendimientos potenciales generados y las deficiencias hídricas, se procesaron con el programa (REPOL) obteniendo los siguientes valores.

La ecuación del polinomio es:

$$A + B(1) * X^1 + B(2) * X^2 + \dots + B(N) * X^N$$

Resultados del programa en donde:

A	=	6789.1638	X	=	(Valor de la incógnita)
B(1)	=	- 122.24890	*	=	Multiplicación
B(2)	=	1.0415831	^	=	Exponente
B(3)	=	-0.002607360			

Los valores de la deficiencia con el ajuste gamma y normal al 50% de probabilidad son los siguientes.

$$\text{Gamma} = 91.33 \qquad \text{Normal} = 36.48$$

sustituyendo los valores de la función gamma y normal en la ecuación resulta :

G A M M A

$$6789.1638 + (-122.24890)(91.33) + (1.0415831)(91.33)^2 + (-0.002607360)(91.33)^3$$

$$\text{R E N D I M I E N T O} = 2325.9 \text{ Kg/ha.}$$

N O R M A L

$$6789.1638 + (-122.24890)(36.48) + (1.0415831)(36.48)^2 + (-0.002607360)(36.48)^3$$

$$\text{R E N D I M I E N T O} = 3589.07 \text{ Kg/ha.}$$

Los rendimientos obtenidos son, los valores de los rendimientos medios observados y los potenciales generados con una función estadística gamma incompleta y normal teniendo una probabilidad de ocurrencia del 50%, esto proporciona valores que se pueden considerar apegados a la realidad.

VI. - DISCUSION DE RESULTADOS.

EN LA APLICACION DEL METODO.

Lo establecido como una metodología y desarrollado en el proyecto de San Fernando Tamaulipas, permitió en 1978 - 1979 que el Banco Mundial otorgara el crédito para desarrollar la zona y considerar a ésta como el primer distrito de drenaje en la República Mexicana, en este año que se otorgó el crédito se llegó a obtener una cosecha récord, superior a lo establecido como rendimiento medio potencial de la zona.

EN LA METODOLOGIA.

La factibilidad en la aplicación de esta metodología, se puede considerar como buena, ya que en el año de 1982 se utilizó para obtener un rendimiento agrícola factible del cultivo Frijol, en el proyecto Valle de Santiago Nayarit, en el cual se obtuvo un rendimiento probable a esta zona, con la misma secuencia que se estableció para el cultivo de sorgo, en la zona de San Fernando Tamaulipas.

Con este antecedente y la similitud que existe con el método que propone la F.A.O. para pronóstico de cosechas, el método se puede recomendar para el manejo de zonas establecidas como de humedad residual, en las zonas agrícolas denominadas de temporal las consideraciones para la obtención del rendimiento se puede enfocar al análisis de las deficiencias como de los excesos de humedad en los balances hídricos, para realizar la correlación con el rendimiento medio histórico de la zona a estudiar.

VII.- RECOMENDACIONES.

CULTIVO FACTIBLE Y/O PROBABLE (Maíz, Frijol).

Analizando la posibilidad de introducción de los cultivos de maíz y frijol como factibles para la rotación de cultivos, esta tiende a considerarse como mínima, en base a las características fisiológicas de estos cultivos de no soportar largos periodos de sequía, demeritando los productos de éstos en un alto porcentaje, lo que ocasiona, que la factibilidad económica de estos cultivos sea baja. Para ilustrar lo que anteriormente se expresó en la gráfica elaborada por el Ing. Maciel en el campo experimental (C.I.A.G.O.N.) de Río Bravo Tamaulipas, se muestra el desarrollo del maíz al principio (50 días) son mínimas, lo que ocasiona que la cobertura que alcanza en este periodo el cultivo sea poca y la humedad acumulada se pierda por evaporación, incrementándose después de los 50 días el consumo hídrico de la planta, la reserva de humedad del suelo tiende a ser mínima y lo errático de la precipitación no alcanza a compensar el consumo hídrico del cultivo, limitando el desarrollo de éste, lo que origina una baja en el rendimiento.

(Algodón)

Considerando las exigencias ecológicas del cultivo que se desarrolla extensivamente en esta región, limita la zona a una explotación de un solo cultivo (mono-cultivo), para prevenir caer en este sistema se analizaron las características ecológicas de diferentes cultivos probables de introducir a la región, que muestren una adaptación a los fenómenos meteorológicos registrados en esta zona y la obtención de un rendimiento económicamente costeable bajo estas condiciones.

El cultivo que se puede desarrollar bajo estas condiciones con un rendimiento económicamente costeable, actualmente es el "algodón", que anteriormente se desarrolló en esta región en la década de los 50's, llegando a cultivarse 250,000 ha., que por problemas económicos y fitosanitarios se relegó su explotación a pequeñas superficies, drásticamente a niveles menores del 1%.

Después del abatimiento de la superficie cultivada en la región, los intentos que se hicieron posteriormente por las autoridades federales para establecer "algodón" en algunas áreas de la región, fueron enfocados a la modalidad de riego quedando el temporal fuera de los estímulos o protección del gobierno.

Características del cultivo (algodón)

El clima determina en gran medida las partes del mundo en que el algodnero puede ser cultivado en escala comercial. La duración de la estación de crecimiento, horas de sol, variaciones en la temperatura y otros elementos climatológicos delimitan las

regiones donde puede cultivarse el algodón. Para lograr alto índice de producción se necesitan combinaciones favorables de clima, suelos y normas de cultivo.

En la actualidad se cultiva el algodón en forma comercial en ciertas regiones del nuevo mundo, dentro de los límites comprendidos aproximadamente entre 37° de latitud N y 32° de latitud sur. En el viejo mundo estos límites se extienden desde Ucrania en la Unión Soviética, hasta los 47° de latitud N. en Africa y en Australia sólo hasta aproximadamente 30° de latitud S.

En estas regiones algodonerías, el clima favorece a unas más que a que a otras; pero por regla general básicamente en todas las áreas de producción tienen las condiciones cardinales o fisiográficas necesarias para la vida de la planta. Este límite sin embargo se define con mayor precisión por la elevación, topografía, fertilidad de suelos y condiciones desérticas, con excepción de ciertas características territoriales, como campos pequeños, suelo inadecuado y aridez. Estos factores reducen los límites climatológicos en algunas regiones.

Influencia de las condiciones meteorológicas en la fisiología del cultivo.

El algodón es considerado como una planta anual, pero bajo condiciones tropicales con una temperatura media no inferior a 18°C se comporta como un perenne, esta planta es herbácea, con una raíz pivotante y un tallo erguido de 60 a 150 cm. de altura.

Temperatura.

El algodón está adaptado al clima húmedo de los trópicos donde el período libre de heladas es por lo menos de 200 a 210 días y la isoterma de verano de cerca de 25°C o más.

La temperatura óptima para la germinación de la semilla del algodón determinada por (Camp y Walker) es aproximadamente de 34.4 a 15.5° C, la germinación es lenta y a 13.8°C se detiene, entre 35 y 36.11°C la germinación es muy rápida, las temperaturas más altas tienden a inhibir el crecimiento después de un tiempo relativamente corto. La temperatura óptima para el desarrollo de las plantas de algodón después de la germinación y antes que broten según (Walker), es alrededor de 23.8 a 29.4°C o a un nivel ligeramente más bajo, a la temperatura en que el algodón logra el mejor crecimiento continuo es de 32.2°C aproximadamente.

El efecto depresivo de las altas temperaturas en la producción es doble:

1).- La temperatura alta acelera la transpiración causando el marchitamiento y el cierre de los estomas más pronto durante el día, esto da por resultado una rápida reducción de la fotosíntesis.

2).- La temperatura alta también aumenta la velocidad de respiración, generalmente después de un día de altas temperaturas, las temperaturas nocturnas son mas elevadas. La respiración activa nocturna de las plantas agota la reserva de carbohidratos una disminución en el proceso fotosintético y un aumento en la velocidad de respiración dan por resultado menor elevación de productos para el crecimiento y el almacenamiento.

Relaciones lumínicas.

Generalmente el algodónero ha sido considerado como una planta amante de la luz, que se desarrolla mucho mejor en un medio donde luzca siempre el sol la escasez de luz no sólo retarda la fructificación, sino que ocasiona la caída de mayor cantidad de formas fructíferas.

El área de la hoja de una planta es un factor importante en la determinación de la cantidad diaria de hidratos de carbono generados.

Fotoperiodo.

Kostantinov en la Unión Soviética estudió el efecto causado por las horas variables de la luz solar sobre los algodóneros cultivados, logró acelerar algo el tiempo de floración usando un día de diez horas de luz, la reducción de las horas diarias de luz tuvo efecto principalmente en los tipos de maduración .

La mayoría de los algodóneros indígenas de los trópicos al ser cultivados en climas templados, donde el día es más largo en el verano, adquieren una cualidad altamente vegetativa se puede decir que la temperatura podrá sustituir a las horas de luz tratándose de algodóneros determinados.

Relaciones acuíferas.

La mayor parte del agua es absorbida cerca de la punta extrema de las raíces especialmente en la zona ocupada por los filamentos de la raíz. Cuando la planta es tierna puede absorber agua únicamente de la capa superior del suelo, pero a medida que se desarrolla el sistema de raíces, la planta podrá obtenerla de profundidades mayores durante el tiempo seco, gran parte del agua la obtiene a una profundidad variable de uno o varios pies, a menos que una fuerza obstructora haya detenido el desarrollo de las raíces.

La velocidad de absorción del agua depende no solamente de la que haya disponible, sino también de la temperatura y la aireación de las raíces, la inundación del terreno que tiende a evitar el paso del aire lo cual podrá causar un marchitamiento.

A menos que haya agua disponible para reemplazar las pérdidas por transpiración, el crecimiento se retardará por falta de agua. Si el periodo de escasez de agua no se prolonga demasiado, el riego revivirá las plantas y renovará el crecimiento. El algodón bajo condiciones de escasez de agua de ordinario reacciona más como una planta xerófila que como una mesófila.

Característicamente en un terreno favorable el sistema de raíces se desarrolla hasta una profundidad suficiente, para obtener humedad de un gran volumen de tierra. Los algodones cultivados en suelos de las tierras altas no permiten la penetración profunda de las raíces, limitando su resistencia a la sequía.

Suelos.

Muchos suelos son poco apropiados para el cultivo del algodón, algunos de ellos son enteramente inapropiados y otros rendirán una producción baja, aún con un cultivo inteligente. Los principales grupos mal adaptados para el cultivo del algodón son los suelos poco profundos, generalmente pedregosos (litosoles), los que tienen un drenaje defectuoso (pantanosos, medio pantanosos, húmicos de Gley y de bajo contenido húmico y Podzólicos con aguas superficiales), los suelos muy arenosos (Regosoles), los suelos de losa de arcilla (Planosoles) y los suelos salinos y alcalinos (suelos solonchak y solonetz).

El algodón que crece en terreno arenoso o terreno arenoso de migajón, generalmente fructifica más pronto y con mayor rapidez que el que crece en suelos arcillosos, los terrenos bien drenados también producen frutos más temprano.

La respuesta fisiológica del algodón depende en forma considerable de la naturaleza física y química del suelo. Las relaciones acuíferas y nutritivas del suelo representan una parte importante en la caída de las hojas y los frutos que es característica de este cultivo.

La investigación en la zona de estudio del algodón, bajo condiciones de temporal ha sido mínima, pero se cuenta con la tecnología necesaria para que con los mínimos gastos de inversión y principalmente en aquellas regiones temporales con problemas de salinidad y bajas precipitaciones, donde el cultivo del sorgo no es económicamente rentable se aprovechen con algodón, que con un rendimiento mínimo de 500 ó 700 Kg/ha. económicamente es más rentable que cualquier otro cultivo practicado en la zona.

Actualmente los productores de algodón en temporal, han mantenido buenas márgenes de utilidad con los siguientes costos de cultivo.

Práctica	Costo/ha
Preparación	1,000.00
Siembra	531.20
Cultivo	1,100.00
Control de plagas	1,500.00
Pizca y acarreo	3,400.00
Total	7,531.00

Dentro de las recomendaciones para el buen manejo del cultivo, se encuentra: la fecha de siembra durante el mes de Febrero, el uso de semilla desbarrada químicamente que reduce la densidad de siembra de 10 a 12 Kg/ha., se recomienda actualmente poblaciones de 80,000 plantas/ha.

En el cuadro N° 12 se enmarcan los rendimientos del cultivo de temporal en los años 76-78-79 presentando diferentes variedades, así mismo el rendimiento unitario regional de cultivos básicos en áreas de temporal para 1960 - 1978.

Los fines que se pretende analizar con el estudio de este cultivo del algodón es, definir la probabilidad de efectuar una rotación con el sorgo, en áreas que presenten algún tipo de problemas, ya sea ocasionado por factores climatológicos o edáficos, por que pretender reemplazar con este cultivo al sorgo originaría los mismos problemas que contribuyen a limitar su desarrollo en la zona, ya que este tipo de producto está supeditado a la demanda y explotación interna nacional y a la fluctuación del mercado internacional.

DE LA METODOLOGIA.

Tomando en cuenta, lo establecido en el desglose como metodología de la parte inicial de esta tesis, la aplicación de ésta en el proyecto San Fernando Tamaulipas, como la utilización de la misma en el proyecto Valle de Santiago Nayarit y la similitud con la metodología utilizada por la F.A.O., se puede decir que esta otorga resultados aceptables para fines de planeación y programación agrícola o para establecer un rendimiento agrícola inicial de manejo de una zona, en la cual se pretenda realizar una proyección del rendimiento, efectuando modificaciones a las variables que puedan tener influencia en el rendimiento inicial. Así mismo es recomendable efectuar calibraciones y ajustes de las metodologías empleadas (distribución de la precipitación, cálculo de usos consuntivos, lluvia efectiva etc.), en razón de que las condiciones de manejo en cada proyecto son distintas y confieren una individualidad propia de manejo a cada caso.

PRODUCCION DE ALGODON EN HUESO, BAJO
CONDICIONES DE TEMPORAL (1)

1976

VARIEDAD	RENDIMIENTO	
	EN	Kg/ha
Cond A-74 C	2394	
Cond S-74 C	2103	
Tancol SP 37	3110	
La 17001	2116	

CUADRO Nº 12

(1) Experimento en el municipio de
Halamoros, Tam. (Arroyo del Tigre)

RENDIMIENTO UNITARIO E INGRESOS A NIVEL REGIONAL DE

CULTIVOS BASICOS EN AREAS DE TEMPORAL PARA 1960-1970 (1)

1970

VARIEDAD	RENDIMIENTO	
	EN	Kg/ha
CA H-4	2031	
Cond S-74	2075	
Tancol SP 37	2196	
DPS-63-74	1857	
STONEVILLE 213	1321	
La 17001	1857	
DPS-62-74	1696	

(1) Experimento en el municipio de
San Fernando Tam. (El Canelo)

CULTIVO	1960		1965		1970		1975		1978	
	Kg/ha	\$/ha	Kg/ha	\$/ha	Kg/ha	\$/ha	Kg/ha	\$/ha	Kg/ha	\$/ha
	ALGODON	469	1055.25	338	767.20	684	1573.20	300	1560.00	753
ARIZ	647	405.25	-----	-----	705	634.50	-----	-----	1077	
SORGO	1400	774.40	401	260.67	3000	1090	1021	1613.10	2422	
FRIJOL	237	237	-----	-----			500	2922.60	167	

FUENTE: SARH RIO BRAVO TAM.

1979

VARIEDAD	RENDIMIENTO	
	EN	EN FIBRA
Cond S-74 C	2660	30.50
STONEVILLE 213	2502	37.60
T 102 (B16)	2455	37.20
Tancol SP-37	2420	36.00
La 17001	2000	35.90

(1) Experimento en el municipio de
San Fernando Tam. (El Canelo)

VIII.- CONCLUSIONES.

Es imprescindible la incorporación de todas las zonas susceptible de producción agrícola a la economía nacional, ya que de esto depende el desarrollo integral del sistema alimentario nacional, con esta finalidad se pretende alcanzar la autosuficiencia agrícola e ir en una forma paralela con el desarrollo industrial, llegando a una meta común.

De esto se deriva que las áreas marginadas a la explotación se analicen, utilizando el criterio de hacerlas producir y a la vez de conservarlas, manejando los elementos que limitan su utilización en una forma consiente de obtener el mayor beneficio.

El punto que se pretendió alcanzar con este estudio es el análisis de los elementos que intervienen en la producción del sorgo y la obtención del rendimiento medio probable, con que se puede manejar la zona actualmente y hacer una inferencia a futuro con la misma probabilidad, analizando las mejores técnicas y realizar una conservación consiente del elemento agua renovable pero limitado, análisis que derivó en las siguientes conclusiones.

El análisis que se efectuó en la distribución del área de influencia de las estaciones climatológicas con el método del polígono de THISEN, muestra que la diferencia en volúmenes precipitados en las estaciones de la zona es mínima, por lo que se puede analizar la zona como una unidad sin variación.

La influencia que tiene la TEMPERATURA en la zona es de gran importancia, en razón de que cualquier variación que tenga este fenómeno tendrá una consecuencia directa en la conservación de humedad y el desarrollo del cultivo, al mismo tiempo interviene como factor que limita al cultivo en el ciclo verano-otoño (tardío), ya que este sufre la germinación del grano en la panoja a consecuencia de la alta temperatura, humedad ambiental y precipitación en el periodo de maduración del cultivo.

LA EVAPORACION.- Los registros de este fenómeno en el año y ciclo del cultivo, sirven como un indicador para tomar las medidas necesarias en la conservación de las reservas de humedad y proponer el manejo adecuado de la misma.

GRANIZADAS.- Este fenómeno se presenta esporádicamente sin causar problemas en el cultivo.

EL SUELO.- Como factor es decisivo en el ciclo del cultivo, ya que de este depende un alto porcentaje del desarrollo y fructificación del cultivo, de los diferentes tipos de suelos que se presentan en la zona el 80% tienen una profundidad media, con características edafológicas de buena retención de humedad en

este caso, el suelo es el factor más importante con que cuenta el cultivo para su desarrollo. Las características edafológicas del suelo se analizaron, para determinar la capacidad de retención de humedad de cada una de las áreas que dominan las estaciones climatológicas, con el fin de tener un criterio para el análisis de la utilización de la humedad por el cultivo.

LA PRECIPITACION.- Por contener un extenso volumen de datos y ser un fenómeno aleatorio, el análisis de la misma se efectuó con los métodos estadísticos de ajuste gamma y normal, para obtener una probable seguridad de ocurrencia de este fenómeno.

LA EVAPOTRANSPIRACION.- Se analizó por varios métodos tomando en consideración las alteraciones que sufren éstos con los fenómenos que se presentan en la zona, considerando el más viable para manejar el que se apegó a los supuestos acontecimientos que se producen en la zona.

HUMEDAD RELATIVA, NEBLINAS Y ROCIOS.- El análisis de estos fenómenos se efectuó en una forma separada, en razón de que éstos aportan cierta cantidad de humedad que ayuda al desarrollo del cultivo pero ésta no es cuantificable, de cierta manera se realizaron algunas inferencias y se llegó a concluir en una forma general sobre estos fenómenos. Por otra parte, la influencia de estos elementos es la reducción de la evapotranspiración, ya que el medio está casi saturado.

CLASIFICACION DEL CLIMA.- Se realizó esta clasificación por el método de THORNTHWAITE, clasificación que arrojó el mismo resultado para todas las estaciones que se consideraron, unificando un criterio total para toda la zona, aunque este método toma en cuenta el suelo, el hecho real de la zona no lo cuantifica por tomar un alto rango para designar cual es la humedad acumulada.

CARACTERISTICAS DEL CULTIVO.- Se consideraron las características fisiológicas de adaptación a los fenómenos meteorológicos llegando a concluir que este cultivo aprovecha toda la humedad posible en la primera etapa de su desarrollo acumulando ésta como reserva viva en los tejidos, teniendo la misma cualidad de permanecer en estado de latencia cuando el suministro de agua alcanza niveles críticos, lo que significa que este cultivo responde adaptado a las condiciones ecológicas de la zona.

CULTIVO FACTIBLE.- La conclusión a que se llegó de la factibilidad de reemplazo o rotación al cultivo de sorgo, es el algodón en primer término, pero los problemas de la fluctuación del mercado del algodón, marcan un límite que se debe de analizar para introducir este cultivo en una escala considerable en la zona. El maíz y Frijol, su posibilidad es baja por el poco rendimiento que se ha observado y los altos costos de producción de los mismos.

Otros cultivos probables pueden ser el Girasol y Mijo, son cultivos que aguantan largos períodos de sequía y probablemente pueden tener una buena adaptación a la zona, dando rendimiento económicamente costeable, pero esto depende de la experimentación y el análisis de mercado con estos cultivos.

DE LA METODOLOGIA.- Del balance hídrico y los 23 años de observación de rendimientos, se obtuvo la base para procesar los valores que generaron el rendimiento probable medio actual y futuro, con el que se puede manejar la planeación agrícola de la zona.

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

- BROWN H.B. Y WARE J. O.**
ALGODON - COMERCIO
Traducción de Contro J. M.
Uteha 1961 México D.F.
- CARROLL P.W.**
CULTIVOS ACLIMATACION Y DISTRIBUCION
TRADUCCION DE SERRANO G.M.
Edición revolucionaria Habana Cuba 1979
- C.I.A.G.O.N.**
DATOS EXPERIMENTALES
CAMPO EXPERIMENTAL DE RIO BRAVO, TAMAULIPAS
- CASTILLA P. O.**
DETERMINACION PRACTICA DEL USO CONSUNTIVO
MEMORANDUM TECNICO M° 231 S.A.R.H. 1966
México, D.F.
- PLAN NACIONAL HIDRAULICO**
ESTUDIO PARA EL APROVECHAMIENTO DE LOS SUELOS
DE ALTA PRODUCTIVIDAD EN LE NORTE DE TAMAULIPAS
S.A.R.H. 1978 México, D.F.
- NANDOR B. D.**
INTRODUCCION A LA AGROMETEOROLOGIA
Traducción Húngara
Instituto del Libro Habana Cuba 1979
- PUBLICACION NO 1**
INSTRUCTIVO PARA LA DETERMINACION DEL CLIMA
DE ACUERDO AL SEGUNDO SISTEMA DE THORNTHWAITE
S.A.R.H. 1972 México, D.F.
- F.A.O.**
NECESIDADES DE AGUA DE LOS CULTIVOS
ORGANIZACION DE LAS NACIONES UNIDAD PARA
LA AGRICULTURA Y LA ALIMENTACION.
ROMA, 1976
- DESARROLLO DE SISTEMAS, S.A.**
MODELO DE ANALISIS AGROCLIMATOLOGICO
PARA PROYECTOS AGROPECUARIOS
México, D.f. 1978
- UNIDAD DE ORGANIZACION METODOS Y PROGRAMACION.**
MODELO DE REGRESION POLINOMICA DE MINIMOS CUADRADOS
S.A.R.H. 1977 México, D.F.

WALL J. Y ROSS W. M.
PRODUCCION Y USO DEL SORGO
Traducción de Bottaro D. A.
Buenos Aires Centro Regional de Ayuda Técnica 1975