



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO

Facultad de Estudios Superiores "CUAUTITLAN"

30
22j

**EVALUACION DE DIFERENTES TAMAÑOS DE
MICROCUENCAS Y ARREGLOS TOPOLOGICOS
EN FRIJOL (*Phaseolus vulgaris* L.), BAJO
CONDICIONES DE TEMPORAL**

T E S I S

**QUE PARA OBTENER EL TITULO DE
INGENIERO AGRICOLA**

P R E S E N T A N

*Tovar Tapia Victor G.
Mundo Ocampo Jaime*

A S E S O R E S

M. C. Tovar Salinas Jorge L.
M. C. de la Teja Angeles Orlando

Cuautitlán Izcalli, Edo. de México 1984



Universidad Nacional
Autónoma de México



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

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

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

I N D I C E

	Pag.
I. INTRODUCCION	1
II. OBJETIVOS.....	4
III. REVISION DE LITERATURA.....	5
3.1. Antecedentes Históricos de las sequías en México.....	5
3.2. Definición de captación de agua de lluvia.....	5
3.3. Antecedentes de las microcuencas de captación <u>in situ</u> ..	8
3.4. Generalidades.....	9
3.5. Evaluación y objetivo de la captación de agua de lluvia.....	10
3.6. Eficiencia de la captación de agua de lluvia.....	11
3.7. Precipitación pluvial.....	12
3.8. Coeficientes de escurrimiento.....	13
3.9. Importancia del Agua.....	14
3.10. Tamaño de la microcuenca de captación.....	15
3.11. Area de escurrimiento y área de raíces.....	16
3.12. Distancia entre hileras.....	17
3.13. Distancia entre matas.....	21
3.14. Densidad de población.....	22
3.15. Conclusiones de la revisión de literatura.....	25
IV SUPUESTOS.....	28
V HIPOTESIS.....	29
VI MATERIALES Y METODOS.....	30
6.1 Localización del lote experimental.....	30
6.1.1. Clima.....	30
6.1.2. Datos meteorológicos.....	31
6.1.3. Temperatura.....	32
6.1.4. Precipitación pluvial.....	32
6.1.5. Evaporación potencial.....	32
6.2. Suelo.....	36
6.2.1. Características generales.....	36
6.2.2. Descripción del perfil.....	36

	Pag.	
6.3	Desarrollo experimental.....	37
6.3.1.	Variables.....	37
6.3.2.	Diseño de tratamientos.....	38
6.3.3.	Diseño experimental.....	38
6.3.4.	Antecedente y preparación del terreno.....	41
6.3.5.	Tamaño de los lotes experimentales.....	41
6.3.6.	Traza de las unidades experimentales.....	41
6.3.7.	Construcción de parcelas.....	41
6.3.8.	Determinación del área de escurrimiento (Ae) y área de siembra(As).....	41
6.3.9	Población por parcela.....	42
6.3.10	Siembra.....	42
6.3.11.	Fertilización.....	42
6.3.12	Control de plagas y enfermedades.....	45
6.3.13	Control de malezas.....	45
6.3.14	Cosecha.....	45
6.4.	Registro de datos.....	46
6.4.1.	Precipitación pluvial.....	46
6.4.2.	Evaporación potencial.....	46
6.4.3	Temperatura.....	46
VII	RESULTADOS Y DISCUSION.....	50
7.1.	Precipitación pluvial.....	50
7.1.1.	Frecuencia y cantidad.....	50
7.1.2.	Coefficiente de escurrimientos.....	53
7.1.3.	Lámina escurrida.....	53
7.1.4.	Lámina disponible en el área de siembra.....	54
7.1.5.	Volumen de agua disponible por planta.....	54
7.1.6.	Uso consuntivo del frijol.....	56
7.1.7.	Balance hídrico.....	57
7.2.	Análisis estadístico.....	58
7.2.1.	Experimento A.....	61
7.2.1.1	Rendimiento de grano.....	61
7.2.1.2	Rendimiento de vainas.....	66
7.2.1.3	Rendimiento de materia seca.....	71

	Pag.
7.2.2. Experimento B.....	76
7.2.2.1 Rendimiento de grano.....	76
7.2.2.2 Rendimiento de vainas.....	80
7.2.2.3 Rendimiento de materia seca.....	84
7.3. Eficiencia del uso del agua.....	88
7.3.1. Experimento A.....	88
7.3.1.1 Distancia entre hileras.....	88
7.3.1.2 Distancia entre matas.....	90
7.3.1.3 Interacción.....	90
7.3.2. Experimento B.....	91
7.3.2.1 Distancia entre hileras.....	91
7.3.2.2 Densidad de población.....	93
7.3.2.3 Interacción.....	94
VIII VALIDEZ DE LA HIPOTESIS.....	95
IX CONCLUSIONES GENERALES.....	96
9.1. Conclusiones particulares al experimento A.....	97
9.2. Conclusiones particulares al experimento B.....	97
9.3 Comparación de los experimentos A y B.....	98
X RECOMENDACIONES.....	100
XI BIBLIOGRAFIA.....	101
XII APENDICE.....	106

INDICE DE CUADROS

CUADRO		PAG.
1	Sequías ocurridas en el Valle de México durante el período 1931 a 1979	6
2	Temperatura, evaporación y precipitación pluvial en Chapin go, Méx., durante el período 1973-1982. Valores expresados como media mensual.....	31
3	Lista de tratamientos del experimento A.....	39
4	Lista de tratamientos del experimento B.....	39
5	Número de plantas de la superficie útil de cada parcela pa ra los experimentos A y B.....	42
6	Precipitación pluvial diaria registrada en el lote experi mental durante el período comprendido de junio a octubre - de 1983. Valores expresados en mm.....	47
7	Evaporación diaria registrada en el lote experimental du rante el período comprendido de junio a octubre de 1983. - Valores medidos en tanque tipo A y expresados en mm.....	48
8	Temperatura máxima, mínima y media registrada en el lote - experimental durante el período comprendido de junio a oc tubre de 1983. Valores expresados en °C.....	49
9	Frecuencia de los eventos de la precipitación pluvial en el lote experimental durante el período comprendido del 8 de junio al 11 de octubre de 1983.....	51
10	Coeficientes de escurrimiento estimados a partir de las -- condiciones de suelo y de precipitación pluvial del lote - experimental.....	53
11	Volumen de agua disponible por planta durante el ciclo ve getativo del frijol, para cada tratamiento del experimento A. Valores expresados en litros.....	54
12	Volumen de agua disponible por planta durante el ciclo ve getativo del frijol, para cada tratamiento del experimento B. Valores expresados en litros.....	55
13	Cálculo del uso consuntivo del frijol para el período com prendido del 8 de junio al 11 de octubre de 1983, para la zona de Chapingo, Méx.....	57
14	Superficie por mata de tres plantas para cada tratamiento del experimento A. Valores expresados en m ²	59
15	Superficie por mata de tres plantas para cada tratamiento del experimento B. Valores expresados en m ²	59

CUADRO

PAG.

16	Número de plantas por hectárea para cada tratamiento del experimento A.....	60
17	Distancia entre matas para cada tratamiento del experimento B: Valores expresados en cm.....	60
18	Rendimiento medio de grano de frijol al 14% de humedad, correspondiente a cada tratamiento del experimento A. Valores expresados en kg/ha.....	61
19	Análisis de varianza para el rendimiento de grano de frijol del experimento A.....	62
20	Prueba de Tukey para la variable distancia entre hileras en el análisis de rendimiento de grano del experimento A.....	62
21	Prueba de Tukey para la variable distancia entre matas en el análisis de rendimiento de grano del experimento A.....	64
22	Rendimiento medio de vainas de frijol correspondiente a cada tratamiento del experimento A. Valores expresados en miles/ha.....	66
23	Análisis de varianza para el rendimiento de vainas de frijol del experimento A.....	67
24	Prueba de Tukey para la variable distancia entre hileras en el análisis de rendimiento de vainas del experimento A.....	68
25	Excedente de humedad del suelo en el área sembrada para cada tamaño de microcuencia obtenidos en el Balance Hídrico.....	69
26	Prueba de Tukey para la variable distancia entre matas en el análisis de rendimiento de vainas del experimento A.....	70
27	Rendimiento medio de materia seca de frijol correspondiente a cada tratamiento del experimento A. Valores expresados en Kg/ha.....	72
28	Análisis de varianza para el rendimiento de materia seca de frijol del experimento A.....	73
29	Prueba de Tukey para la variable distancia entre hileras en el análisis de rendimiento de materia seca del experimento A.....	73
30	Prueba de Tukey para la variable distancia entre matas para el análisis de rendimiento de materia seca del experimento A.....	74
31	Rendimiento medio de grano de frijol al 14% de humedad correspondiente a cada tratamiento del experimento B. Valores expresados en Kg/ha.....	76
32	Análisis de varianza para el rendimiento de grano de frijol del experimento B.....	77
33	Prueba de Tukey para la variable densidad de población en el análisis de rendimiento de grano.....	79

CUADRO

PAG,

	del experimento B.....	79
34	Rendimiento medio de vainas de frijol correspondiente a cada tratamiento del experimento B. Valores expresados en miles/ha.....	81
35	Análisis de varianza para el rendimiento de vainas de - frijol del experimento B.....	82
36	Prueba de Tukey para la variable densidad de población en el análisis de rendimiento de vainas del experimento B.....	83
37	Rendimiento medio de materia seca de frijol correspondiente a cada tratamiento del experimento B. Valores - expresados en Kg/ha.....	85
38	Análisis de varianza para el rendimiento de materia seca de frijol del experimento B.....	85
39	Prueba de Tukey para la variable densidad de población en el análisis de rendimiento de materia seca del experimento B.....	87
40	Eficiencia del uso del agua para cada tratamiento del - experimento A. Valores expresados en litros.....	89
41	Eficiencia del uso del agua para cada tratamiento del - experimento B. Valores expresados en litros.....	92
42	Eficiencia del uso del agua para cada distancia entre - hileras, valores comparativos para los experimentos A y B, expresados en litros.....	92

INDICE DE FIGURAS

FIGURA		PAG.
1	Curva ombrotérmica para la zona de Chapingo, Méx., para el período 1973-1982. (Datos de la estación meteorológica de la UACH).....	33
2	Climograma de la zona de Chapingo, Méx., para el período 1973-1982 (Datos de la estación meteorológica de la UACH).....	34
3	Balance Hídrico general de la zona de Chapingo, Méx. para el período 1973-1982. (Datos de la estación meteorológica de la UACH).....	35
4	Arado modificado para la construcción de microcuencas - de captación de lluvia.....	43
5	Diagrama de la microcuenca tipo utilizada, en donde se indica el área de siembra (As) y los diferentes tamaños de área de escurrimiento (Ae).....	44
6	Distribución diaria de la precipitación pluvial en el lote experimental durante el período comprendido de junio a octubre de 1983.....	52

INDICE DE APENDICE

CUADRO	PAG.
1	Temperatura media mensual durante el período 1973-1982. Valores expresados en °C..... 107
2	Evaporación mensual durante el período de 1973-1982. Valores expresados en mm..... 108
3	Precipitación pluvial mensual durante el período 1973-1982. Valores expresados en mm..... 109
4	Valores de los coeficientes de escurrimiento por rango de lluvia para diferentes tamaños de microcuenca..... 110.
5	Lámina precipitada (Lám. prec.), escurrida (Lám. esc.) adi- cional al área de siembra (L.A.) y disponible en el área - de siembra (L.D.) para cada evento de precipitación regis- trado en el ciclo del cultivo 1983. Valores expresados en mm..... 111
6	Cálculo del uso consuntivo diario-mensual correspondiente al mes de junio, julio, agosto, septiembre y octubre..... 114
7	Balance hídrico diario calculado para cada distancia entre hileras. Valores expresados en mm..... 120
8	Rendimiento de grano de frijol al 14% de humedad correspon- diente a cada tratamiento y por repetición del experimento A. Valores expresados en kg/ha..... 124
9	Rendimiento de grano de frijol al 14% de humedad correspon- diente a cada tratamiento y por repetición del experimento B. Valores expresados en Kg/ha..... 124
10	Rendimiento del número de vainas del frijol correspondiente a cada tratamiento y por repetición del experimento A. Va- lores expresados en miles/ha..... 125
11	Rendimiento del número de vainas de frijol correspondiente a cada tratamiento y por repetición del experimento B. Valo- res expresados en miles/ha..... 125
12	Rendimiento de materia seca de frijol correspondiente a ca- da tratamiento y por repetición del experimento A. Valo- res expresados en Kg/ha..... 126
13	Rendimiento de materia seca de frijol correspondiente a ca- da tratamiento y por repetición del experimento B. Valores expresados en Kg/ha..... 126
14	Rendimiento medio de materia seca de frijol correspondiente a cada tratamiento del experimento A. Valores expresados en gramos/planta..... 127
15	Rendimiento medio de materia seca de frijol correspondiente a cada tratamiento del experimento B. Valores expresados en gramos/planta..... 127

I INTRODUCCION

La necesidad de incrementar la producción de grano en áreas de temporal, es uno de los problemas que tiene México y al cual debe dar solución para poder satisfacer las necesidades alimentarias crecientes de su población, la que aumenta a un ritmo de 3.0% anual en comparación con la tasa de producción agrícola que es menor del 3.0%. CONAPO (1982)

De las 1 432 millones de Hectáreas que anualmente se cultivan en el mundo, 1 239 están supeditadas al agua de lluvia. FAO (1977)

En nuestro continente se estima que hay 339 millones de hectáreas cultivables, de las cuales el 92% se encuentra bajo condiciones de temporal. En México, de los 16 millones de hectáreas que se siembran anualmente, sólo un 25% (4 millones de hectáreas) se encuentran bajo riego, siendo el resto de la superficie (12 millones de hectáreas) de temporal que depende de la humedad proporcionada por las lluvias, S A R H (1980)

Dentro de los principales cultivos básicos que se cultivan en México - para la producción de granos, el frijol ocupa el segundo lugar en importancia a nivel nacional, después del maíz que constituye la base fundamental de la alimentación del pueblo, y es una de las fuentes principales de proteínas del sector con más bajos recursos económicos.

De la superficie cultivada con frijol en México, más del 80% se siembra bajo condiciones de temporal, de ese porcentaje más de la mitad corresponde a temporal deficiente, SARH (1980)

La FAO estimó que en el período de 1975-1977 la producción mundial de frijol fue de 12.4 millones de toneladas y que la zona más importante es América Latina con una producción de 4.7 millones de toneladas, equivalente

al 38% del total, le sigue en importancia África Oriental con una producción anual de 0.8 millones de toneladas, CIAT (1980)

En el período de 1975-1977, la producción anual promedio de esta leguminosa en América Latina fue de 4.7 millones de toneladas, teniendo un aumento de aproximadamente 1.8% anual en relación con las cifras registradas en períodos anteriores, pero quedando muy por abajo este aumento en cuanto a el incremento de la población en América Latina, CIAT (1980).

En México, la Comisión Nacional de Zonas Áridas "CONAZA" reconoce como zona árida una superficie de 804,360.13 Km², que representa el 41% de la superficie total del país, Martínez y Maldonado (1973), citado por Nuñez (1982)

En México no es posible incrementar la superficie bajo riego, que es la base de la producción agrícola por limitaciones de topografía, clima, agua disponible y recursos financieros principalmente. No obstante la magnitud de la superficie agrícola bajo condiciones de temporal, ésta ha sido la menos favorecida por la investigación agrícola.

Las áreas de agricultura de temporal en la cuenca de México de acuerdo a la cantidad de lluvia que recibe se agrupan en tres clases:

1. Temporal Benigno, con precipitación anual mayor de 900 mm
2. Temporal Regular, de 600 a 900 mm
3. Temporal Deficiente con menos de 600 mm al año.

En estas zonas los rendimientos de maíz, frijol y otros cultivos son bajos y los agricultores por lo general, tienen que desarrollar otras actividades fuera de su parcela para poder subsistir, Nuñez (1982)

Para optimizar el uso del agua de lluvia y reducir las deficiencias de humedad en el ciclo del cultivo, el hombre ha desarrollado sistemas de captación de agua y derivación de escurrimientos para su uso posterior, Brown (1970), Anaya (1976), Florescano (1980), citados por Campos (1982)

En la actualidad países como E.U.A., Israel, Australia, Brasil y México, han desarrollado investigaciones sobre las técnicas de captación de agua de lluvia y aplicación de diversos materiales para incrementar el escurrimiento y reducir pérdidas de agua para aprovecharla con fines agrícolas, ganaderos y de consumo humano.

En México, específicamente en el Colegio de Postgraduados de Chapingo y otras Instituciones de Enseñanza Superior como el Tecnológico de Monterrey y la Universidad Autónoma Agraria " Antonio Narro ", han venido desarrollando técnicas de captación in situ del agua de lluvia, dichas técnicas están enfocadas a la producción de cultivos anuales y perennes en zonas de temporal deficiente.

En base a lo anteriormente escrito y, con el fin de aprovechar mejor el agua de lluvia que se considera como el principal factor limitante de la producción en las áreas de temporal, en el presente trabajo se plantean los siguientes objetivos:

II OBJETIVOS

1. Probar si es mejor utilizar la variable Densidades de Población ó la variable Distancia entre Matas, cuando se usa diferente tamaño de microcuenca de captación de lluvia.
2. Determinar la eficiencia del uso del agua de lluvia por el cultivo de frijol (Phaseolus vulgaris L.), para la producción de grano, utilizando diferentes tamaños de microcuenca en la captación de lluvias en áreas de temporal.
3. Determinar la relación entre la lluvia ocurrida y el tamaño más adecuado del área de escurrimiento para la obtención de diferentes volúmenes de agua aportados a el área sembrada (As).
4. Obtener los coeficientes de eficiencia en el aprovechamiento del agua de lluvia para los diferentes tamaños de microcuenca.

III REVISION BIBLIOGRAFICA

3.1. Antecedentes históricos de las sequías en México.

La sequía es un fenómeno meteorológico que sucede cuando la precipitación pluvial ocurrida en determinado período es menor al promedio, y cuando esta alteración es lo suficientemente grande y prolongada que afecta el desarrollo de la vegetación y actividades humanas. Thomas, citado por Campos--et al., (198)

Florescano (1980), analiza históricamente las sequías ocurridas en México desde 1831 hasta 1979; las fechas de ocurrencia, el daño que causa y su repercusión sobre las actividades agrícolas y sociales. En este estudio se reporta que las sequías ocurridas en el Valle de México a partir de 1800 se presentaron con mayor frecuencia en los meses de abril a junio y continuaron en orden descendente de ocurrencia en el mes de julio, muy pocas en agosto y septiembre.

3.2. Definición de captación de agua de lluvia.

Se denomina captación de agua de lluvia a las técnicas orientadas a la colección de agua precipitada en zonas de temporal deficiente, basándose en una modificación de la superficie del suelo mediante la construcción de surcos, bordos o canales con fines agrícolas, ganaderos y de consumo humano. Dicha captación, puede ser en grande o pequeña escala, en forma natural o artificial, cuando la captación de agua de lluvia se realiza en pequeña escala, por lo general es en forma artificial y a esta técnica se le define captación in situ del agua de lluvia, Tovar (1977)

Cuadro 1. Sequías ocurridas en el Valle de México durante el período 1831 a 1979

AÑO	MESES	CARACTERISTICAS DE LA SEQUIA	EFFECTOS ECONOMICOS Y SOCIALES
1831	Mayo - Julio	Escasez de lluvias	La falta de agua afectó los potreros Aumento de precio de la carne.
1836	Febrero - Junio	Escasez de lluvias	Año malo para la agricultura
1868	Mayo - Junio	Sequía severa	
1878	Octubre	Falta de lluvias. Heladas y fuertes vientos del sur	Baja el nivel de agua en los lagos y ríos, y sube la temperatura.
1909	Septiembre - Octubre	Escasez de lluvias y heladas	Malas cosechas, a causa de sequía y heladas.
1922	Septiembre	La ausencia de lluvias se dio por un espacio de 25 días	La cosechas se han perjudicado en un 20%
1924	Junio	Sequía	Alarma en agricultores. Reducción de siembras.
1925	Junio	Sequía intensa	Las siembras corren peligro de perder se solo en la mesa central ha llovido.
1927	Mayo	Intenso calor. Probable sequía debido a la aparición de manchas solares.	
1932	Junio	Sequía intensa desde hace varios días (desde mayo)	Las siembras tempranas se resintieron y las tardías no se pudieron hacer.
1935	Abril	Sequía prolongada	Los animales se están muriendo. Existe acaparamiento de agua por terratenientes.
1951.	Febrero	Sequía moderada	

cont....

Continuación Cuadro 1.

AÑO	MESES	CARACTERISTICAS DE LA SEQUIA .	EFFECTOS ECONOMICOS Y SOCIALES
1957	Mayo	Sequía intensa	El gobierno se propone construir obras para aliviar desempleo y sembrar plantas resistentes a sequía.
1958	Abril	Sequía prolongada. Escasas lluvias	Afecta la producción agropecuaria.
1962	Junio	El desierto avanza a causa de la desforestación. Sequía prolongada.	Las precipitaciones pluviales disminuyen año con año.
1969	Junio	Sequía prolongada	Se informa que el 20% de las cosechas de maíz de temporal se han perdido.
1970	Mayo	Se implanta un plan de lucha contra la sequía	Se busca empleo a los trabajadores de las zonas de desastre.

Fuente: Análisis Históricos de las Sequías en México. Comisión Plan Nacional Hidráulico, SARH.
 México, D. F., (1980)

3.3 Antecedentes de las Microcuencas de captación in situ.

Las técnicas de captación de agua de lluvia se han practicado desde épocas remotas, Anaya (1976), Evenari (1971), citados por Tovar (1977), reportan que estas técnicas se remontan hasta la primera mitad de la edad de bronce -- (2100 - 1900 años a.c.) en que los habitantes del desierto de Negev empleando técnicas muy rudimentarias pero lo suficientemente efectivas captaban las escasas lluvias para usar el agua con fines de consumo humano, animal y en ocasiones para agricultura.

Tovar (1975), reporta que en México existen vestigios de que en la época precolombina desarrollaron estas prácticas los zapotecas en la región de Oaxaca y los Acolhuas en Texcoco utilizando terrazas para aprovechar de un modo integral el suelo y el agua de lluvia.

En la época del Imperio Romano, Brown (1970) indica que mediante sistemas altamente desarrollados aprovecharon los escurrimientos superficiales. También menciona que existen evidencias de que se usaron complicados sistemas de captación hace 500 años por nuestros antepasados en lo que hoy es el Parque Nacional Mesa Verde en el suroeste de los Estados Unidos, específicamente en el Estado de Colorado.

Este mismo autor, menciona que en períodos más recientes la colección y almacenamiento de los escurrimientos de los techos de las casas era una práctica comúnmente usada en algunas regiones. Pero debido al desarrollo de sistemas abastecedores de agua esta práctica ha sido abandonada en muchas partes del mundo.

En México, la CONAZA (SF) afirma que los aztecas, xochimilcas y texcocanos -- utilizaban técnicas rudimentarias de captación de agua de lluvia, ya que para cultivar pequeñas áreas planas construyeron obras rudimentarias para abastecer la demanda de agua de sus cultivos.

Sin embargo, no se habían realizado trabajos de investigación para perfeccionar la técnica de captación de agua de lluvia hasta 1950, que es cuando

se advierte la necesidad de formalizar y/o de sistematizar la investigación - en las zonas de temporal deficiente con la finalidad de producir alimentos pa ra abastecer las demandas alimentarias cada vez mayores de la población huma- na sobre todo por lo que respecta a productos agropecuarios; de ahí surge la necesidad de hacer de la agricultura de temporal una explotación intensiva pe ro racional, usando y tratando de mejorar las técnicas agrícolas principalmen- te donde la escasez de agua es una fuerte limitante de la producción agrícola como es el caso de las zonas áridas y semiáridas.

A partir de esta fecha, se ha tratado de desarrollar trabajos de investi- gación que permitan hacer un mejor uso del agua de lluvia que ofrece muchas - posibilidades para incrementar los rendimientos de los cultivos en regiones - con temporal deficiente, Núñez (1982)

3.4. Generalidades

Anaya, Tovar y Macías (1976), mencionan que la selección de los métodos - de captación de agua de lluvia deben estar acordes al nivel económico, social y tecnológico de los agricultores; así como al tipo de cultivo y a las condi- ciones de los agricultores. y para ello dividen a los cultivos en tres grupos:

1. Cultivos en Hilera: maíz, frijol, caña de azúcar y otros que son - de escarda.
2. Cultivos tupidos: cebada, avena y trigo.
3. Cultivos individuales: frutales, forrajeros y forestales.

Anaya (1977), menciona que la agricultura de temporal está basada en en- contrar la relación que existe entre la cantidad de agua requerida por el cul- tivo para su óptimo desarrollo y la cantidad de lluvia disponible.

Que bajo las condiciones de la agricultura mexicana se observan tres si- tuaciones:

1. Cuando el Uso Consuntivo es menor que la precipitación.

2. Cuando el Uso Consuntivo es satisfecho con la cantidad y distribución de la lluvia.
3. Cuando el Uso Consuntivo es mayor que la precipitación.

Y establece que cuando el Uso Consuntivo del cultivo es mayor que la cantidad de lluvia se presentan tres alternativas:

1. Cambiar a otro cultivo que tenga menos requerimientos de agua.
2. Dedicar un cierto porcentaje de área para captación de lluvia en tal forma de concentrar un mayor volumen de agua por planta.
3. Establecer una agricultura mixta, es decir con riegos suplementarios cuando sea posible.

FAO (1972), indica que los trabajos de ordenación orientados a la conservación del suelo y del agua en agricultura de temporal han de cumplir los tres requisitos básicos siguientes:

1. Formar una estructura y aglomerar las partículas de tierra para -- que no sean arrastradas por el agua y el viento.
2. Emplear prácticas de labranza en la preparación de la superficie -- del suelo para reducir al máximo la excurrentia a una velocidad -- que no llegue a arrastrar las partículas de tierra.
3. Preparar la superficie del suelo de forma que se facilite al máximo la absorción del agua cuando llueva.

Mitscherlich citado por Bayens (1973), afirma que la producción de un -- cultivo depende más que de otra cosa del contenido de agua aprovechable en el suelo, pero la capacidad de un suelo para captar el agua de lluvia, depende -- del estado que guarde su capa superficial respecto a porosidad y aireación, -- contenido de humedad del suelo al momento de la lluvia y permeabilidad del -- perfil. Los dos primeros factores son importantes para la rapidez de la in-- filtración del agua del suelo, mientras que el tercer factor está relacionado con la porosidad y aireación.

3.5. Evaluación y objetivos de la captación de agua de lluvia.

Cuando se trata de aplicar las técnicas de captación de agua de lluvia -

con fines agrícolas, el objetivo principal es el de coleccionar agua, conducirla hasta el área que se deseé y almacenarla dentro del suelo, específicamente en el área destinada a la siembra y que corresponde a la zona en la que se desarrollan las raíces, por lo tanto es deseable mejorar las propiedades físicas del suelo en esa área para que puedan almacenar el máximo contenido de humedad aprovechable por las plantas, en otros casos el agua puede ser almacenada en depósitos artificiales para utilizarla posteriormente con fines de riego suplementario, Strickler (1964) citado por Tovar (1977)

Las necesidades de agua para los diversos cultivos que el hombre ha domesticado, es diferente según su estado de desarrollo y condiciones de clima y suelo.

La mayoría de los autores citados previamente coinciden en señalar que son las etapas de floración y formación de grano cuando las necesidades de agua son máximas, de ahí que cualquier aplicación adicional de este elemento en estas etapas, tendrá un máximo beneficio. Si bien es cierto que cuando se cuenta con riego, esta probable deficiencia es factible de solucionar; pero cuando se carece de él y la fuente de abastecimiento es sólo la lluvia, las técnicas de captación de agua resultan relevantes, Campos (1982)

3.6. Eficiencia de la captación del agua de lluvia.

Cluff (1964), citado por Fernández (1977), reporta que en un experimento hecho por la Universidad de Arizona, en E.U.A., en un área donde la precipitación pluvial total es de 501 mm en los 18 meses que duró el experimento se probaron algunos tratamientos para determinar su eficiencia en la captación de agua de lluvia. Los resultados demostraron que todos los tratamientos tuvieron diferencias significativas en la eficiencia de captación de agua de lluvia comparados con el testigo, siendo del orden de 35% para suelo compacto, 40 a 60% para suelo compacto más sal, 70 a 80% para el suelo cubierto de grava más cobertura de polietileno y de 85 a 95% para el suelo asfaltado más cobertura de polietileno.

Ortiz (1975), de su revisión de literatura concluye que las características regionales de la lluvia, determinan en gran parte la eficiencia o no de

las microcuencas de captación, siendo necesario contar con suficientes datos de lluvia para diseñar y aplicar estas metodologías y seleccionar los cultivos a explotar en base a la probabilidad de la lluvia.

Este mismo autor también señala la importancia de la captación sobre el régimen de la humedad del suelo, especialmente cuando la irregularidad en la distribución de las lluvias provoca periodos de sequía, entonces el agua adicional aportada por el área de escurrimiento al área de siembra sirve de reserva para la absorción de humedad por las plantas.

3.7 Precipitación Pluvial.

Anaya (1977) considera que por la incertidumbre de la precipitación pluvial en las zonas temporales, deberá contarse con los siguientes datos sobre:

1. Precipitación de la lluvia a corto y largo plazo
2. Análisis de la cantidad y distribución de la lluvia.
3. Estudio de la frecuencia e intensidad de las lluvias.
4. Cantidad de la lluvia contra Uso Consuntivo de los cultivos.
5. Inventario de los recursos hídricos en la región considerada.

Fangmeir (1974), menciona que en regiones donde la precipitación pluvial es limitante, deben de considerarse algunos factores de gran importancia, como:

1. Que la lluvia ocurra durante el período favorable de desarrollo de plantas y
2. Que el volumen de lluvias sea suficiente para satisfacer los requerimientos mínimos de agua en las plantas. Esto indica que para aprovechar la lluvia es necesario poner en práctica ciertas técnicas que permitan controlar los escurrimientos y reducir la pérdida por evaporación e infiltración profunda a fin de satisfacer las demandas hídricas de las plantas.

Tovar (1975), menciona que cuando la lluvia disponible no satisface los

requerimientos de los cultivos es necesario recurrir a técnicas de captación de agua de lluvia las cuales consisten en aumentar la disponibilidad de agua para las plantas mediante el uso de microcuencas de captación.

Israelsen - Hanson (1975), citados por Ballivian (1979), consideran que para que las lluvias produzcan los máximos beneficios han de cumplir los siguientes requisitos:

1. La cantidad de lluvia ha de ser suficiente para reponer el agua - gastada en la zona radical.
2. Su frecuencia debe ser tal que suministre humedad al suelo antes de que las especies vegetales padezcan por su causa.
3. Han de ser en cantidad suficiente para dar tiempo al suelo de absorberlas.

Rodríguez (1967), citado por Ballivian (1979), considera que la lluvia que se precipita, parte de ella es interceptada por las plantas, otra se deposita como almacenamiento superficial, otra se filtra en el suelo y cuando se satisface la capacidad de infiltración del suelo, el agua excedente escurre hacia los cauces naturales de drenaje y forma corrientes.

El Colegio de Potsgraduados (1976), considera que los factores relacionados con la lluvia (cantidad, intensidad, frecuencia y duración) determinan la eficiencia del aprovechamiento de ésta, siendo de interés considerarlos a fin de determinar tecnologías que aprovechen cualquier lámina de lluvia aunque sea mínima.

3.8 Coeficientes de Escurrimiento.

Ballivian (1979), concluye que la disminución de los índices de escurrimiento al aumentar el ancho de las microcuencas se debe fundamentalmente a que el tiempo de concentración de los escurrimientos, es más lento a medida que aumenta la distancia, lo cual permite un mayor contacto entre las partículas del suelo y el agua que escurre, dando lugar a mayores tasas de infiltración del agua en el área de escurrimiento.

Antezana (1978), en un experimento donde utilizó espaciamientos entre hileras de 80, 110 y 140 cm. encontró que los coeficientes de escurrimiento disminuyeron al aumentar el tamaño de las microcuencas.

3.9 Importancia del Agua

Por regla general, en la naturaleza todos los organismos viven en medios biofísicos que les proporcionan condiciones adecuadas de existencia. El agua resulta indispensable para la existencia y evaluación de los ecosistemas vegetales y animales. También constituye un elemento esencial para el desarrollo de las actividades económicas del hombre, FAO (1974)

La distribución de las plantas en la superficie terrestre está controlada por la disponibilidad del agua, más que por otro factor aislado, Kramer (1974). El mismo autor resalta el hecho de que el agua es tan importante -- cuantitativa como cualitativamente, ya que constituye del 80 al 90% del peso fresco de la mayoría de las plantas herbáceas y más del 50% de las plantas leñosas.

El agua es la parte esencial del protoplasma vegetal; constituye un elemento importante de la fotosíntesis y un medio indispensable de nutrición para las plantas, FAO (1974)

En las plantas superiores el agua tiene fuera de la célula la función de un medio de transporte mediante el cual, específicamente las sales minerales nutritivas, llegan desde las raíces a los órganos aéreos. Por lo tanto el suministro inadecuado no solo afecta o bloquea la fotosíntesis, sino también a otros procesos vitales por esto se requiere de un buen balance de agua Ritcher (1979)

Un equilibrio adecuado de humedad es esencial para el desarrollo de las plantas, éstas absorben el agua junto con los nutrientes y una parte se pierde por transpiración. Se estima que un aumento de un kilogramo en el peso de la planta requiere de 500 kg. de agua transpirada de donde se deduce la importancia de un abastecimiento continuo de agua para asegurar su desarrollo y supervivencia, Campos (1982)

Russel et al. (1978), menciona que los rendimientos de las cosechas son proporcionales a la cantidad de lluvia o agua utilizadas, el cultivo tiene - que absorber una cantidad considerable de agua antes de que pueda dar rendimiento alguno. Relata el hecho de que en áreas de Kansas (EUA), los primeros 200-250 mm de lluvia por año son suficientes para mantener la planta viva, - pero por cada 10 mm adicionales de lluvia, se producen en promedio 136 kg de trigo por hectárea, de ahí la importancia que tienen el aporte de una cantidad suplementaria de agua por pequeña que sea en años con precipitación pluvial deficiente.

3.10. Tamaño de la Microcuenca de Captación.

Para el cálculo del tamaño de las microcuencas, los investigadores del Colegio de Postgraduados Anaya, Tovar y Macías (1976), después de varios -- años de investigación propusieron, una ecuación empírica con la cual es posi ble determinar el tamaño de las microcuencas de captación de agua de lluvia, en cultivos sembrados en hileras, cultivos tupidos y frutales.

La ecuación propuesta es la siguiente:

$$TM = .Ar - \frac{I}{Ce} \left(\frac{U.C. - P}{P} \right) Ar$$

Donde:

TM = Equivalente a la distancia entre hileras (cm), al ancho entre fajas de siembra (m) ó a la superficie de una microcuenca para frutales (m²)

Ar = Corresponde al diámetro de la zona radical del cultivo sembrado - en hileras, al ancho de la faja en el caso de cultivos tupidos ó a la superficie que ocupa las raíces de un frutal.

Ce = Coeficiente de escurrimiento del suelo.

U.C.= Uso consuntivo del cultivo (estimado)

P = Precipitación pluvial (mm) media mensual a un nivel de probabilidad del 50%

3.11 Area de Escurrimeinto y Area de Raíces.

Tovar (1977), menciona que la superficie del suelo se divide en dos partes de acuerdo a su finalidad, la primera corresponde al área de escurrimeinto y la segunda al área de almacenamiento.

La primera reunirá ciertos requisitos que permitan el escurrimeinto del agua de lluvia como son: Pendiente adecuada, libre de obstáculos, suelo uniforme y compacto e impermeable. Esto se puede realizar utilizando la pendiente natural del terreno o bien utilizando implementos agrícolas para hacer las microcuencas, o en su defecto se pueden hacer en forma manual utilizando azadones o rastrillos.

La segunda: es el área de siembra o área de almacenamiento y tiene la finalidad de propiciar infiltración de agua, de aumentar la capacidad de retención de humedad y la de propiciar un desarrollo óptimo del sistema radical de los cultivos.

Villarreal (1971), menciona la amplitud del área de siembra para cultivos de hileras y señala que esta depende:

1. De la velocidad de infiltración del agua
2. Del hábito del desarrollo del cultivo que permita sombrear esta área lo más pronto posible, favoreciendo la infiltración y reduciendo la evaporación.
3. Del ancho de la rodada del tractor a utilizar durante la siembra o cosecha del cultivo.

También menciona que el área de siembra o zona de raíces debe reunir las siguientes características:

1. No debe mantener malas hierbas.
2. Debe favorecer la infiltración.

3. Debe estar bien nivelada para que no se salga el agua de ella y - para que se capte el agua uniformemente.
4. El suelo debe ser profundo para que se almacene la mayor cantidad de agua posible.

3.12 Distancia Entre Hileras.

Tovar (1977), señala que las técnicas de captación para cultivos en hileras se basan en el manejo de la separación entre hileras hasta encontrar la distancia óptima para un cultivo dentro de una región, de acuerdo a la cantidad y distribución de la lluvia, a el coeficiente de escurrimiento, a la capacidad de almacenamiento del agua en el suelo y a las necesidades del cultivo.

Campos (1982), estudiando tres espaciamientos entre hileras: 90, 110 y 130 cm., en asociación maíz-frijol y su efecto en la captación de lluvia, es tiercol y rastrojo, concluye que el rendimiento de grano por planta en la asociación maíz-frijol se incrementa con la mayor distancia entre hileras, así como la concentración de humedad en el suelo durante el ciclo de desarrollo de los cultivos.

Mendoza (1970), al probar tres distancias entre hileras de 50, 76 y 92 cms, encontró que la tendencia fue disminuir el rendimiento de maíz a medida que la distancia entre surcos se incrementó

Castro (1971), al probar dos distancias entre surcos de 60 y 90 cm y tres densidades de siembra de 20, 40 y 60 mil plantas por hectárea para la producción de grano de maíz, encontró que las anchuras de surcos no afectaron significativamente a los rendimientos, excepto cuando la sequía fué severa durante el período comprendido entre la floración y maduración de grano, aunque cuantitativamente la distancia de 62 cm superó a la de 92 cm; la mejor población fué la de 60 mil plantas por hectárea para un promedio de tres años de estudio en la zona de temporal de Chapingo.

López (1972), probó cuatro distancias entre surcos apareados bajo condiciones de riego y temporal, que variaron de 92 hasta 32 cm; encontró que a

medida que la distancia entre surcos de cada par era menor, la altura de plantas y el rendimiento de grano de maíz disminuyó.

Huerta (1929), concluye que el rendimiento por hectárea de maíz en mazorca es significativamente superior cuando utiliza una distancia de 61 cm. entre surcos que cuando la distancia fué de 92 cm..

Fernández (1977), en 1975 realizó un experimento de captación in situ del agua de lluvia para probar la influencia de esta práctica en la producción de maíz para grano en condiciones de temporal en la región de Chiconautla, México, usando cuatro distancias entre hileras y dos distancias entre matas. Encontró que las características regionales de la lluvia durante el ciclo influyeron en la producción del cultivo, ya que a partir de la etapa de floración las cantidades de lluvia ocurrida no cubrieron la demanda hídrica del cultivo, pero que en la utilización de las microcuencas se obtuvieron aportes adicionales de agua en la zona de raíces, las cuales en relación -- con el testigo fueron de 17% más en las distancias de 110 cm y 5.4 % en las de 140 cm.

Martínez y Núñez (1977), citados por Antezana (1978), efectuaron experimentos en Hueyapoxtla, México, en 1975-1976, con la finalidad de ensayar algunas prácticas tendientes a aumentar la eficiencia del agua de lluvia en el cultivo del maíz con temporal de escasa precipitación pluvial, mal distribuída y suelo poco profundo. En 1975 consideraron los factores; Densidad de población; distancia entre hileras; Subsoleo; Aplicación de estiércol; Aplicación de fertilizante químico. En 1976, eliminaron la variable estiércol y la aplicación de la fórmula 40-20-00 de fertilizante químico en la parcela - testigo.

Como resultado de su investigación, encontraron que la distancia óptima entre hileras fue de 80 y 140 cm para 1975 y 1976 respectivamente, que la -- densidad de población óptima fue de 40 mil plantas por hectárea para los dos años.

Los rendimientos de grano de maíz en 1976 para la distancia entre sur--

cos y densidad de población óptimos variaron desde 800 a 1000 kg. por hectárea en las parcelas que llevaron estiércol el año anterior y las parcelas -- que llevaron la fórmula de fertilizante químico 40-20-00 respectivamente.

Tovar (1977), en los años de 1974, 1975 y 1976, efectuó experimentos en Chapingo, México, con la finalidad de estudiar la influencia de la captación de agua de lluvia en rendimiento de forraje y grano de maíz de temporal a diferentes distancias entre matas y tratamientos al suelo.

Para determinar los rendimientos de forraje consideró tres distancias - entre hileras; 90, 120 y 150 cm. tres distancias entre matas 18.6, 22.2, - - 27.8 cm. y dos tratamientos al suelo, con barbecho y sin barbecho.

Para la investigación de maíz de grano consideró tres distancias entre hileras, de 80, 110 y 140 cm., tres distancias entre matas, de 33.4, 41.6 y 55.6 cm., dos tratamientos al suelo, con barbecho y sin barbecho.

Resultados: Encontró que la técnica de captación de lluvia con surcos modificados a través de sus variables distancias entre hileras y distancia - entre matas, incrementan el rendimiento de grano y forraje en comparación -- con la técnica tradicional; que para las condiciones de régimen pluvial - - (408.0 y 534.8 mm para los ciclos vegetativos de 1975, 1976 de maíz en grano 570.2, 403.0 y 445 mm para los ciclos vegetativos de 1974, 1975 y 1976 de -- maíz para forraje respectivamente) de la zona de estudio las distancias óptimas para la producción de grano y de forraje son de 80 y 90 cm entre hileras; que es posible lograr rendimientos de 60 toneladas por hectárea de forraje - de maíz y que el comportamiento de las variables distancia entre matas está íntimamente relacionado con la distribución de la lluvia, principalmente en las etapas críticas del ciclo vegetativo.

A mayor distancia entre hileras el rendimiento por planta se incrementa y el rendimiento por hectárea disminuye, la distribución y frecuencia de la lluvia influye de manera determinante sobre el rendimiento de grano y forraje de maíz, el tratamiento con paso de arado no afecta sobre los rendimientos y la interacción distancia entre hileras y distancia entre matas tiene - gran influencia sobre los rendimientos de grano y forraje de maíz.

Sánchez (1983), menciona que a medida que aumenta la distancia entre hileras y entre matas la cantidad de agua disponible aumenta llegando a presentar una diferencia entre las distancias de 90 y 150 cm. (entre surco y --surco) y concluye que la distancia de 120 cm; presenta el rendimiento por planta más alto en comparación a la distancia de 150 cm. indicándonos que con 120 cm. entre hileras y con paso de arado se puede llegar a obtener rendimientos por planta mayores que la distancia de 150 cm. entre hileras y sin paso de arado.

Ortiz (1974), evaluó el efecto de la captación de agua de lluvia mediante el espaciamiento entre hileras, densidades de población y tratamientos de labranza en Chapingo, México, para producir grano y forraje de maíz y girasol; los resultados mostraron una disminución del rendimiento de 6.3 a 4.7 toneladas por hectáreas al aumentar el espaciamiento entre hileras de 80 a 140 cm. esto lo atribuye a que la precipitación ocurrida en el año de investigación fue suficiente (593 mm) y bien distribuida para las necesidades de los cultivos.

Fangmeir y Villarreal (1974), citados por Núñez (1982), al probar en --maíz y sorgo diferentes anchuras de área de escurrimiento para una misma área sembrada; encontraron que con lluvias de 195 y 340 mm durante el cultivo, el contenido de humedad del suelo en el área sembrada se incrementó a medida --que aumentó el ancho del área de escurrimiento, la misma tendencia se observó en los rendimientos de grano y de forraje de maíz y sorgo.

Terrazas (1973), estudió diferentes áreas de captación, coberturas de --rastrajo y densidades de población en el cultivo de girasol, en una región --con 625 mm de precipitación pluvial promedio anual, encontró que los rendimientos unitarios disminuyeron a medida que el área de captación fué mayor.

El mejor resultado lo obtuvo con el tratamiento de 0% de área de captación; 5 toneladas por hectáreas de rastrojo y 50 mil plantas por hectárea, debido a que fué un año con lluvias abundantes y bien distribuidas, las cuales mantuvieron durante el desarrollo del testigo un régimen de humedad con variaciones de 19.5 a 47% de humedad aprovechable.

3.13. Distancia Entre Matas.

Dentro de cada surco el arreglo de las plantas puede ser individual o agrupadas en matas de dos, tres o cuatro plantas, esto también repercute en la disponibilidad del agua, nutrientes y energía solar por las plantas, Toovar (1977)

Appadurai et al. (1967), citado por Escalante (1982), al estudiar el efecto de la distancia entre matas y el área foliar sobre el rendimiento de vaina de frijol, encontraron que los rendimientos con las distancias cortas entre plantas, fueron mas altos que con distancias largas, al corresponder a la de 7.5 cm. entre plantas y 30.5 cm. entre surcos la mas alta producción.

Musaka (1965), citado por Leakey (1972), reporta pruebas de espaciamiento con la variedad de frijol "Banja", encontrando que con distancias entre plantas de 2.5 y 7.6 cm. y una separación entre surcos a 60 y 96 cm. se producen los mayores rendimientos en años con buena distribución de la lluvia, pero los rendimientos son menores comparados con la distancia entre plantas de 15.2 cm. en años con baja precipitación pluvial.

Cutcliffe (1967), citado por Barrera (1977), estudiando el efecto del espaciamiento entre plantas sobre el rendimiento y tamaño del ejote en trabajos desarrollados durante tres años en Canadá encontró que el rendimiento se incrementa cuando se reduce la distancia entre plantas hasta 2.5 cm.; también encontró que no existe interacción entre distanciamiento entre plantas por años; el espaciamiento entre plantas tampoco afecta consistentemente el tamaño del ejote en los tratamientos utilizados; probablemente una reducción mayor del espaciamiento entre plantas redunde en un mayor rendimiento, bajo la premisa de que el incremento, no compense la elevación del costo por la cantidad adicional de semilla necesaria para la siembra.

Arias (1973), estudió el efecto de la separación entre plantas de maíz probando ocho niveles los que variaron desde 15 hasta 40 cm. y una distancia entre surcos de 92 cm. encontró que a medida que aumentó la distancia entre plantas disminuye el rendimiento en casi 300 kg de forraje de maíz en verde

por hectárea por cada centímetro de incremento en la separación y que la altura de plantas aumenta al disminuir la distancia de siembra.

Green Jr. (1960), citado por Campos (1982), probó tres distancias entre matas en surcos separados a 91.5 cm; los resultados que obtuvo en lo que respecta a la producción de grano de maíz, demuestran que los espaciamientos entre matas de 22.9 y 30.5 cm. no fueron significativos entre sí, pero ambos tuvieron mayor rendimiento y fueron diferentes estadísticamente en comparación con la distancia de 15.2 cm.

3.14. Densidad de Población.

La densidad de población o densidad de siembra de un cultivo, está definido por el número de plantas que se puedan sembrar en un área determinada. Algunos autores señalan que la población óptima en la práctica es el menor número de plantas por hectárea capaz de producir rendimientos máximos por unidad de superficie.

Algunos investigadores citados por Huerta (1929), han demostrado que a mayor humedad disponible en el suelo y con una densidad de población óptima se incrementan los rendimientos, además que el factor humedad es determinante en la densidad de población óptima principalmente en la etapa de floración de grano y madurez del mismo.

Aguilar (1975), citado por Escalante (1982), en Xalostoc, Morelos, estudió la variedad de frijol Michoacán 12-A-3 de semiguía, bajo diferentes densidades de población equidistantes de 28.8, 7.2 y 3.2 plantas por m^2 , el mejor rendimiento en grano fué obtenido con la densidad más alta, en 4 toneladas por hectárea.

Soto (1979), citado por Escalante (1982), en estudios preliminares realizados en Iguala, Guerrero, con la variedad de frijol Michoacán 12-A-3 (semiguía), en condiciones de temporal, estudió el efecto de 4 densidades de población (10, 13, 17 y 28 plantas por m^2), sobre el rendimiento de grano, en-

contrando que el rendimiento más alto (1 295 kg por hectárea), se obtuvo con la densidad de 28 plantas por m².

Varios investigadores, han encontrado que bajo condiciones de sequía, la densidad óptima para un máximo rendimiento de un cultivo anual es menor que en condiciones de humedad óptima, siendo el suministro de agua el factor determinante para la obtención del máximo rendimiento, al existir un déficit de agua, habrá que disminuir la población de planta por unidad de área, de manera que se reduzca la evapotranspiración del cultivo y con ello la posibilidad de efectos de déficit de agua en los procesos de desarrollo del cultivo y especialmente reproductivo que pueden afectar el rendimiento, Aguilar (1975).

Leakey (1972), encontró que en frijol, el uso de altas densidades aunque proporciona los más altos rendimientos de grano, son un desperdicio de semilla, ya que se reduce mucho el porcentaje de plantas sobrevivientes para contribuir a la producción.

Estudios realizados en muchas circunstancias han mostrado que la relación de densidad con el rendimiento en grano es representada por una curva ascendente a un máximo y entonces muestra un lento descenso a más altas densidades, Donald (1963), citado por Aguilar (1975)

Escalante (1982), trabajando con dos variedades de frijol y estudiando el efecto de la densidad de población sobre el rendimiento de grano y su componente, concluye que el rendimiento de grano, fué afectado por los cambios en la densidad de población, encontrándose que los valores más altos se obtuvieron en la densidad menor y fueron disminuyendo conforme se incrementaba la densidad de población.

Esto parece indicar que opera un mecanismo de compensación en las plantas con respecto a la densidad, es decir que la magnitud del rendimiento en grano y sus componentes por planta dependerá de la densidad de población.

El peso seco total por planta, así como su asignación en órganos que la

constituyen, fueron afectados significativamente por los cambios en la densidad más baja y disminuyendo estos conforme se incrementaba la densidad.

Campos (1982), encontró que las densidades de plantas por hectárea incrementan el rendimiento por planta y por superficie, del grano, ejote y materia seca en un mismo espaciamiento entre hileras; aunque la interacción -- con los espaciamientos entre hileras resulta negativa debido a que al aumentar el área de captación disminuyó el número de plantas por hectáreas.

Krantz (1949), citado por Tovar (1977), sugiere que para evitar el abatimiento en el rendimiento de grano de maíz en años secos la densidad de población debe ser baja aunque suficiente para producir bien en años con humedad adecuada.

Yao y Shaw (1964), citados por Castro (1971), evaluaron diferentes densidades de población y separaciones entre surcos en maíces de altura normal, reportan que el método de siembra determina la eficiencia en el uso del agua que se expresa como una relación entre el peso del maíz producido y la cantidad de agua que recibió el terreno por unidad de superficie.

La población eficiente fué la de 63.6 miles de plantas por hectárea, la mejor distancia entre surcos fue de 53 cm. comparada con la de 81 y 106 cm. Los autores no atribuyen dichas diferencias entre plantas a la competencia, sino al aumento de evaporación cuando los surcos son más separados.

Reportan que cuando se emplean poblaciones mayores a 59.3 miles de plantas por hectárea de maíz, generalmente se produce una baja en el rendimiento y expresan que los factores que determinan el efecto de espacio y población sobre el rendimiento, son el sombreado mutuo entre plantas, enfermedades de las mismas y movimiento de CO_2 .

Espino (1972), citado por Palacios (1979), estudió el efecto de la densidad de siembra sobre el rendimiento y cuateo en cuatro variedades sintéticas de maíz, en Apodaca N.L. y, concluyó que la densidad de siembra afecta -

al rendimiento de grano, el número de mazorcas por planta, longitud de mazorca, longitud y anchura de la hoja y diámetro de tallo.

Palacios (1979), estudió el efecto de la población, fertilización y separación entre surcos, en siete maíces de planta baja, en el Valle de Culiacán, Sinaloa.

Concluyó que las densidades únicamente afectaron la producción de mazorcas por planta significativamente, los tres niveles de densidad (70, 100 y 130 miles de plantas por hectárea), observándose una relación inversa, donde la menor densidad produce más mazorcas por planta.

Stickler y Laude (1964), citados por Tovar (1977), comparando dos poblaciones de sorgo para forraje encontraron que a mayor densidad de población había mayor rendimiento.

Holiver (1931), citado por Palacios (1982), demostró que la densidad de población influye marcadamente en el rendimiento y que al aumentar la población disminuye la producción por planta significativamente. Para evitar esto, sugirió reducir el tamaño de la planta y tener más mazorcas por área aun que estas fueran más pequeñas.

Sánchez y Fukusaki (1974), citados por Palacios (1982), aseguran que la densidad de población afecta el potencial fotosintético (unidad de área foliar) de las hojas, ya que están en relación directa al autosombreamiento de las plantas indicando también que a menor distanciamiento entre surcos la radiación solar incidente disminuye, asimismo, indican que cuando se siembran matas de dos plantas la radiación solar es menor que cuando se siembran de una planta.

3.15. Conclusiones de la Revisión de la Literatura.

- Las técnicas de captación de agua de lluvia en áreas de temporal deficiente, tienen como finalidad el de coleccionar y almacenar una cantidad --

adicional de agua en el área de raíces, ya que por la eventualidad de las -- mismas las plantas sufren déficit hídrico durante su ciclo vegetativo, lo -- que hace que los rendimientos sean mínimos.

- La cantidad adicional de agua almacenada en el área de raíces va estar en función de la precipitación pluvial, (característica de la región), del tamaño de microcuenca, del coeficiente de escurrimiento y de la capaci-- dad de almacenamiento del suelo, lo que a su vez está relacionado con las - propiedades físicas del suelo como: textura, estructura y porosidad.

- Para incrementar los coeficientes de escurrimiento a el área de - raíces, lo más usual es limpiar y compactar la superficie del suelo en el -- área de captación, ya que los impermeabilizantes que se han aplicado al suelo para aumentar los escurrimientos al área de siembra son costosos.

- En condiciones de precipitación escasa, el rendimiento de algunos cultivos está en función del tamaño del área de captación, debido a que ésta influye en el contenido de humedad del suelo.

- La captación de agua de lluvia in situ, es una práctica antiquísi ma que se ha venido modificando hasta utilizarse como una tecnología eficaz en zonas de temporal deficiente.

- Varios autores coinciden en señalar que cuando se aumenta la dis- tancia entre hileras y se tiene una buena distribución y cantidad de lluvia durante el ciclo del cultivo aumenta la disponibilidad de agua para las plan- tas pero los rendimientos por superficie total disminuyen por el efecto de - la densidad de población.

- Cuando se manejan diferentes distancias entre matas y la humedad en el suelo no es limitante para el desarrollo de las plantas los mejores -- rendimientos se obtienen en las distancias más cortas porque es en éstas dis- tancias donde se origina el mayor número de plantas por superficie total.

- El uso de altas densidades de población proporcionan los más altos rendimientos cuando la humedad disponible en el suelo es suficiente para cubrir las necesidades hídricas de las plantas en todas sus etapas de formación.

IV SUPUESTOS

El lugar elegido para la instalación de los lotes experimentales es representativo de los suelos de ladera de la cuenca del Río Texcoco.

Las condiciones físicas y químicas del suelo son homogéneas, así como la precipitación pluvial en toda el área del sitio experimental.

El sistema de microcuencas para la captación de lluvia es adecuada para aumentar la eficiencia en el manejo del suelo y del agua bajo condiciones de temporal

El manejo de los factores suelo-planta, permiten una optimización en el aprovechamiento del agua de lluvia en zonas temporales

Los efectos del microclima inducido al construir el sistema de microcuenca para captación del agua de lluvia afectan de igual manera a cada parcela experimental.

El espaciamiento entre hileras (surcos) de plantas y entre matas dentro de cada hilera (surco) permite que haya mayor disponibilidad de agua por unidad vegetal, siempre y cuando la energía solar y la disponibilidad de nutrientes en el suelo no sean limitantes.

V H I P O T E S I S

Ho. No existen diferencias significativas en los rendimientos de grano de frijol, número de vainas y producción de materia seca con respecto a el - factor distancia entre hileras.

Ho. No existen diferencias significativas en los rendimientos de grano de frijol, número de vainas y producción de materia seca con respecto a el - factor distancia entre matas.

Ho. No existen diferencias significativas en los rendimientos de grano de frijol, número de vainas y producción de materia seca con respecto a el - factor densidad de población.

Ho. No existen diferencias significativas en los rendimientos de grano de frijol, número de vainas y producción de materia seca entre la interacción distancia entre hileras distancia entre matas.

Ho. No existen diferencias significativas en los rendimientos de grano de frijol, número de vainas y producción de materia seca entre la interacción distancia entre hileras densidad de población.

Ho. No existen diferencias en cuanto a utilizar la variable distancia entre matas y la variable densidad de población para determinar el número de plantas por superficie.

* Estas hipótesis se validarán mediante un análisis de varianza al - nivel $\alpha = 0.05$

VI MATERIALES Y METODOS

6.1 Localización del lote experimental.

El lote experimental se localiza en el lugar denominado "Lomas de San Juan", ubicado dentro del campo experimental de la Universidad Autónoma de Chapingo, Estado de México.

Geográficamente se encuentra entre las siguientes coordenadas $19^{\circ}32'$ de latitud Norte y $98^{\circ}51'$ de longitud Oeste con respecto a el meridiano de Greenwich y una altitud de 2300 m.s.n.m.

6.1.1. Clima

Para clasificar el clima se utilizaron datos del registro de la estación meteorológica de la Universidad Autónoma de Chapingo, ubicada a 4 kms. del lote experimental.

De acuerdo a la clasificación de Köppen modificada por García (1973), se define como C (w1) (w)b(1')

Donde:

- c(w1) Subhúmedo con lluvia en verano, con cociente (P/T) de precipitación total anual en mm y temperatura media anual en $^{\circ}\text{C}$, que varía de 43 a 55.
- (w) Con un porcentaje de lluvia invernal menor del 5% del total anual.
- (b) Templado, con verano fresco largo, temperatura media anual -- $12-18^{\circ}\text{C}$, temperatura media del mes más frío entre -3 y 18°C , temperatura media del mes más caliente entre 6.5 y 22°C .

(1') Poca oscilación anual (entre 5° y 7°C) de las temperaturas me
días mensuales

6.1.2. Datos Meteorológicos.

En el cuadro 1, del apéndice, se presentan los valores por año de la --
 temperatura media mensual y en los cuadros 2 y 3 del apéndice los valores --
 mensuales de la evaporación y de la precipitación pluvial registrados en los
 últimos 10 años (1973-1982). Registrados en la estación meteorológica de la
 Universidad Autónoma de Chapingo, México.

Los valores medios mensuales de la temperatura, precipitación y evapora
 ción mensual para el período de 1973-1982, se presentan en el siguiente cua
 dro(2).

CUADRO 2 TEMPERATURA, EVAPORACION Y PRECIPITACION PLUVIAL EN CHAPINGO, MEX.
 DURANTE EL PERIODO 1973-1982. VALORES EXPRESADOS COMO MEDIA MEN--
 SUAL.

MES	TEMPERATURA °C	EVAPORACION mm	PRECIPITACION mm
Enero	12.5	147.8	9.8
Febrero	14.0	150.46	6.4
Marzo	17.1	205.8	11.3
Abril	18.0	194.4	27.6
Mayo	18.7	197.0	51.6
Junio	17.6	151.4	97.1
Julio	16.6	138.3	116.2
Agosto	16.9	126.7	87.0
Septiembre	16.6	122.3	79.7
Octubre	16.0	131.0	35.9
Noviembre	14.5	121.9	9.8
Diciembre	13.5	120.32	5.8
Total		1807.9	537.1
X̄	16.0	150.6	

FUENTE: Estación meteorológica de la Universidad Autónoma de Chapingo, México

6.1.3. Temperatura

En el cuadro 2, se aprecia que la temperatura media anual es de 16.0 °C, los meses que tienen mayor temperatura están comprendidos entre marzo y octubre con un rango que varía de 16.0 a 17.1 °C, y los meses que tienen menor -- temperatura son de noviembre a febrero con un rango de variación de 12.5 a -- 14.5 °C

La temperatura media mensual para el primer rango se incrementa gradualmente a partir de marzo, y en mayo se registra la más alta de 18.7 °C, a partir de julio la temperatura se mantiene hasta el mes de octubre.

Para el segundo rango la temperatura disminuye gradualmente y se alcanza la mínima en el mes de enero, la cual es de 12.5 °C.

6.1.4. Precipitación Pluvial.

La precipitación pluvial promedio anual para el período de 1973-1982, es de 537.1 mm. distribuidos en todo el año, cuadro 2; sin embargo las lluvias - de importancia agronómica están comprendidas entre mayo y octubre con un total de 466.4 mm. siendo julio el mes más lluvioso con 115.2 mm seguido de junio con 97.1 mm, agosto con 87.0 mm y septiembre con 79.7 mm respectivamente.

6.1.5. Evaporación Potencial

El registro de la evaporación promedio anual, se presenta en el cuadro 2, observándose un promedio anual de 1807.9 mm. superando a la precipitación pluvial con 1270.8 mm, considerando el lapso de mayo a octubre, en el que ocurren las lluvias de interés agrícola, la evaporación supera a la precipitación con 400.3 mm.

Para ejemplificar ésta con los valores de temperatura media mensual, precipitación pluvial y evaporación mensual del cuadro 2 se construyeron la curva ombrotérmica, el climograma así como el Balance hídrico general para la zona de estudio Figs. 1, 2 y 3 respectivamente.

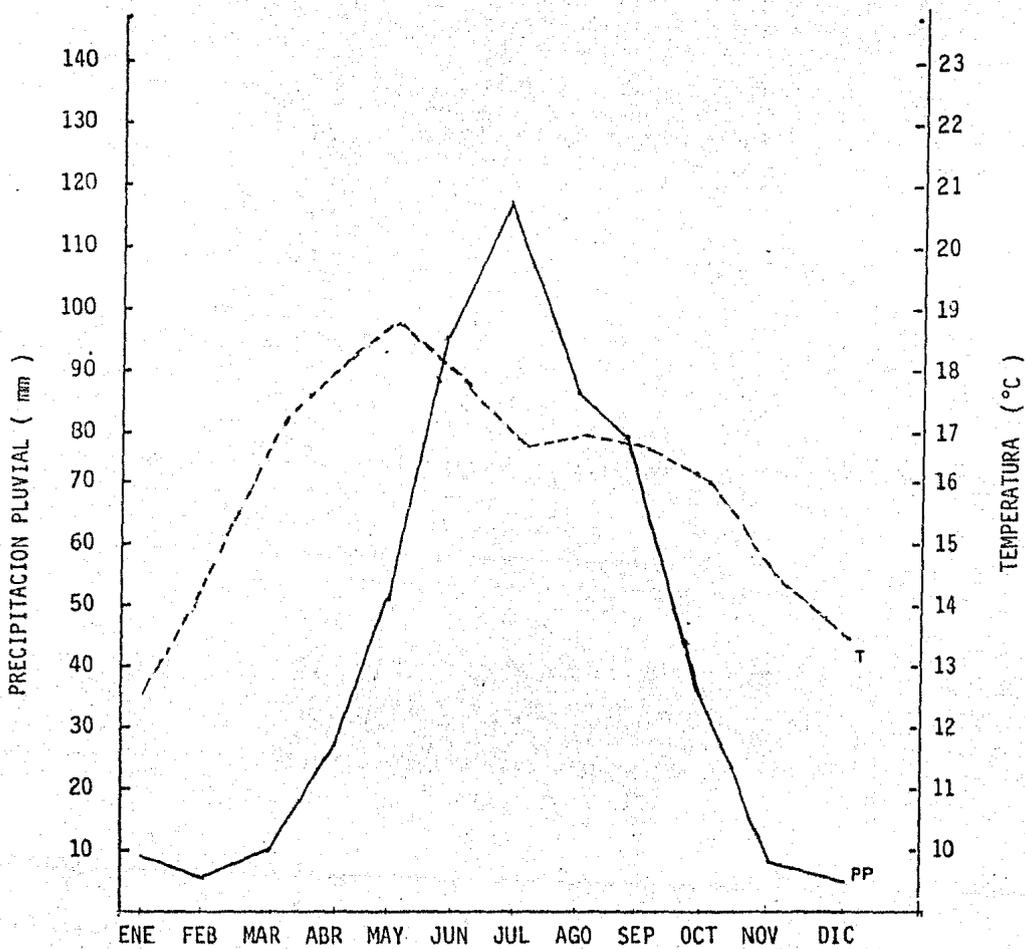


Figura 1. Curva ombrotérmica para la zona de Chapingo, Méx., para el período 1973-1982 (Datos de la Estación Meteorológica de la UACH)

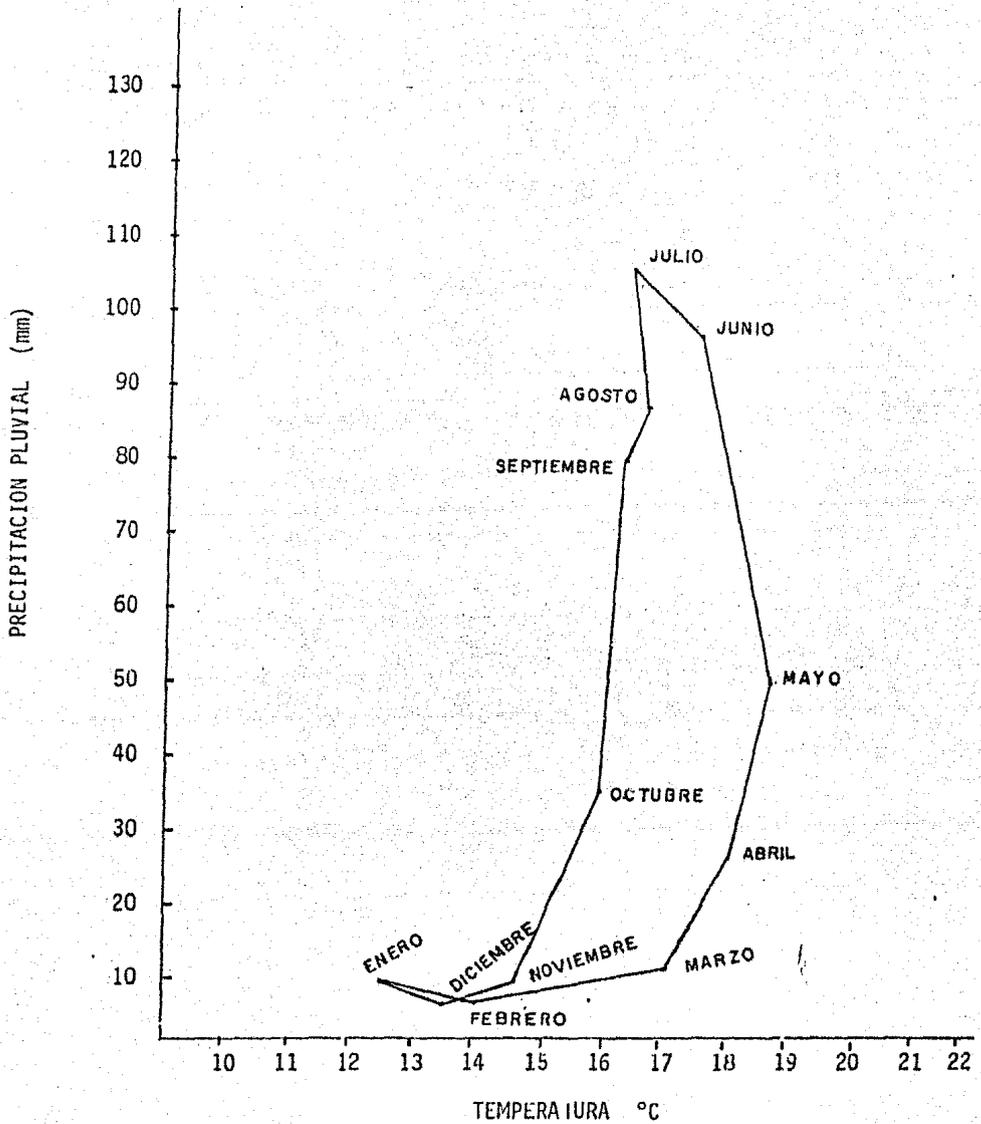


Figura 2. Climograma de la zona de Chapingo, Méx. para el período 1973-1982 - (Datos de la Estación Meteorológica de la UACH)

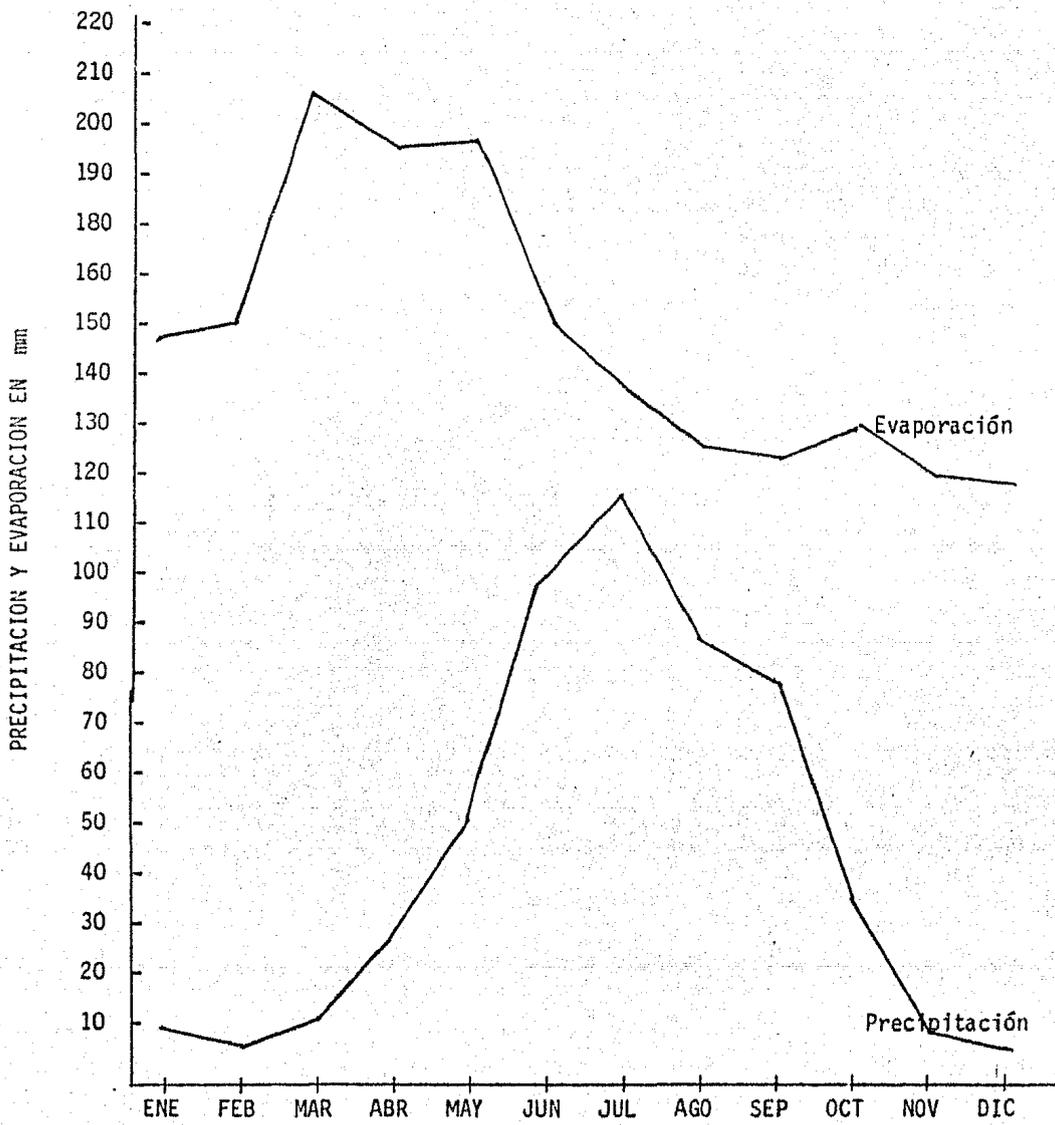


Figura 3. Balance Hídrico general de la zona de Chapingo, Méx., para el período 1973-1982 (Datos de la Estación Meteorológica de la UACH).

6.2. Suelo

6.2.1. Características Generales.

El tipo de suelo donde se desarrolló el experimento según Cachón, Neri y Cuanalo (1974), pertenece a la serie Nativitas, fase somera (Ns) familia cenizas finas, isotérmico, subgrupo Typic Durandep, Suborden Andept y orden inceptisol.

La textura varía de migajón a migajón arenoso, el estrato superficial alcanza 30 cm. Color grisáceo, muy oscuro que cambia a negro con la profundidad. Presenta estratos fuertemente cementados (Tepetates) de color pardo amarillento oscuro a profundidades variables. La fertilidad es baja, así como la capacidad de retención de humedad, mediano contenido de materia orgánica y reacción alcalina. Se halla en los terrenos ondulados de lomeríos con pendientes de 2 a 4%. Debido a su poco espesor, baja capacidad de retención de humedad y susceptibilidad a la erosión hídrica presenta restricciones desde el punto de vista agrícola, sin embargo, en estos terrenos se cultiva maíz y maíz-frijol asociados de temporal.

Clasificado por su capacidad de uso como un III es-1 y por aptitud de riego como IV e-1.

6.2.2. Descripción del Perfil.

Ap 0a25 cm; pardo grisáceo muy oscuro (10YR 3/2) en húmedo; franco (47-35-18), estructura débilmente desarrollada, poliédrica subangular muy fina (5mm \emptyset), seco; blanco; ligeramente pedregoso, grava (0.5 cm \emptyset) - de forma subangular, poros pocos (40 a 45/dm²) muy finos (menos de 1 mm \emptyset), caóticos, continuos, fuera de los agregados y tubulares; permeabilidad moderada; materia orgánica mezclada (3.7%), abundantes raíces (200 a 300/3 dm²), delgadas (2mm \emptyset). pH 6.9, sin reacción al HCl; con transición al siguiente estrato marcada y horizontal.

A31 25 a 54 cm, dos colores mezclados (10 YR 2/1) negro y (10 YR 3/2) pardo grisáceo muy oscuro, en húmedo, franco (51-37-12); estructura

moderadamente desarrollada, poliédrica subangular fina (6mm \emptyset), ligeramente húmedo, firme; muy pocas piedras (1%) gravas (0.5 cm \emptyset), y subangulares, poros numerosos (más de 200/dm²) finos (1 a 2 mm \emptyset) oblicuos verticales, continuos y fuera de los agregados y tubulares, permeabilidad moderada, materia orgánica mezclada (2,99); - - abundantes raíces (200/3 dm²) finas (1mm \emptyset) p^H 6.5, sin reacción al HCl, transición al siguiente estrato, tenue y horizontal.

A32 54 a 83 cms. pardo amarillento oscuro (10YR 1/4) en húmedo, migajón arenoso (52-35-7), seco; sin estructura (granular simple), seco, sin piedras, blando; poros numerosos (más de 200/dm²) finos -- (1 a 2 mm \emptyset) continuos oblicuos, verticales y tubulares, permeabilidad rápida, materia orgánica (2.09%); raíces comunes (90/3 dm²) finas (menos de 1 mm \emptyset); pH 8.9, sin reacción al HCl (6% CO₃⁼), -- transición al siguiente estrato, marcada e irregular.

C Más de 83 cm. rojo (2.5 YR 5/5) en seco, recubriendo otro color -- blanco, arena migajosa (85-12-3); estructura aglomerada en lo que se refiere al color blanco, el color rojo tiene una estructura vesicular, no reacción al HCl (2.5 CO₃⁼), pH 8.9, perfil bien drenado.

6.3 Desarrollo Experimental

6.3.1. Variable

Para lograr los objetivos de éste trabajo, se instalaron dos experimentos a los cuales se les denominó A y B.

En el experimento A, se probó el efecto de las variables distancias entre hileras y distancia entre matas; La primera variable con cinco niveles que son : 60, 80, 100, 120 y 140 cm. y, la segunda variable con tres niveles 45, 60 y 75 cm.

En el experimento B, se probó el efecto de las variables distancia entre hilera y densidades de población; la primera variable con cinco niveles que son: 60, 80, 100, 120 y 140 cm. y la segunda variable con tres niveles: 50,000, 75,000 y 100,000 plantas por hectárea.

6.3.2. Diseño de tratamientos.

En cada diseño se utilizó un factorial completo 3x5 que generaron 15 - tratamientos para cada caso y cuyas listas se presentan en los cuadros 3 y 4.

6.3.3. Diseño experimental.

Los tratamientos se distribuyeron en un diseño de bloques al azar con arreglo de parcelas divididas con tres repeticiones, en donde a la parcela grande correspondió la variable distancia entre hileras para ambos experimentos y, a la parcela chica le correspondió distancia entre matas ó densidad de población respectivamente.

Cuadro 3 LISTA DE TRATAMIENTOS DEL EXPERIMENTO A

TRATAMIENTOS #	DISTANCIA/HILERAS cm	DISTANCIA/MATAS cm
1	60	45
2	60	60
3	60	75
4	80	45
5	80	60
6	80	75
7	100	45
8	100	60
9	100	75
10	120	45
11	120	60
12	120	60
13	140	45
14	140	60
15	140	75

Cuadro 4 LISTA DE TRATAMIENTOS DEL EXPERIMENTO B

TRATAMIENTOS #	DISTANCIA/HILERAS cm.	DENSIDAD DE POBLACION *
1	60	100,000
2	60	75,000
3	60	50,000
4	80	100,000
5	80	75,000
6	80	50,000
7	100	100,000
8	100	75,000
9	100	50,000
10	120	100,000
11	120	75,000
12	120	50,000
13	140	100,000
14	140	75,000
15	140	50,000

* Miles de plantas por hectárea.

El modelo estadístico correspondiente a cada experimento para el arreglo en parcelas divididas en bloques al azar es el siguiente:

$$Y_{hij} = U + B_h + F_i + BF_{hi} + D_j + FD_{ij} + E_{hij}$$

Donde:

$$h = 1, \dots, 3$$

$$i = 1, \dots, 5$$

$$j = 1, \dots, 3$$

Y_{hij} = Observación del h-ésimo bloque, en la i-ésima parcela grande (Distancia entre hileras), en la j-ésima parcela chica. (Distancia entre matas)

U = Efecto de la media poblacional.

B_h = Efecto del h-ésimo bloque

F_i = Efecto de la i-ésima distancia entre hileras.

BF_{hi} = Efecto del conjunto aleatorio de los factores no controlados por la parcela grande.

D_j = Efecto de la j-ésima distancia entre plantas.

FD_{ij} = Efecto de la i-ésima distancia entre hileras en la j-ésima distancia entre plantas.

E_{hij} = Error aleatorio que surge por el efecto conjunto de los factores no controlados en la parcela chica.

6.3.4 Antecedentes y preparación del terreno.

En los años anteriores a 1982, el terreno había sido sembrado con maíz y fue fertilizado con la fórmula 30-60-00 recomendada por el CAEVAMEX. La preparación del terreno consistió en un barbecho, dos pasos de rastra (cruzado) y se emparejó posteriormente con una escropa. En 1982, no se cultivó el terreno.

Para el establecimiento de los lotes experimentales en 1983, se efectuaron las siguientes labores al terreno: Barbecho, rastra y nivelado.

6.3.5 Tamaño de los lotes experimentales.

Las dimensiones de las unidades experimentales fueron de 12 m de largo y el equivalente a cinco surcos para cada distancia.

Cada repetición se formó con 15 Unidades Experimentales, con una superficie de 900 m^2 ; entre cada repetición se dejó una calle de 1 m, por lo consiguiente la superficie cubierta por experimento fue de 2926 m^2 .

6.3.6. Trazo de las Unidades Experimentales.

Los surcos dentro de cada parcela se dispusieron a lo largo de la misma y se trazaron en sentido perpendicular a la pendiente del terreno.

6.3.7 Construcción de las parcelas.

Las microcuencas se construyeron con tractor y con un arado modificado, el que se muestra en la figura 4.

6.3.8 Determinación del área de escurrimiento (A_e) y el área de siembra (A_s).

Las microcuencas están formadas por un área de escurrimiento y un área de siembra. El área de siembra se consideró de 60 cm. como lo utilizan los agricultores de la región y, solamente se varió el equivalente a el área de

escurrimiento que correspondieron a: 0, 20, 40, 60 y 80 cm. para cada tamaño de microcuencia.

6.3.9. Población por parcela.

Debido a que se trabajó con diferentes densidades de población y distancia entre matas, el número de plantas por parcela fue variable, tal como se aprecia en el cuadro 5.

6.3.10. Siembra.

La siembra se realizó el 8 de junio y, la variedad utilizada fue Canario 107, dicha labor se efectuó en forma manual depositando de cinco a seis semillas por golpe, posteriormente se hizo un aclareo para dejar tres plantas por mata.

6.3.11. Fertilización.

Se empleó la dosis 60-40-00 recomendada por CAEVAMEX para la región en estudio, considerando únicamente a la superficie sembrada.

Dicha dosis se empleó en ambos experimentos, utilizando como fuente de Nitrógeno a la Urea al 46% (N) y como fuente de Fósforo el superfosfato de calcio triple al 46% (P_2O_5)

Cuadro 5 NUMERO DE PLANTAS DE LA SUPERFICIE UTIL DE CADA PARCELA PARA LOS EXPERIMENTOS A Y B

DISTANCIA/HILERAS cms.	LONGITUD DEL SURCO (m).	SUPERFICIE UTIL EN -- m ² /2 SURCOS	NUMERO DE PLANTAS POR SUPERFICIE UTIL	
			EXP. "A"	EXP. "B"
60	10	12	313	270
80	10	16	313	360
100	10	20	313	450
120	10	24	313	540
140	10	28	313	630

Figura 5. DIAGRAMA DE LA MICROCUENCA TIPO UTILIZADA, EN DONDE SE INDICA EL AREA DE SIEMBRA (A_s) Y LOS DIFERENTES TAMAOS DE AREA DE ESCURRIMIENTO (A_e)

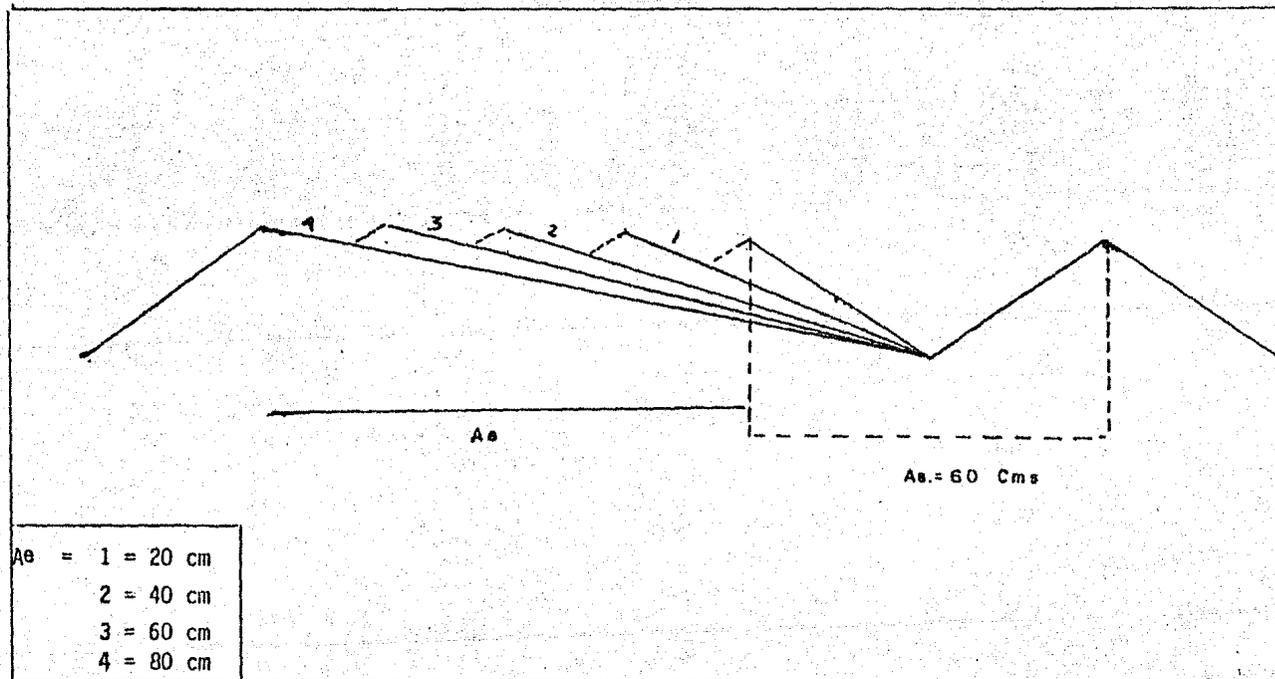
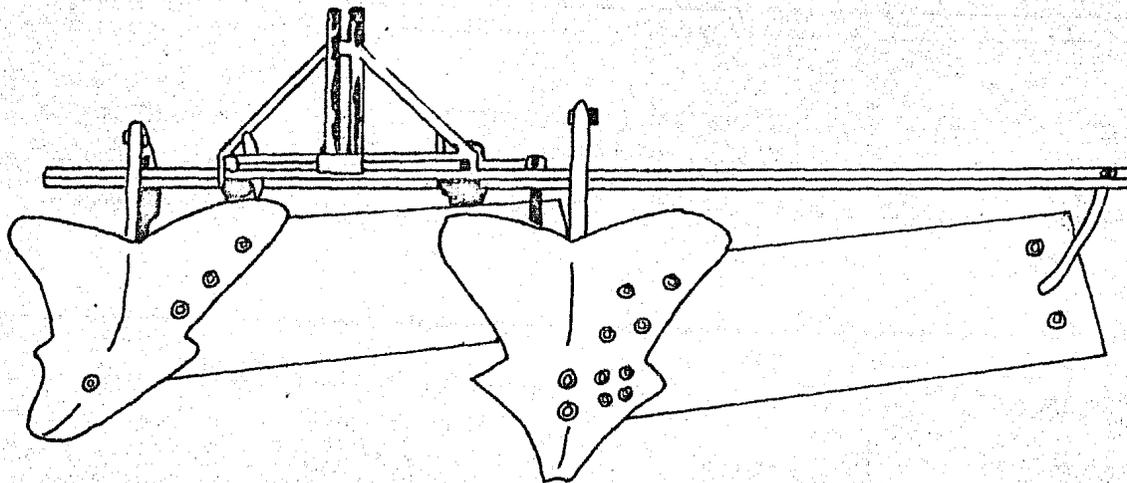


FIGURA 4. ARADO MODIFICADO PARA LA CONSTRUCCION DE MICROCUENCAS DE CAPTACION DE LLUVIA.



6.3.12. Control de Plagas y Enfermedades.

La incidencia de plagas y enfermedades en el cultivo no afectó su desarrollo en ninguna de las etapas fisiológicas ni en la producción del mismo, debido a que la variedad utilizada es la recomendada en la zona de estudio, por lo consiguiente el control químico no fue necesario.

6.3.13. Control de Malezas.

Las malezas que emergieron dentro del área de siembra del cultivo se -- controlaron en forma manual y las que brotaron en el área de escurrimiento - se controlaron con herbicidas, empleándose el Basagran con una dosis de 1.5 Lts/180 lts de agua por hectárea, realizándose dos aplicaciones en todo el - ciclo del cultivo.

6.3.14 Cosecha

La cosecha de cada una de la unidades experimentales se realizó el día 11 de octubre, cosechándose dos surcos centrales de 10 m. de largo cada uno, a las que correspondieron las superficies señaladas en el cuadro 5, expresándose el rendimiento en Kg. de grano al 14% de humedad, materia seca y número de vainas por hectárea.

6.4 Registro de Datos

Los datos que se registraron para validar las hipótesis fueron los siguientes: rendimiento de grano, materia seca y cantidad de vainas por superficie total, los que se indican en el capítulo de resultados y discusión; - además para la interpretación de sus resultados se evaluaron los siguientes parámetros: evaporación, precipitación pluvial y temperatura.

6.4.1. Precipitación Pluvial.

La precipitación pluvial fué evaluada en mm registrándose diariamente - con un pluviógrafo instalado cerca del lote experimental. Los datos se presentan en el cuadro 6.

6.4.2. Evaporación.

La evaporación fué cuantificada en un tanque tipo A, los valores diarios registrados se presentan en el cuadro 7.

6.4.3. Temperatura.

La temperatura fué registrada diariamente con un termómetro de máxima y mínima que estuvo instalado en la estación Lomas de San Juan, cerca de el lote experimental. Estos datos se presentan en el cuadro 8.

CUADRO 6 PRECIPITACION PLUVIAL DIARIA REGISTRADA EN EL LOTE EXPERIMENTAL DURANTE EL PERIODO COMPRENDIDO DE JUNIO A OCTUBRE DE 1983. VALORES EXPRESADOS EN mm.

DIA	M E S				
	JUNIO	JULIO	AGOSTO	SEPTIEMBRE	OCTUBRE
1	----	12.70	----	4.6	----
2	----	5.08	----	----	----
3	----	----	24.38	----	----
4	----	----	12.19	6.35	----
5	----	3.05	7.11	----	----
6	----	4.31	5.08	1.27	----
7	6.11	3.04	1.52	3.81	----
8	----	----	6.60	9.65	----
9	----	----	----	3.05	----
10	----	----	----	6.35	----
11	----	2.54	0.51	7.62	----
12	----	9.14	8.89	0.76	----
13	----	1.78	2.54	0.76	5.08
14	----	8.13	12.70	3.81	0.76
15	----	1.78	2.79	1.78	12.7
16	----	5.08	3.30	9.14	----
17	1.27	1.78	----	2.54	1.27
18	5.59	10.16	----	11.68	----
19	----	20.83	----	2.29	1.27
20	----	1.52	----	7.87	----
21	----	1.27	10.67	----	15.24
22	12.70	----	8.64	----	----
23	----	----	3.81	9.65	----
24	8.64	----	----	----	----
25	2.29	----	----	----	43.69
26	4.32	----	----	----	5.59
27	20.32	0.76	2.03	6.6	----
28	----	23.03	----	2.54	----
29	----	2.79	----	----	----
30	13.72	2.29	11.68	----	----
31	----	----	4.32	----	----

CUADRO 7. EVAPORACION DIARIA REGISTRADA EN EL LOTE EXPERIMENTAL DURANTE EL PERIODO COMPRENDIDO DE JUNIO A OCTUBRE DE 1983. VALORES MEDIDOS EN UN TANQUE TIPO "A" Y EXPRESADOS EN mm.

DIA	M E S				
	JUNIO	JULIO	AGOSTO	SEPTIEMBRE	OCTURE
1	12.86	6.51	6.81	5.79	4.66
2	11.87	5.36	5.40	4.06	3.52
3	10.12	4.40	7.51	1.32	5.02
4	9.10	5.90	4.87	1.26	5.35
5	8.15	4.80	2.65	2.73	6.00
6	9.90	0.96	2.13	4.32	5.50
7	5.81	7.54	1.73	3.97	4.40
8	6.40	4.96	3.98	3.27	5.15
9	8.22	6.79	3.86	3.41	4.70
10	13.50	3.60	2.63	2.43	6.85
11	8.50	3.67	8.55	4.99	5.40
12	9.65	3.36	2.55	2.01	5.45
13	10.60	4.06	3.77	4.64	4.45
14	9.45	8.98	8.00	4.21	2.19
15	7.15	2.67	3.74	3.35	3.90
16	9.99	1.36	5.70	4.94	3.70
17	7.30	1.06	6.58	3.29	3.72
18	6.56	3.40	5.65	3.43	3.80
19	9.00	12.48	4.77	4.74	3.42
20	12.70	3.77	5.90	4.57	3.28
21	7.55	3.23	6.86	3.53	5.71
22	4.95	5.69	6.20	1.70	7.90
23	10.36	4.55	4.76	3.78	3.45
24	5.60	4.20	3.48	4.11	2.15
25	5.10	6.50	5.11	3.95	10.04
26	3.70	6.86	4.10	5.60	4.09
27	11.48	4.20	4.99	2.65	no reg.
28	4.48	3.73	3.80	7.44	5.50
29	9.64	3.14	6.20	3.98	4.18
30	5.57	6.22	4.98	5.62	3.55
31	--	6.41	4.53	--	2.27
TOTAL	255.56	150.63	151.44	110.01	138.30
\bar{x}	8.52	4.86	4.90	3.67	4.46

CUADRO 8. TEMPERATURA MAXIMA, MINIMA Y MEDIA REGISTRADA EN EL LOTE EXPERIMENTAL DURANTE EL PERIODO COMPRENDIDO DE JUNIO A OCTUBRE DE 1983. VALORES EXPRESADOS EN °C

DIAS	J U N I O			J U L I O			A G O S T O			S E P T I E M B R E			O C T U B R E		
	MAX.	MIN	MED.	MAX.	MIN.	MED.	MAX.	MIN.	MED.	MAX.	MIN.	MED.	MAX.	MIN.	MED.
1	27.7	9.9	18.8	28.8	11.6	20.2	26.6	10.4	18.5	27.1	10.4	13.7	25.4	8.8	17.1
2	29.9	9.9	19.9	28.8	11.6	20.2	27.7	11.0	19.3	23.2	11.6	17.4	26.6	10.4	18.5
3	30.0	15.6	22.8	28.2	12.1	20.1	27.1	13.2	20.1	23.2	14.9	19.0	26.6	9.3	17.9
4	29.4	17.8	23.6	28.8	11.6	20.2	24.9	13.8	19.3	19.3	13.2	16.2	27.7	5.0	16.8
5	30.6	18.3	24.4	27.2	12.8	20.0	23.2	11.0	17.1	24.3	11.0	17.6	28.2	6.0	17.1
6	29.9	15.6	22.2	22.1	12.1	17.1	22.7	13.2	17.9	27.1	11.0	19.0	27.7	6.0	16.8
7	27.8	11.1	21.9	27.7	11.0	19.3	22.2	12.7	17.9	26.6	13.2	19.9	27.7	7.1	17.4
8	27.7	9.9	18.8	25.4	11.0	18.2	22.1	11.0	16.5	24.3	13.2	18.7	27.7	8.8	18.2
9	27.8	17.2	22.5	27.1	11.6	19.3	23.8	12.7	18.2	22.1	12.7	17.4	29.3	6.0	17.9
10	23.3	18.3	23.3	26.5	11.0	18.8	24.9	12.7	18.8	19.9	13.2	16.5	28.8	6.6	17.7
11	29.4	18.9	24.1	23.2	12.1	17.6	26.6	13.8	20.2	24.3	13.2	18.7	27.7	6.6	17.5
12	28.9	17.2	23.0	24.3	12.1	18.2	21.6	12.7	17.1	22.1	12.1	17.1	27.7	7.7	17.7
13	30.0	18.9	24.9	22.7	15.4	19.0	27.7	10.4	19.0	25.4	13.2	19.3	28.8	9.9	19.3
14	29.4	18.3	23.8	22.7	15.4	19.0	25.4	12.1	18.7	24.3	13.2	18.7	22.7	6.6	14.6
15	28.9	18.9	23.9	22.7	15.4	19.0	23.8	11.6	17.7	24.3	14.3	19.3	27.1	8.8	17.9
16	27.7	9.9	18.8	23.2	12.1	17.1	27.1	11.0	19.0	23.2	12.1	17.6	26.6	11.0	18.8
17	27.7	12.1	18.9	22.7	12.7	17.7	26.0	11.0	18.5	22.1	11.0	16.5	25.4	9.9	17.6
18	28.9	11.1	20.0	22.7	12.7	17.7	27.1	11.6	18.7	25.4	12.1	18.7	27.1	11.0	19.0
19	27.7	8.8	18.2	22.1	11.6	16.8	27.7	10.4	19.0	23.8	11.6	17.7	25.4	11.0	18.2
20	28.9	11.1	20.0	22.7	11.0	16.8	27.1	12.1	19.6	24.3	9.9	17.1	23.2	9.9	15.5
21	29.9	11.6	20.7	22.1	11.0	16.5	26.6	12.7	19.6	27.1	11.0	19.0	27.1	9.9	18.5
22	28.6	10.4	19.5	24.2	9.9	17.1	23.2	13.8	18.5	27.1	9.9	18.5	26.6	9.3	17.9
23	28.8	12.7	20.7	23.2	7.7	15.4	23.2	12.7	17.9	26.6	9.3	17.9	23.2	9.9	16.6
24	28.6	13.2	20.9	23.8	7.7	15.7	23.2	12.1	17.6	22.1	11.6	16.8	21.0	9.4	15.7
25	29.9	9.9	19.9	27.1	7.1	17.1	26.0	10.4	18.2	22.7	7.7	14.2	27.7	6.0	16.8
26	19.9	15.4	17.6	27.7	8.8	18.2	23.8	11.0	17.4	22.7	11.6	17.1	21.0	7.7	14.3
27	28.8	12.7	20.7	26.0	11.0	18.5	24.9	11.0	17.9	22.7	3.8	15.7	*	*	*
28	27.7	9.3	18.5	25.0	12.1	18.7	27.1	9.9	18.5	22.1	11.6	16.8	26.6	9.9	18.2
29	28.8	11.6	20.2	24.9	11.0	17.9	27.1	9.3	18.2	24.9	9.9	17.4	25.4	8.2	16.8
30	28.9	14.4	21.6	27.1	11.0	19.0	27.7	9.9	18.8	27.1	6.0	16.5	24.3	6.6	15.4
31	----	---	----	27.1	8.8	17.9	25.4	11.0	18.2	----	----	----	21.1	5.6	14.3

* Sin registro.

VII RESULTADOS Y DISCUSION

7.1. Precipitación Pluvial

Como los dos experimentos estuvieron uno al lado del otro, el análisis de la precipitación pluvial, coeficiente de escurrimiento, lámina escurrida, lámina disponible, uso consuntivo y balance hídrico se hizo una sola vez.

Para poder determinar el efecto de la lámina precipitada, se analizaron la frecuencia, cantidad y distribución de la lluvia durante el ciclo de cultivo.

7.1.1. Frecuencia y Cantidad.

El ciclo vegetativo del frijol bajo estudio comprendió 127 días, de los que en 60 no hubo lluvia lo que representa un 47% del total del ciclo, en 34 de ellos las lluvias fueron menores a 5 mm., que equivalen al 25%; 20 días - con lluvias de 5.1 a 10.0 mm que equivalen al 16% del ciclo, 9 días con lluvias de 10.1 a 15.0 mm. que representan el 7% del ciclo y en 4 días se registraron lluvias mayores a 20.1 mm lo que representa el 3% del mismo, como se observa en el siguiente cuadro.

CUADRO 9 FRECUENCIA DE EVENTOS DE LA PRECIPITACION PLUVIAL EN EL LOTE EXPERIMENTAL DURANTE EL PERIODO COMPRENDIDO DEL 8 DE JUNIO AL 11 DE OCTUBRE DE 1983

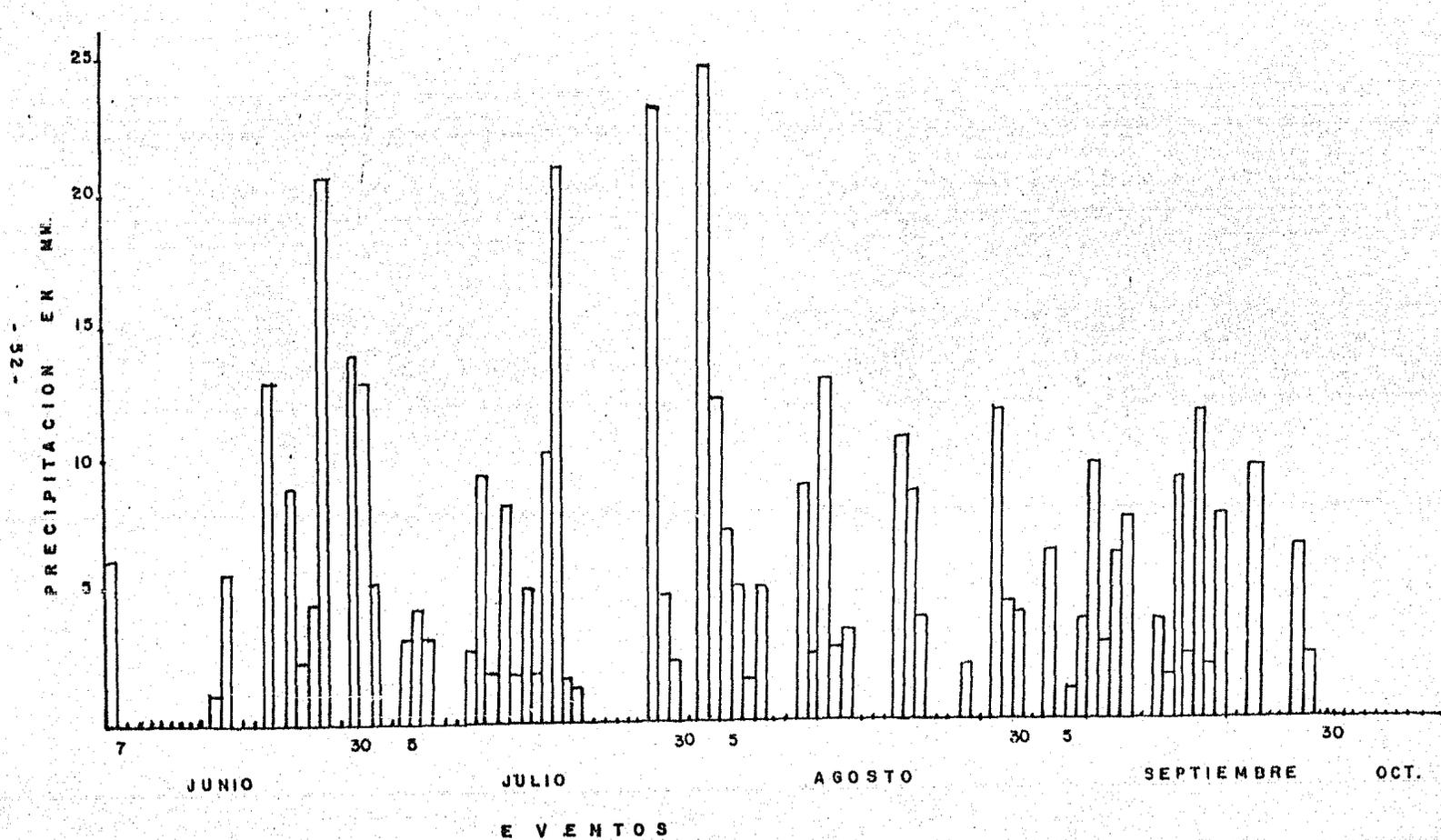
RANGO DE PRECIPITACION EN mm PLUVIAL	No. DE DIAS TOTAL POR RANGO	PORCENTAJE	PRECIPITACION PLUVIAL ACUMULADA	PORCENTAJE
0	60	47.24	0.0	0.0
0.1-5.0	34	26.77	82.11	19.26
5.1-10.0	20	15.74	147.32	34.56
10.1-15.0	9	7.8	108.20	25.38
15.1-20.0	0	0.0	0.0	0.0
> 20.1	4	3.15	88.55	20.77
TOTAL	127	100.0	426.18	100.00

Se puede observar en el cuadro 9, que solamente en 33 días del ciclo -- ocurrieron lluvias superiores a 5 mm y en 34 días hubo precipitación menor a 5 mm como lo han reportado en trabajos Ortíz (1975), Tovar (1977) y Antezana (1978), este comportamiento es característico de la zona por lo que se justifica la importancia que tienen los trabajos de captación de agua de lluvia en el aprovechamiento de láminas pequeñas en la agricultura de temporal debido a que estas constituyen aproximadamente el 50% del total de las lluvias - ocurridas en el desarrollo del cultivo como se observa en el mismo cuadro 9.

De los 63 eventos ocurridos durante el ciclo del cultivo, hubo 11 períodos con lluvia consecutiva de tres a diez días los que conformaron 54 eventos que comprenden el 85.7% del total. Sólo se registraron siete períodos aislados de uno a dos días que comprendieron nueve eventos que representan el - - 14.3% del total.

Se presentaron 16 períodos en que no llovió, de los cuales ninguno se - consideró crítico porque no excedieron de ocho días, para el desarrollo de -- las plantas, ya que la distribución de los mismos durante el ciclo del culti vo no afectó la disponibilidad de agua en el área de siembra por la frecuen cia de las lluvias entre sus eventos, como se observa en la gráfica de la -- precipitación pluvial.

FIGURA 6. DISTRIBUCION DIARIA DE LA PRECIPITACION PLUVIAL EN EL LOTE EXPERIMENTAL DURANTE EL PERIODO COMPRENDIDO DE JUNIO A OCTUBRE DE 1983.



7.1.2. Coeficiente de Escurrimiento

Los valores utilizados para el coeficiente de escurrimiento se obtuvieron a partir de los datos de Antezana (1978) y Ballivian (1979), mismos que trabajaron con anterioridad en el lote experimental y los que reportan que al aumentar el ancho de las microcuencas disminuyen los índices de escurrimiento, - cuadro 4 del apéndice.

A partir de estos datos y en base a los registros de la precipitación -- pluvial durante el ciclo se estimaron los coeficientes de escurrimiento, cuadro 10.

Cuadro 10. COEFICIENTES DE ESCURRIMIENTO ESTIMADOS A PARTIR DE LAS CONDICIONES DE SUELO Y DE PRECIPITACION PLUVIAL DEL LOTE EXPERIMENTAL.

RANGOS DE PRECIPITACION PLUVIAL EN mm.	COEFICIENTE DE ESCURRIMIENTO
0.0 - 2.49	0
2.5 - 4.99	17.61
5.0 - 7.49	25.36
7.5 - 9.99	33.11
10.0 - 12.49	40.85
12.5 - 14.99	48.60
15.0 - 17.49	56.34
17.5 - 19.99	64.09
20.0 - 22.49	71.84
22.5 - 25.0	79.58
40.0 - 45.0	87.33

7.1.3. Lámina Escurrida.

La lámina escurrida se calculó multiplicando cada lluvia por su coeficiente de escurrimiento respectivo tal como se observa en el cuadro 5 del apéndice.

7.1.4 Lámina Disponible en el Area de Siembra.

Este cálculo se efectuó sumando la precipitación pluvial registrada en cada evento con la lámina escurrida para aquellos casos en que hubo escurrimiento, los resultados se presentan en el cuadro (5), del apéndice.

7.1.5 Volumen de Agua Disponible por Planta.

Para el experimento A, el volumen disponible por planta se obtuvo multiplicando la lámina total por la superficie correspondiente a cada planta de acuerdo a su respectivo tratamiento, como se observa en el cuadro 11, en el que se aprecia que a medida que aumenta la distancia entre hileras y entre matas la cantidad de agua disponible por planta aumenta, encontrándose los más altos volúmenes de agua en las distancias mayores.

Cuadro 11 VOLUMEN DE AGUA DISPONIBLE POR PLANTA DURANTE EL CICLO VEGETATIVO DEL FRIJOL PARA CADA TRATAMIENTO DEL EXPERIMENTO A, VALORES EXPRESADOS EN LITROS

D/M \ D/H	45	60	75
60	38.27	51.13	63.88
80	43.10	57.86	72.31
100	48.42	64.57	80.64
120	53.71	71.64	89.25
140	54.75	78.01	96.55

D/M = Distancia entre matas en cm.

D/H = Distancia entre hileras en cm.

En el experimento B, el volumen de agua disponible por planta se obtuvo multiplicando la lámina total por la superficie correspondiente a cada planta de acuerdo a su respectivo tratamiento como se observa en el cuadro 12, -

en el que se aprecia que al incrementarse las distancias entre hileras y las densidades de población, los volúmenes de agua disponibles por planta disminuyen, encontrándose que la mejor disponibilidad de agua para las plantas se obtuvo en la distancia entre hileras y densidad de población menor.

Cuadro 12 VOLUMEN DE AGUA DISPONIBLE POR PLANTA DURANTE TODO EL CICLO VEGETATIVO DEL FRIJOL PARA CADA TRATAMIENTO DEL EXPERIMENTO B. VALORES EXPRESADOS EN LITROS

D. P D/H	50,000	75,000	100,000
60	85.04	56.27	42.64
80	71.55	48.24	35.34
100	63.57	43.58	32.30
120	59.60	40.40	31.64
140	57.19	36.89	28.34

D P = Densidad de población

D/H = Distancia entre hileras en cm.

En los cuadros 11 y 12, de los volúmenes disponibles de agua por planta para los dos experimentos, se observa que en el experimento A los volúmenes de agua disponibles para las plantas aumentan conforme se incrementa el área de escurrimiento; esto se debe a que la superficie por mata aumenta conforme se varía la distancia entre hilera y a que la cantidad de plantas por superficie total disminuye.

En el experimento B, sucede lo inverso a lo obtenido en el experimento A, debido a que al aumentar las distancias entre hileras se reduce la distancia entre matas, aumentando la cantidad de plantas conforme se aumenta el tamaño de la microcuencia para de esta forma mantener constantes las tres densidades de población por distancia entre hilera, lo que implica que en la distancia de 140 cm. fue en donde se manejó la menor distancia entre matas y por lo mismo es en donde la planta dispuso de los menores volúmenes de agua.

7.1.6 Uso Consuntivo del Frijol.

El Uso consuntivo del frijol, fue calculado mediante el método de Blaney-Criddle, modificado por Phelan, citado por Castilla (1966), considerando la temperatura media diaria registrada en el lote experimental, así como los Porcentajes de horas luz en el día para cada mes y los coeficientes de desarrollo del cultivo.

Se hizo un cálculo de la cantidad de agua requerida diariamente por la planta con la finalidad de hacer el Balance Hídrico, los valores obtenidos se encuentran en el cuadro 6 del apéndice, donde se observa que la cantidad de agua más alta requerida por el cultivo es de los 48 hasta los 84 días, y posteriormente empieza a descender el consumo de agua por las plantas.

En el cuadro 13, se presenta un resumen de los valores del Uso Consuntivo del cultivo, en el que se aprecia que para el mes de junio fue de 67.36 mm, el que aumenta en los meses de julio (117.76 mm) y agosto (135.93 mm) y, posteriormente en los meses de septiembre y octubre descienden hasta los 26.73 mm.

Este comportamiento mostrado por el Uso Consuntivo se debe a que conforme se va desarrollando el cultivo, el consumo de agua por las plantas aumenta hasta que las mismas alcanzan su madurez fisiológica, y es a partir de esta etapa cuando el consumo de agua por el cultivo desciende que es precisamente en los meses de septiembre y octubre.

CUADRO 13 CÁLCULO DEL USO CONSUNTIVO DEL FRIJOL PARA EL PERIODO COMPRENDIDO DEL 8 DE JUNIO AL 11 DE OCTUBRE DE 1983. PARA LA ZONA DE CHAPINGO, MEX.

MES	TEM. °C	VALOR DE P	FACTOR KT	VALOR F P x Kt	VALOR Kc	U.C. MEN SUAL mm	U.C ACUMU LADO mm
Junio	19.44	8.97	1.43	12.90	.46	67.36	67.36
Julio	18.90	9.21	1.39	12.82	.93	117.76	185.12
Agosto	18.51	8.92	1.35	12.10	1.08	135.93	321.05
Sept.	17.93	8.28	1.30	10.80	0.84	91.09	412.14
Oct.	17.65	8.19	1.27	10.47	0.64	26.73	438.87

7.1.7. Balance Hídrico.

El Balance Hídrico se hizo tomando en cuenta la lámina total aportada a el área de siembra y restando el valor del Uso Consuntivo diario, cuadro 7 - del apéndice, en este mismo cuadro se observa que en todos los tamaños de mi crocuenca faltó agua al cultivo en los primeros días del ciclo porque no se presentaron lluvias, lo que provocó que las necesidades hídricas de las plan tas no fueran cubiertas.

A los 14 días posteriores de la siembra, las lluvias ocurrieron con may or frecuencia, originando con ello que la cantidad de agua requerida diaria mente por las plantas fuera cubierta, ya que la humedad disponible en el sue lo provocada por las lluvias aumentó para cada distancia entre hileras, prin cipalmente en aquellas que produjeron escurrimientos al área de siembra y, - dado que el consumo de agua por las plantas aumenta conforme se desarrollan éstas hasta que alcanzan su madurez fisiológica, las demandas hídricas de -- las mismas fueron satisfechas.

En los días siguientes a esta etapa del cultivo la cantidad de agua re- querida por las plantas desciende y como las lluvias son frecuentes, es lo -

que origina que en el Balance Hídrico de cada microcuencia existan excedentes de humedad en el suelo al final del ciclo del cultivo.

7.2. Análisis Estadístico

El presente trabajo consistió de dos experimentos denominados A y B los que se desarrollaron durante el ciclo 1983; las variables dependientes que se cuantificaron y evaluaron estadísticamente para ambos experimentos fueron: rendimiento de grano al 14 % de humedad, materia seca y número de vainas por planta y por hectárea.

La evaluación estadística se efectuó mediante un análisis de varianza para las variables independientes: distancia entre hileras y distancia entre matas para el experimento A, y distancia entre hileras y densidad de población para el experimento B, así como sus respectivas interacciones, Reyes -- (1978)

Se aplicó el estadístico F al nivel 0.05 para rechazar o no a cada una de las hipótesis planteadas; posteriormente se aplicó la prueba de Tukey para definir cual fue la mejor variable o la mejor interacción para cada experimento.

Con el fin de interpretar los resultados obtenidos en cada variable a nivel individual, se consideraron los valores que se presentan en el cuadro 14, en donde se observa que la superficie promedio por mata para cada distancia entre hilera fuera de: .36, .48, .60, .72 y .84 m² para el experimento A, en el experimento B se manejó la misma superficie promedio por mata (.43 m²) para cada distancia entre hilera, cuadro 15.

CUADRO 14 SUPERFICIE POR MATA DE TRES PLANTAS PARA CADA TRATAMIENTO DEL EXPERIMENTO A. VALORES EXPRESADOS EN m^2 .

D/M \ D/H	45	60	75	\bar{X}
60	0.27	0.36	0.45	0.36
80	0.36	0.48	0.63	0.48
100	0.45	0.60	0.75	0.60
120	0.54	0.72	0.90	0.72
140	0.63	0.84	1.05	0.84
\bar{X}	0.45	0.60	0.75	

D/M = Distancia entre matas en cm.

D/H = Distancia entre hileras en cm.

CUADRO 15 SUPERFICIE POR MATA DE TRES PLANTAS PARA CADA TRATAMIENTO DEL EXPERIMENTO B. VALORES EXPRESADOS EN m^2 .

D. P \ D/H	50,000	75,000	100,000	\bar{X}
60	0.60	0.40	0.30	0.43
80	0.60	0.40	0.30	0.43
100	0.60	0.40	0.30	0.43
120	0.60	0.40	0.30	0.43
140	0.60	0.40	0.30	0.43
\bar{X}	0.60	0.40	0.30	

D. P = Densidad de Población.

D/H = Distancia entre hileras en cm.

CUADRO 16 NUMERO DE PLANTAS POR HECTAREA PARA CADA TRATAMIENTO DEL EXPERIMENTO A.

D/M \ D/H	45	60	75	\bar{X}
60	111,111	83,333	66,666	87,036
80	83,333	62,500	50,000	65,277
100	66,666	50,000	40,000	52,222
120	55,555	41,666	33,333	43,518
140	47,619	35,714	28,571	37,301
\bar{X}	72,666	54,642	43,714	

CUADRO 17 DISTANCIA ENTRE MATAS PARA CADA TRATAMIENTO DEL EXPERIMENTO B. VALORES EXPRESADOS EN cm.

D P \ D/H	50,000	75,000	100,000	\bar{X}
60	100	67	50	72.33
80	75	50	37.5	54.16
100	60	40	30	43.33
120	50	33.25	25	36.08
140	43	28.5	21.5	31.00

D/M = Distancia entre matas

D/H = Distancia entre hileras

D P = Densidad de población.

7.2.1. Experimento A.

7.2.1.1. Rendimiento de Grano.

Distancia entre Hileras.

El rendimiento total de grano por cada tratamiento se reporta en el cuadro 8 del apéndice, de donde se obtuvieron los valores medios de la producción de grano, para las diversas distancias entre hileras, se aprecia que al irse incrementando el área de escurrimiento la producción de grano disminuye en relación a la distancia testigo, cuadro 18.

CUADRO 18 RENDIMIENTO MEDIO DE GRANO DE FRIJOL AL 14% DE HUMEDAD, CORRESPONDIENTE A CADA TRATAMIENTO DEL EXPERIMENTO A. VALORES EXPRESADOS EN Kg/ha.

D/M D/H	45	60	75	\bar{X}
60	2567	1978	1560	2035
80	1951	1629	1246	1609
100	1587	1426	1211	1408
120	1818	1141	733	1097
140	1139	1125	901	1055
\bar{X}	1732	1460	1130	

El análisis de varianza realizado para dicha variable, se muestra en el cuadro 19, donde se observa que ésta resultó significativa, entendiéndose con ello que los rendimientos de grano obtenidos en cada una de las distancias son diferentes.

Esta diferencia queda corroborada al efectuar la prueba de Tukey, cuadro 20, donde la producción total de grano por hectárea obtenida en la distancia entre hileras de 60 cm. fué superior a las distancias de 80 y 100 cm.

que son iguales estadísticamente y aún mayor a las de 120 y 140 centímetros también iguales estadísticamente.

CUADRO 19 ANALISIS DE VARIANZA PARA EL RENDIMEINTO DE GRANO DE FRIJOL DEL EXPERIMENTO A.

F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	F.C.	F.T	SIG.
Bloques	2	16,058.62	8,029.31	0.451	4.46	N.S.
Dist/hil.	4	5'837,977.67	1'459,494.42	82.03	3.84	*
Error A	8	142,396.24	17,792.03			
Parcela grande	14					
Dist/matás	2	2'727,246.09	1'363,623.02	18.88	3.49	*
Interacción	8	586,501.07	41,892.93	1.01	2.45	N.S.
Error B	20	1'444,285.24	72,214.26			
Total	44					

NS = No significativo

* significativo.

$\alpha = 0.05$

CUADRO 20 PRUEBA DE TUKEY PARA LA VARIABLE DISTANCIA ENTRE HILERAS EN EL ANALISIS DE RENDIMIENTO DE GRANO DEL EXPERIMENTO A.

DIST/HIL.		
60	=	2034.78 a
90	=	1608.54 b
100	=	1408.14 b
120	=	1097.67 c
140	=	1054.90 c
DSH	=	217.42 Kg /ha.
α	=	0.05

Los tratamientos con igual letra son estadísticamente iguales

Esto se debe a que el mayor número de plantas promedio por hectárea se obtuvo en la distancia entre hileras testigo, dada la cantidad de surcos por superficie total, abatiéndose éstos al ir aumentando el tamaño de las microcuencas, así se tiene que en la distancia de 140 cm. se forman 71 surcos por superficie total y una media de número de plantas por hectárea de 37,301 como se aprecia en el cuadro 16, los decrementos del rendimiento de grano al ir aumentando el área de escurrimiento para cada distancia entre hileras en relación al testigo fueron del : 21, 31, 46 y 48% respectivamente.

Para estos comportamientos del rendimiento de grano adquiere gran importancia el régimen pluviométrico que se registró durante el ciclo del cultivo (426 mm), dado que las exigencias hídricas de las plantas fueron cubiertas por las frecuencia de las lluvias entre un evento y otro, principalmente en los meses de julio a septiembre, figura 6, donde los requerimientos de agua por las plantas fueron más altos, cuadro 13, superándose dichas exigencias en las distancias que provocaron escurrimientos el área de siembra con 12, 27, 38 y 52 % de volumen adicional para las distancias de 80, 100, 120 y 140 cm respectivamente, puesto que la planta necesitó en todo su ciclo de 438 mm para su desarrollo y producción, y con la cantidad de lluvia registrada se cubrió en un 97% el consumo de agua del cultivo en la distancia testigo, superándose en las demás distancias como se mencionó anteriormente.

En base a estas características, se deduce que los diferentes tamaños de microcuencas resultan un factor importante para incrementar o reducir los rendimientos de grano, ya que por medio de ellas vamos a poder definir el número de plantas que se debe manejar por surco y por superficie total en una región determinada tomando en cuenta principalmente la lluvia que se presenta durante el ciclo de cultivo, así como su distribución, para evitar en las plantas déficits de humedad durante su desarrollo y producción.

Los resultados obtenidos en ésta variable, coinciden con varios autores, entre ellos: Terrazas (1973), Ortíz (1975), Tovar (1977), Elizondo y Medina (1977) y Núñez (1982), quienes hacen mención que los rendimientos disminuyen al aumentar el espaciamiento entre hileras y esta respuesta la atribuyen a que el régimen pluviométrico registrado en sus años de investigación las lluvias fueron bien distribuidas y en cantidad suficiente pa

ra satisfacer las demandas hídricas del cultivo.

Distancia entre Matas.

El rendimiento total de grano se reporta en cuadro 3 del apéndice de -- donde se obtuvieron los valores medios de la producción de grano, para las - diferentes distancias entre matas, cuadro 18, donde se aprecia que a medida que se aumentan las distancias de 60 a 75 centímetros se abaten los rendimien- tos en relación a la distancia de 45 cm.

Al realizar el análisis de varianza, cuadro 19, se encontraron diferen- cias significativas, corroborándose estas diferencias de rendimiento de gra- no al realizar la prueba de Tukey, cuadro 21, donde se muestra que la distan- cia de 45 centímetros es superior a las de 60 y 75 centímetros con 272 y 612 Kg/ha respectivamente.

CUADRO 21 PRUEBA DE TUKEY PARA LA VARIABLE DISTANCIA ENTRE MATAS EN EL ANALISIS DE RENDIMIENTO DE GRANO DEL EXPERIMENTO A

DIST/MATAS	
45	= 1732.41 a
60	= 1459.72 b
75	= 1130.28 c
DSH	= 243.39 Kg/ha
α	= 0.05

Los tratamientos con igual letra son estadísticamente igual.

Estas diferencias de rendimiento de grano se derivan del número promedio de plantas por hectárea que se manejó en la distancia entre matas de 45 cm, abatiéndose la cantidad de estas al ir variando la distancia a 60 y 75 cm, - encontrándose que la menor cantidad de plantas por hectárea se registró en -

la distancia más grande, cuadro 16, donde las plantas contaron con mayor disponibilidad de nutrimentos y menor competencia para aprovecharlos.

Los decrementos del rendimiento de grano al aumentar el espaciamiento - entre matas fueron del 16 y 35% para las distancias de 60 y 75 cm respectivamente en relación a la distancia de 45 cm.

Dichas diferencias son debidas a la cantidad de plantas por superficie total, producto de las distancias entre matas, ya que entre menor sea la distancia, habrá mayor cantidad de plantas y más competencia por nutrientes debido al ambiente a que se les induce, no así en las demás distancias donde - las plantas tienen una mejor distribución en el terreno y por que la superficie por planta aumenta en relación a las obtenidas en la distancia entre matas de 45 cm. como se ha mencionado anteriormente, adquiriendo gran importancia para ello la precipitación pluvial que se presentó durante el ciclo del cultivo, la cual fue bien distribuida y abundante entre un evento y otro, cubriendo de esta manera las exigencias del cultivo donde se encontró la mayor concentración de plantas, y hubo excedentes de humedad donde éstas contaron con mayor espaciamiento y distribución. Estos resultados coinciden con los encontrados por Tovar (1977).

Interacción.

En el análisis de varianza realizado, cuadro 19, se encontró que no - existen diferencias significativas para la interacción distancia entre hileras, distancia entre matas, entendiéndose con ello que todas las combinaciones entre éstas dos variables, en sus rendimientos de grano son iguales estadísticamente, existiendo una tendencia a disminuir la producción de grano al incrementarse la distancia de las dos variables como se muestra en el cuadro 18, encontrándose que el mejor tratamiento fue el de 60 cm. de distancia entre hileras con 45 cm. de distancia entre matas con una producción de grano de 2567 Kg/ha y la interacción menos aceptable se encontró en la distancia - entre hileras de 140 cm. con la distancia entre matas de 75 cm con un rendimiento de grano de 901 Kg/ha. De lo anterior se deduce, que si todos los -- tratamientos producen la misma cantidad de grano estadísticamente, es porque hay una compensación en cuanto a los componentes morfológicos de rendimiento

de las plantas, que se produjeron en las combinaciones de las mayores distancias entre hileras y entre matas, ya que estas contaron con mayor cantidad de nutrimentos, agua y radiación solar para aprovecharlos en relación a la interacción que mejores resultados proporcionó, siendo de gran importancia para la obtención de estos resultados la cantidad y frecuencia de la lluvia registrada en el lote experimental, porque cubrió las exigencias hídricas del cultivo en todos los tratamientos y en todas las etapas de su desarrollo, además de que la producción por planta es factible de llevarse con una mayor distancia entre hileras y entre planta, lo que posiblemente influyó en que la interacción no fuera significativa estadísticamente.

7.2.1.2. Rendimiento de Vainas

Distancia entre Hileras.

El rendimiento total de vainas para cada tratamiento se reporta en el cuadro 10 del apéndice, de donde se obtuvieron los valores medios de la producción de vainas para las diferentes distancias entre hileras, cuadro 22, en el que se aprecia que al irse incrementando el área de escurrimiento los rendimientos decrecen en relación a la distancia testigo.

CUADRO 22 RENDIMIENTO MEDIO DE VAINAS DE FRIJOL CORRESPONDIENTE A CADA TRATAMIENTO DEL EXPERIMENTO A. VALORES EXPRESADOS EN Miles/ha.

D/M D/H	45	60	75	\bar{X}
60	1'666,969	1'136,280	884,947	1'144,500
80	1'120,325	872,103	716,999	903,142
100	1'004,889	763,177	734,421	834,162
120	827,723	615,288	418,817	620,609
140	548,740	670,411	462,558	560,569
\bar{X}	1'073,729	811,452	643,548	

D/M = Distancia entre matas

D/H = Distancia entre hileras.

El análisis de varianza realizado, se muestra en el cuadro 23, donde se observa significancia estadística para tratamientos de parcela grande, implicando con esto que los rendimientos de vainas en cada una de las distancias son diferentes, éstas diferencias se corroboran al efectuar la prueba de Tukey, cuadro 24, donde se determina que la mejor producción de vainas se obtuvo con la distancia testigo, superando a las distancias de 80 y 100 cm. iguales estadísticamente y aún superior a las distancias de 120 y 140 cm., también iguales estadísticamente.

CUADRO 23 ANALISIS DE VARIANZA PARA EL RENDIMIENTO DE VAINAS DE FRIJOL DEL EXPERIMENTO A

F.V.	G.L.	S.G.	C.M.	F.C.	F.T.	SIG
Bloques	2	63,023.10	31,511.55	1.92	4.46	N.S.
Dist/hil	4	1'972,574.53	493,143.63	30.08	3.84	*
Error A	8	131,145.09	16,393.13			
Parcela Grande	14					
Distancia entre matas	2	863,165.99	431,582.99	9.69	3.49	*
Interacción	8	251,590.88	31,448.86	0.70	2.45	N.S.
Error B	20	390,126.33	44,506.31			
Total	44					

NS = No significativo

* significativo,

$\alpha = 0.05$.

CUADRO 24 PRUEBA DE TUKEY PARA LA VARIABLE DISTANCIA ENTRE HILERAS EN EL ANALISIS DEL RENDIMIENTO DE VAINAS DEL EXPERIMENTO A.

60	=	1'144,500	a
80	=	903,142	b
100	=	834,162	b
120	=	620,608	c
140	=	560,570	c
<hr/>			
DSH	=	208,690	Kg/ha
α	=	0.05	

Los tratamientos con igual letra son estadísticamente igual.

Esto se explica porque el mayor número de plantas promedio por hectárea se obtuvo en la distancia testigo cuadro 16, en el que se aprecia que al irse aumentando la distancia entre hileras, la cantidad promedio de plantas -- por superficie total decrece.

Los decrementos del rendimiento de vainas al irse aumentando el área de escurrimiento para cada distancia entre hileras en relación al testigo fueron del: 21, 27, 46 y 51% respectivamente para las distancias de 80, 100, -- 120 y 140 cm.

Estos comportamientos se originan porque las plantas en sus rendimientos de grano y vainas están relacionados de manera positiva, debido a que el rendimiento de grano depende directamente del rendimiento de vainas, y porque la cantidad de agua precipitada en todo el ciclo del cultivo (426 mm) representó el 97% de las exigencias hídricas totales de las plantas (438 mm) que se manejaron en la distancia testigo, cubriéndose básicamente con esta cantidad de lluvia precipitada el 100% del consumo de agua de las mismas; en las demás distancias entre hileras la cantidad de agua requerida por la planta para su desarrollo y producción fue superada en un 12, 27, 38 y 52% para las distancias de 80, 100, 120 y 140 cm. respectivamente, porque además de con--

tar con el agua precipitada, hubo volúmenes adicionales provocados por los escurrimientos al área de siembra, originando con ello que la cantidad de agua requerida por las plantas en estas distancias fuera cubierta, ya que al realizar el Balance Hídrico para el cultivo en los diferentes tamaños de microcuencia hay excedentes de humedad para cada una de ellas como se observa en el cuadro 25, propiciado por la cantidad y frecuencia de lluvias entre sus eventos.

CUADRO 25 EXCEDENTES DE HUMEDAD DEL SUELO EN EL AREA SEMBRADA PARA CADA TAMAÑO DE MICROCUENCA OBTENIDOS EN EL BALANCE HIDRICO

DISTANCIA/HILERA	VOL. (mm)
60	14.27
80	40.56
100	41.28
120	42.01
140	42.72

De lo anterior se deduce que los más altos rendimientos de vainas estuvieron determinados por la cantidad de plantas manejada para cada microcuencia como sucedió en los rendimientos de grano.

Por lo tanto, en el presente trabajo y bajo las condiciones pluviométricas en que se desarrolló esta investigación, no se considera indispensable el uso de las microcuencias para incrementar el contenido de humedad en el área de raíces, para que así las plantas aumenten sus rendimientos de vainas, ya que con la distancia entre hileras testigo, se demuestra que las plantas lograron satisfacer sus consumos de agua diarios.

Distancia entre Matas.

El rendimiento total de vainas para cada tratamiento se reporta en el

cuadro 10 del apéndice, de donde se obtuvieron los valores medios de la producción de vainas para las diferentes distancias entre matas, cuadro 22, en el que se aprecia que al ir variando su distancia de menor a mayor (45 a 75 cm), la producción de las mismas disminuye.

El análisis de varianza realizado, cuadro 23, mostró diferencias significativas estadísticamente para tratamientos de parcela chica ya que el número de plantas por superficie total manejado en la distancia de 45 cm., fue el más alto y en las demás distancias se reduce.

Estas diferencias del rendimiento de vainas se corrobora en la prueba - de Tukey, cuadro 26, donde se observa que las distancias de 45 y 60 cms. son iguales estadísticamente y superiores a la distancia de 75 cm.

CUADRO 26 PRUEBA DE TUKEY PARA LA VARIABLE EN DISTANCIA ENTRE MATAS EN EL ANALISIS DE RENDIMIENTO DE VAINAS DEL EXPERIMENTO A.

45	=	982,790	a
60	=	811,450	a
75	=	643,548	b
<hr/>			
DSH	=	195,000	Kg/ha
α	=	0.05	

Los tratamientos con igual letra son estadísticamente igual.

Esto se explica porque al aumentar la superficie por mata se incrementa la disponibilidad de humedad en las plantas producidas por el régimen pluviométrico registrado en la zona de estudio, donde las lluvias mostraron ser -- frecuentes y bien distribuidas originando con ello que las plantas cubrieran sus consumos de agua en las etapas más importantes de su desarrollo. Los de crementos de la producción en cuanto al mejor rendimiento son del: 24 y 40 % para las distancias entre 60 y 75 cm. respectivamente en relación a la distancia entre matas menor.

Estos resultados son similares a los reportados por Appadurai et al. (1967) citados por Escalante (1982). Donde demostraron que los rendimientos con las distancias cortas fueron más altos que con las distancias largas.

De lo anterior se deduce que no es necesario manejar distancias entre matas mayores a 45 cm. en lugares donde la precipitación pluvial sea suficiente y bien distribuida porque la cantidad de plantas por superficie total se reduce a la igual que sus rendimientos.

Interacción.

En el análisis de varianza realizado, cuadro 23, se encontró que no existen diferencias significativas para los tratamientos distancia entre hileras y distancia entre matas, lo que indica que cualquier combinación que se realice proporcionará la misma producción de vainas estadísticamente, la razón a estos comportamientos es la de que no hay variación en los rendimientos de vainas con respecto al rendimiento de grano, es decir que para producir un kilogramo de grano al 14% de humedad se requirió de 560 vainas en promedio para todos los tratamientos.

Si embargo, la tendencia mostrada por los tratamientos es a disminuir los rendimientos de vainas por superficie total a medida que se aumentan las distancias entre hileras y matas, encontrando que la mejor interacción se estableció entre la distancia entre hileras testigo y la distancia entre matas de 45 cm. y la menos aceptable se encontró entre la distancia entre hileras de 140 cm. y 75 cm. entre matas.

7.2.2.3 Rendimiento de Materia Seca

Distancia entre Hileras.

El rendimiento total de materia seca para cada tratamiento se reporta en el cuadro 12 del anexo, de donde se obtuvieron los valores medios de la producción para las diferentes distancias entre hileras, cuadro 27, en el

que se aprecia el mismo comportamiento mostrado por los rendimientos de grano y vainas; es decir que el mejor rendimiento de materia seca se generó en la distancia entre hileras testigo, abatiéndose el mismo al variar el área de escurrimiento de 0 a 80 cm.

CUADRO 27 RENDIMIENTO MEDIO DE MATERIA SECA DE FRIJOL CORRESPONDIENTE A CADA TRATAMIENTO DEL EXPERIMENTO A. VALORES EXPRESADOS EN Kg/ha.

D/M. D/H	45	60	75	\bar{X}
60	6598.50	4981.64	3446.62	5108.92
80	5115.66	4020.86	3662.27	4266.26
100	3353.40	3430.84	1964.14	2917.79
120	3317.09	2687.03	2125.53	2709.88
140	3606.02	2242.12	1992.25	2613.46
\bar{X}	4398.13	3472.49	2699.25	

D/M = Distancia entre matas D/H = Distancia entre hilera.

El análisis de varianza realizado, se muestra en el cuadro 28, donde se observa significancia estadística para tratamientos de parcela grande, las diferencias del rendimiento de materia seca quedan corroboradas al efectuar la prueba de Tukey, cuadro 29, determinándose que la distancia testigo fue superior a la distancia de 80 cm. y aún mayor a las de 100, 120 y 140 cm. respectivamente.

La disminución de los rendimientos de materia seca al irse aumentando el área de captación se deben a la cantidad de plantas que se maneja por superficie total, como se ha hecho mención en los análisis de grano y vainas. Los decrementos del rendimiento de materia seca en relación al mejor que se obtuvo en la distancia testigo son del 16, 43, 47 y 49 % para las distancias de 80, 100, 120 y 140 cm.

CUADRO 23 ANALISIS DE VARIANZA PARA RENDIMIENTO DE MATERIA SECA DE FRIJOL DEL EXPERIMENTO A.

F.V.	G.L.	S.C.	M.C.	F.C.	F.T.	SIG.
Bloques	2	1'508,812.25	754,406.12	3.89	4.46	N.S.
Distancia/hileras	4	44'303,992.10	11'075,980.53	57.15	3.34	*
Error A	8	1'550,352.22	193,794.02			
Parcela grande	14					
Distancia entre matas	2	21'705,268.18	10'852,634.09	17.18	3.49	*
Interacción	3	4'722,150.65	590,269.83	0.934	2.45	N.S.
Error B	20	12'627,591.90	631,379.59			
Total	44					

NS = no significativo

* significativo.

$\alpha = 0.05$

CUADRO 29 PRUEBA DE TUKEY PARA LA VARIABLE DISTANCIA ENTRE HILERAS EN EL ANALISIS DE RENDIMIENTO DE MATERIA SECA DEL EXPERIMENTO A

60	=	5109.04	a
80	=	4266.27	b
100	=	2917.79	c
120	=	2709.88	c
140	=	2613.46	c

DSH = 717.55 Kg/ha.

$\alpha = 0.05$

Los tratamientos con igual letra son estadísticamente igual.

Estos comportamientos se originan de la precipitación pluvial registrada durante el desarrollo del cultivo, como se hizo mención en los análisis - del rendimiento de grano y vainas, ya que en base a éstos las plantas satisficieron sus consumos de agua requeridos, habiendo excedentes de la misma en todas las distancias entre hileras al realizar el Balance Hídrico del cultivo, determinándose de esta forma que los mejores rendimientos de materia seca originados por los componentes morfológicos de las plantas, se produjeran donde se manejó la mayor cantidad de plantas por hectárea, la cual correspondió al testigo.

Distancia entre Matas.

El rendimiento total de materia seca para cada tratamiento se reporta - en el cuadro 12, del apéndice, de donde se obtuvieron los valores medios de la producción para cada distancia entre matas, cuadro 27, en donde se observa que los rendimientos decrecen en las distancias de 60 y 75 cm. en relación a los obtenidos en la distancia de 45 cm.

En el análisis de varianza realizado, cuadro 28, se encontraron diferencias significativas estadísticamente para tratamientos de parcela chica, en la producción de materia seca para las distancias antes mencionadas, las que se corroboran al efectuar la prueba de Tukey, cuadro 30, donde se muestra -- que la distancia de 45 cm. fue superior a la de 60 cm. y aún mayor a la de - 75 cm.

CUADRO 30 PRUEBA DE TUKEY PARA LA VARIABLE DISTANCIA ENTRE MATAS EN EL ANALISIS DE RENDIMIENTO DE MATERIA SECA DEL EXPERIMENTO A.

DISTANCIA/MATAS		
45	=	4398.14 a
60	=	3472.50 b
75	=	2699.23 c
<hr/>		
DSH	=	734.48 Kg/ha
α	=	0.05

Los tratamientos con igual letra son estadísticamente igual.

Estos resultados están en función del mayor ó menor número de plantas - por hectárea, encontrándose que en la distancia de 45 cm. fue en donde se manejó la mayor cantidad de ellas, por el menor espaciamiento entre matas, reduciéndose ésta cantidad de plantas en las demás distancias por el mayor espaciamiento entre las mismas.

Los decrementos de la producción de materia seca en relación a la obtenida en la distancia de 45 cm. son del : 21 y 39% para las distancias de 60 y 75 cm. respectivamente.

En todos los casos, el régimen pluviométrico adquiere gran importancia porque la cantidad de agua disponible para el cultivo producida por las lluvias fue suficiente para cubrir los requisitos hídricos diarios de las plantas donde éstas estuvieron más concentradas, como se hizo mención en los análisis del rendimiento de grano y vainas.

Luego entonces, las diferencias del rendimiento de materia seca están basadas a la cantidad de plantas por hectárea manejadas en cada distancia entre matas, ya que en todas ellas las plantas no sufrieron períodos de sequía en las etapas principales de su desarrollo.

Interacción.

En el análisis de varianza realizado, cuadro 28, los resultados fueron similares a los encontrados en los análisis anteriores de producción de grano y vainas, para la interacción distancia entre hileras, distancia entre matas, deduciendo con ello que la combinación de ambas variables no provocan diferencias en los rendimientos de materia seca estadísticamente, porque alvariar los tratamientos de menor a mayor las plantas tienden a desarrollar mejor sus componentes de rendimiento por la mejor disponibilidad de nutrimentos, agua y radiación solar, así como porque no hubo variación en los rendimientos de vainas y grano.

La tendencia mostrada por los tratamientos establecidos en este experimento no varía en relación a la observada en los análisis de grano y vainas.

7.2.2. Experimento B

7.2.2.1. Rendimiento de Grano

Distancia entre Hileras.

El rendimiento total de grano para cada tratamiento se reporta en el cuadro 9 del apéndice, de donde se obtuvieron los valores medios de la producción de grano, para las diferentes distancias entre hileras, cuadro 31, en el que se aprecia que al irse incrementando el área de escurrimiento la producción de grano se incrementa en relación a la distancia testigo. Encontrándose el más alto rendimiento en la distancia entre hileras de 140 cm. -- con una producción de 1965 kg/ha y en la distancia de 60 cm. en el rendimiento to menos aceptable con 1585 kg/ha.

CUADRO 31 RENDIMIENTO MEDIO DE GRANO DE FRIJOL AL 14% DE HUMEDAD, CORRESPONDIENTE A CADA TRATAMIENTO DEL EXPERIMENTO B. VALORES EXPRESADOS EN Kg/ha.

D P D/H	50,000	75,000	100,000	\bar{X}
60	1277	1499	1980	1585
80	1293	1794	1894	1660
100	969	1713	2001	1561
120	1196	1541	2577	1771
140	1534	2191	2171	1965
\bar{X}	1254	1748	2125	

D P = Densidad de población

D/H = Distancia entre hileras

Pero en el análisis de varianza realizado, cuadro 32, se encontró que no existen diferencias significativas estadísticamente para tratamientos de parcela para dicha variable, entendiéndose con ello que la producción de gra

no obtenida para cada microcuenca es igual estadísticamente, esto se explica

CUADRO 32 ANALISIS DE VARIANZA PARA EL RENDIMIENTO DE GRANO DE FRIJOL DEL EXPERIMENTO B.

F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	F.C.	F.T.	SIG.
Bloques	2	2'741,813.94	1'370,906.97	9.52	4.46	*
Dist/hil	4	987,589.76	246,897.44	1.71	3.84	N.S.
Error A	8	1'150,989.77	143,873.72			
Parcela Grande	14					
Densidades	2	5'718,681.54	2'859,340.77	18.56	3.49	*
Interacción	8	1'317,729.53	164,716.19	1.06	2.45	N.S.
Error B	20	3'080,574.17	154,028.70			
Total	44					

NS = no significativo * significativo.

$\alpha = 0.05$

porque para cada una de ellas se mantuvo constante la superficie por mata, a diferencia del experimento A, donde al aumentar las distancias entre hileras los rendimientos de grano decrecen por que se aumenta la superficie por mata al variar el área de escurrimiento de 0 a 80 cm. y el número de plantas por superficie total disminuye.

En base al comportamiento mostrado por el Balance Hídrico calculado para cada una de las distancias entre hileras, se obtuvieron excedentes de humedad al final del ciclo del cultivo para cada una de ellas, cuadro 25.

Los excedentes de humedad mostrados en el Balance Hídrico se derivan -- del régimen pluviométrico registrado durante el desarrollo del cultivo, en -- el que por la cantidad y frecuencia de la lluvia entre sus eventos ésta cubrió las necesidades hídricas de las plantas en todas sus etapas de desarrollo, principalmente en los meses de julio a septiembre donde el consumo de agua por el cultivo fue aumentado, debido a que se considera que en ese lapso de tiempo fue cuando florecieron y fructificaron las plantas, disminuyendo

el consumo de agua por el cultivo al haberse formado sus componentes de rendimiento.

Luego entonces, de lo anteriormente escrito se deduce que si no se presentaron diferencias en los rendimientos de grano en cada una de las distancias entre hileras se debe a que la humedad disponible en ellas fue suficiente para satisfacer las necesidades hídricas del cultivo, principalmente en las distancias que generaron escurrimientos al área de siembra.

Estos resultados son similares a los encontrados en la investigación -- realizada por Castro (1971), donde concluye que la anchura de surco no afectó significativamente a los rendimientos por superficie total.

Densidad de Población.

El rendimiento total de grano por cada tratamiento se reporta en el cuadro 9 del apéndice, de donde se obtuvieron los valores medios de la producción de grano, para las diferentes densidades de población, cuadro 31, observándose un abatimiento de la producción de grano al disminuir la población, los decrementos de la producción del mismo al disminuir la población fueron de 17 y 41% para las densidades de 75,000 y 50,000 plantas por hectárea con respecto a la de 100 mil plantas por hectárea.

En el análisis de varianza realizado, cuadro 32, se observó significancia estadísticamente para tratamientos de parcela chica, corroborándose esta diferencia al realizar la prueba de Tukey, cuadro 33, donde se aprecia que la densidad de población de 100,000 plantas por hectárea resultó superior a las densidades de 75,000 y 50,000 plantas por hectárea, con 377 y 871 kg/ha. respectivamente.

Estas diferencias del rendimiento de grano estuvieron en función del número de plantas manejado en cada superficie por mata producto de las densidades de población originadas para cada una de ellas, encontrando que el mejor rendimiento se obtuvo en la densidad de población de 100,000 plantas por hec

CUADRO 33 PRUEBA DE TUKEY PARA LA VARIABLE DENSIDAD DE POBLACION EN EL ANALISIS DE RENDIMIENTO DE GRANO DEL EXPERIMENTO B.

100,000	=	2125	a
75,000	=	1748	b
50,000	=	1254	c
<hr/>			
DSH	=	362.77	Kg/ha.
∞	=	0.05	

Los tratamientos con igual letra son estadísticamente igual.

tárea como se ha mencionado anteriormente. En el experimento A, los mejores rendimientos se obtuvieron donde las plantas contaron con menor superficie - por planta producto del menor espaciamiento entre matas, lo que originó la - mayor cantidad de plantas por superficie total.

Para estos comportamientos adquiere gran importancia el Balance Hídrico calculado para el cultivo durante el ciclo, cuadro 7 del apéndice, en el que se observa que la humedad disponible en el suelo fue suficiente para satisfa cer los requerimientos de las plantas en su consumo de agua, originados por la precipitación pluvial que se presentó durante el ciclo del cultivo, la - cual fue suficiente y bien distribuida en todas las etapas de desarrollo de las plantas, representando un 97% del total del agua requerida por el culti- vo para su desarrollo y producción de grano. De esta forma aunque la mayo-- ría de las láminas precipitadas fueron menores de 20 mm y mayores de 5 mm - son consideradas como las más importantes por la constancia que mostraron en tre un evento y otro, provocando que la mejor disponibilidad de agua para -- las plantas se encontrará en la densidad más baja, debido a la mayor superfi cie por planta, ocurriendo lo inverso en la densidad más alta, pero propor-- cionando humedad suficiente en el suelo.

Estos resultados coinciden con los reportados por Espino (1972), donde concluye que la densidad de siembra afecta al rendimiento de grano, número -

de mazorcas por planta, longitud de mazorca, anchura de la hoja y diámetro del tallo.

Interacción.

En el análisis de varianza, cuadro 32, se encontró que no hay diferencias significativas para la interacción de las variables distancia entre hileras, densidad de población, por lo que se entiende que cualquier combinación que se establezca proporcionará el mismo rendimiento de grano estadísticamente.

De lo anterior se deduce que si todas las interacciones producen la misma cantidad de grano estadísticamente se debe a que al incrementarse el área de escurrimiento de 0 a 80 cm, el espaciamiento entre las plantas se reduce en cada distancia entre hilera para de esta forma mantener constantes en los diferentes tamaños de microcuencas las mismas densidades de población por superficie total, adquiriendo importancia para este comportamiento de las interacciones en el rendimiento de grano la humedad disponible en el suelo, ya que en base al Balance Hídrico calculado en las diferentes distancias entre hileras, hubo excedentes de humedad en cada una de ellas hasta el momento de la cosecha. Lo anterior indica que mientras cada tratamiento no sufra déficit de humedad en el suelo y las plantas cubran sus Usos Consuntivos, no se presentarán diferencias significativas en los rendimientos de grano.

En el cuadro 31, de los rendimientos medios de grano se aprecia la tendencia a incrementar la producción del mismo al aumentar la densidad de población, no así con la distancia entre hileras en donde no se aprecia una tendencia definida.

7.2.2.2. Rendimiento de Vainas.

Distancia entre Hileras.

El rendimiento total de vainas para cada tratamiento se reporta en el -

cuadro 11 del apéndice, de donde se obtuvieron los valores medios de la producción para cada distancia entre hilera, cuadro 34, donde se aprecia que al ir aumentando el área de escurrimiento los rendimientos de vainas por hectárea aumentan, observándose un efecto contrario a el obtenido en el experimento A.

CUADRO 34 RENDIMIENTO MEDIO DE VAINAS DE FRIJOL CORRESPONDIENTE A CADA TRATAMIENTO DEL EXPERIMENTO B. VALORES EXPRESADOS EN Miles/ha.

D P D/H	50,000	75,000	100,000	\bar{X}
60	643,027	818,216	1'123,620	861,621
80	707,725	889,552	1'047,511	881,595
100	533,209	815,990	975,882	775,027
120	616,980	852,541	1'572,196	1'007,237
140	730,268	1'086,010	1'058,899	958,392
\bar{X}	646,241	892,461	1'151,621	896,774

DP = Densidad de población

DH = Distancia entre hileras.

Al realizar el análisis de varianza, cuadro 35, se encontró que no existen diferencias significativas estadísticamente para tratamientos de parcela grande en el rendimiento de vainas para las distancias entre hileras antes descritas, entendiéndose con ello que la producción fue igual estadísticamente, este comportamiento es similar al mostrado por el rendimiento de grano, lo que implica que la producción de vainas está relacionada con éste.

Al comparar la producción de vainas del experimento B, con respecto al A, se observa que mientras en el experimento A, la producción más alta de vainas se obtuvo en la distancia testigo, en el B, el rendimiento de las mismas fue igual estadísticamente en todas las distancias. Esto se debe a que en el experimento A, en la distancia de 60 cm, se manejó la mayor cantidad de plantas por superficie total, y en el B, se mantuvo constante la cantidad de plantas por hectárea para cada microcuenca.

CUADRO 35 ANALISIS DE VARIANZA PARA EL RENDIMIENTO DE VAINAS DE FRIJOL DEL EXPERIMENTO B.

F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	F.C.	F.T.	SIG.
Bloques	2	480,816.65	240,408.32	8.39	4.46	*
Dist/hil	4	290,589.88	72,647.47	2.53	3.84	N.S.
Error A	8	229,051.90	28,631.48			
Parcela - Grande.						
Densidades	2	1'915,983.63	957,991.81	15.55	3.49	*
Interacción	3	568,825.23	71,103.16	1.15	2.45	N.S.
Error B	20	1'231,511.53	61,575.57			
Total	44					

NS = no significativo * significativo.
 = 0.05

La explicación que se da al comportamiento mostrado en el rendimiento de vainas del experimento B, es de que las plantas mantuvieron la misma superficie promedio para cada distancia entre hileras, y a que el agua precipitada fue suficiente para cubrir las exigencias hídricas del cultivo, ya que al realizar el Balance Hídrico para los diferentes tamaños de microcuencas, en cada una de ellas hubo excedentes de humedad debido a las características que mostró el régimen pluviométrico durante del desarrollo de las plantas, lo que provocó que no se presentaran déficits de humedad para las mismas en ninguna de sus etapas de formación.

De lo anterior se deduce que cuando se manejan las mismas superficies por mata y las plantas no sufren déficits de humedad en la etapa principal de floración y formación de vainas no habrá diferencias estadísticas en cuanto a sus rendimientos.

Densidad de Población.

El rendimiento total de vainas para cada tratamiento se reporta en el -

cuadro 11 del apéndice, de donde se sacaron los valores medios de la producción de vainas para las diferentes densidades de población, cuadro 34, donde se observa el mismo comportamiento mostrado por el rendimiento de grano; es decir que al aumentar la densidad de población se incrementa la producción de vainas.

En el análisis de varianza realizado, cuadro 35, se encontró significancia estadísticamente para los tratamientos de parcela chica, estas diferencias se corroboran al efectuar la prueba de Tukey, cuadro 36, donde se aprecia que la densidad de 100,000 plantas por hectárea fue superior a las densidades de 75,000 y 50,000 plantas por hectárea.

CUADRO 36 PRUEBA DE TUKEY PARA LA VARIABLE DENSIDAD DE POBLACION EN EL ANALISIS DE RENDIMIENTO DE VAINAS DEL EXPERIMENTO B.

100,000	=	1'151,621	a
75,000	=	892,461	b
50,000	=	646,241	c
<hr/>			
DSH	=	229,370	Kg/ha
∞	=	0.05	

Los tratamientos con igual letra son estadísticamente igual.

Este comportamiento se debe a que las lluvias que se presentaron durante el ciclo del cultivo, del que se hizo mención en el rendimiento de grano, lograron satisfacer las necesidades hídricas de las plantas en sus etapas de desarrollo más importantes, como sucede en el experimento A, en donde en la distancia entre matas más corta se produjeron los mejores rendimientos de vainas, producto de la más alta cantidad de plantas por superficie total.

Los datos reportados en el Balance Hídrico, corroboran lo antes mencionado para los dos experimentos, en el que se observa que la humedad disponible en el suelo aumenta conforme se desarrolla la planta, cubriéndose de esta forma los consumos de agua del cultivo donde hubo mayor concentración de plantas.

Interacción.

En el análisis de varianza realizado, cuadro 35, para la interacción dis- tancia entre hileras, densidad de población, se encontró que no existen dife- rencias significativas en el rendimiento de vainas, entendiéndose con ello - que todos los tratamientos manejados proporcionaron los mismos rendimientos de vainas estadísticamente. Estos resultados son similares a los encontra-- dos en el rendimiento de grano lo que implica que están relacionados.

Esto sucede porque al aumentar la distancia entre hileras, el espacia-- miento entre las plantas se reduce en cada uno de los tratamientos manejados para cada microcuencia y, así de esta manera mantener constantes las densida-- des de población que se manejaron.

En la interacción establecida en estos tratamientos, no se presenta una tendencia bien definida debido a que entre la mejor interacción y la menos - aceptable existe poca diferencia en cuanto a sus rendimientos, cuadro 34.

7.2.2.3. Rendimiento de Materia Seca.

Distancia entre Hileras.

En rendimiento total de materia seca para cada tratamiento se reporta - en el cuadro 13 del apéndice, de donde se obtuvieron los valores medios de - la producción de materia seca, para las diferentes distancias entre hileras, cuadro 37, encontrándose el más alto rendimiento de materia seca en la dis-- tancia entre hileras de 140 cm. con 5391 Kg/ha y el menos aceptable en la -- distancia entre hileras de 120 cm. con una producción de materia seca de - - 3784 Kg/ha.

CUADRO 37 RENDIMIENTO MEDIO DE MATERIA SECA DE FRIJOL CORRESPONDIENTE A CADA TRATAMIENTO DEL EXPERIMENTO B. VALORES EXPRESADOS EN Kg/ha.

D P D/H	50,000	75,000	100,000	\bar{X}
60	3934.58	4062.62	5476.66	4441.29
80	2738.69	4620.25	4777.16	4045.36
100	2463.58	3867.87	6573.50	4301.65
120	2715.66	3660.37	4976.33	3784.28
140	3819.00	4566.37	7787.83	5391.06
\bar{X}	3134.30	4155.59	5917.63	5917.63

D P = Densidad de población.

D/H = Distancia entre hileras.

El análisis de varianza realizado para ésta variable se muestra en el cuadro 38, donde se observa que no hay diferencias significativas estadísticamente para los tratamientos de parcela grande, estos resultados coinciden con los encontrados en los análisis de grano y vainas lo que indica una rela

CUADRO 38 ANALISIS DE VARIANZA PARA RENDIMIENTO DE MATERIA SECA DE FRIJOL DEL EXPERIMENTO B.

F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	F.C.	F.T.	SIG.
Bloques	2	10'748,459.50	5'374,229.75	2.64	4.46	N.S.
Dist/Hil	4	13'545,417.40	3'386,354.35	1.66	3.84	N.S.
Error A	8	16'253,122.00	2'031,640.25			
Parcela Grande	14					
Densidades	2	59'385,552.57	26'692,776.29	29.96	3.49	*
Interacción	8	13'334,968.13	1'666,871.01	1.68	2.45	N.S.
Error B	20	19'817,819.20	990,890.96			
Total	44					

NS = no significativo
 $\alpha = 0.05$

* significativo

ción entre ellos. En el experimento A, no se observa el mismo comportamiento del rendimiento de materia seca debido a que la producción decreció al incrementarse las distancias entre hileras por efecto de la cantidad de plantas manejada en cada distancia.

Estos comportamientos se deben a que las lluvias tuvieron el mismo comportamiento que se ha mencionado en los análisis de los rendimientos de grano y vainas en ambos experimentos.

Siqueira (1982), concluye que el período que más influye en la formación de materia seca es el que va del inicio al final de la maduración.

Luego entonces, cuando las plantas no sufren períodos de sequía en las etapas más importantes de su desarrollo como la floración y llenado de grano, las diferencias que pueden presentarse en las diferentes distancias entre hileras en lo que respecta a rendimientos de materia seca serán mínimos.

Densidad de Población.

El rendimiento total de materia seca para cada tratamiento se reporta en el cuadro 13 del apéndice, de donde se obtuvieron los valores medios de la producción de materia seca, para las densidades de población, cuadro 37, en el que se aprecia un abatimiento de la producción de la misma al disminuir la población; los decrementos de la producción de materia seca al disminuir la población fueron de 30 y 47 % para las densidades de 75,000 y 50,000 plantas por hectárea con respecto a la densidad de 100,000 plantas por superficie total.

En el análisis de varianza realizado para esta variable cuadro 38, existen diferencias significativas estadísticamente para los tratamientos de parcela chica, corroborándose las mismas al realizar la prueba de Tukey, cuadro 39, donde se observa que la densidad de población de 100,000 plantas por hectárea resultó superior a las densidades de 75,000 y 50,000 plantas por hectárea, con los rendimientos de materia seca de 1782 y 2783 Kg/ha. respectivamente.

CUADRO 39 PRUEBA DE TUKEY PARA LA VARIABLE DENSIDAD DE POBLACION EN EL ANALISIS DE RENDIMIENTO DE MATERIA SECA DEL EXPERIMENTO B.

100,000	=	5917.63	a
75,000	=	4155.59	b
50,000	=	3134.31	c
DSH	=	920.13	Kg/ha
	=	0.05	

Los tratamientos con igual letra son estadísticamente igual.

En estos resultados se observa la misma tendencia mostrada por los rendimientos de grano y vainas, deduciéndose con ello que los tres tipos de rendimiento están relacionados, ya que los mejores rendimientos se obtuvieron en las más altas densidades y se abaten conforme decrece la densidad de población por superficie total. Lo mismo sucede con los rendimientos de materia seca obtenidos en el experimento A, es decir que la mejor producción se obtuvo en la distancia entre matas de 45 cm. en donde se originó la mayor cantidad de plantas por superficie total y decrecieron los rendimientos por hectárea al variar las distancias entre matas a 60 y 75 cm. En esta comparación que se hace entre ambos experimentos se considera a la distancia entre matas equivalente a la densidad de población.

Para estos comportamientos de los rendimientos de materia seca, influye la humedad disponible en el suelo producida por la frecuencia de las lluvias de la que se ha hecho mención en los rendimientos de grano y vainas.

De lo antes mencionado se deduce que la densidad de población es un factor importante en la producción de materia seca cuando los consumos de agua de las plantas son cubiertos en su totalidad.

Interacción.

En el análisis de varianza realizado, cuadro 38, para la interacción de

tancia entre hilera, densidad de población, se encontró que no existen diferencias significativas.

Este comportamiento es similar a los obtenidos en los rendimientos de grano y vainas, lo que implica que las plantas responden de la misma manera ante los efectos inducidos. Esto se explica porque al aumentar la distancia entre hileras el espaciamiento entre las plantas se reduce como se hizo mención en los rendimientos de grano y vainas. Deduciéndose con esto que si los tratamientos no mostraron diferencias significativas en la producción de materia seca fue porque el cultivo se desarrolló con la suficiente humedad, la que alcanzó a cubrir el consumo de agua diario por la planta.

La tendencia observada por los tratamientos en el rendimiento de materia seca está definida por las densidades de población ya que en la distancia entre hileras no existen diferencias significativas estadísticamente en los rendimientos de cada microcuena.

7.3 Eficiencia del Uso del Agua.

La eficiencia del uso del agua se calculó con los valores de las láminas disponibles en el área de siembra de las diferentes distancias entre hileras, cuadro 5 del apéndice, y del rendimiento de materia seca por planta, cuadro 11 del apéndice, considerando cada variable e interacción para ambos experimentos.

7.3.1. Experimento A.

7.3.1.1. Distancia entre Hileras.

La eficiencia del uso del agua para la distancia entre hileras se reporta en el cuadro 40, donde se observa que a medida que se aumenta la distancia de la misma de menor a mayor (60 a 140 cm) los volúmenes de agua de dicha eficiencia se van incrementando, indicándonos esto, una disminución en la eficiencia del uso del agua por el cultivo; es decir que en la distancia testigo la planta consumió un volumen promedio de .87 litros para producir un gramo de materia seca, superándose dicho volumen para producir la misma -

cantidad de materia en las demás distancias entre hileras, hasta encontrar - que en la distancia de 140 cm. la planta consumió un volumen de 2.88 litros para producir la misma cantidad de materia seca.

CUADRO 40 EFICIENCIA DEL USO DEL AGUA PARA CADA TRATAMIENTO DEL EXPERIMENTO A. VALORES EXPRESADOS EN LITROS

D/M \ D/H	45	60	75	\bar{X}
60	0.64	0.45	1.13	0.87
30	0.94	1.19	1.31	1.14
100	1.06	1.56	2.73	1.78
120	1.79	2.07	2.68	2.18
140	2.49	2.90	3.26	2.88
	1.38	1.71	2.22	

D/H = Distancia entre hileras.

D/M = Distancia entre matas.

Esto se debe a que en la distancia de 60 cm. las plantas no dispusieron de volúmenes adicionales de agua aportados por los escurrimientos al área de siembra, disponiendo únicamente de la cantidad de agua aportada por las lluvias durante el ciclo del cultivo (426 mm), que cubrió un 97% de las exigencias hídricas de las mismas (438 mm), dicho porcentaje fue obtenido en base al Uso Consuntivo estimado mediante el método de Blaney-Criddle, donde estos resultados no coinciden con el valor real del Uso Consuntivo calculado con el Balance Hídrico (en el que hubo excedentes de humedad en el suelo en todos los tamaños de microcuencas al momento de la cosecha), estas diferencias en los resultados del Uso Consuntivo se deben a que los coeficientes de desarrollo del cultivo se ajusta a cada región de acuerdo a valores establecidos por lo tanto se considera cubierto el 100% de las necesidades hídricas de las plantas en todo su ciclo, debido a que la precipitación pluvial fue semejante al Uso Consuntivo.

En las distancias mayores al testigo la cantidad de planta por superficie total disminuyó, pero la disponibilidad de agua para las mismas aumentó, incrementándose también el Uso Consuntivo del cultivo, ya que conforme --

se fue aumentando el área de escurrimiento las plantas consumieron una mayor cantidad de agua para producir un gramo de materia seca.

Lo anterior indica que en las distancias mayores al testigo se puede -- triplicar la cantidad de plantas y así utilizar más eficientemente los excedentes de humedad disponibles en el suelo.

7.3.1.2. Distancia entre Matas.

En lo que respecta a ésta variable para la eficiencia del uso del agua, en el cuadro 40, se observa que a medida que se aumenta la distancia entre matas de 45 a 75 cm, se incrementan los volúmenes de agua para producir un gramo de materia seca; en la distancia de 45 cm, la planta consumió un volumen de 1.38 litros para producir la cantidad de materia seca antes mencionada, mientras que en las otras dos distancias los volúmenes de agua para producir un gramo de materia seca aumentaron a 1.71 y 2.22 litros para las distancias de 60 y 75 cm, respectivamente.

Esto se debe a que en la distancia de 45 cm, fue en donde se manejó la menor superficie por planta, cuadro 14, y donde las plantas contaron con menor disponibilidad de agua, lo que hizo que estas aprovecharan al máximo el agua disponible, sucediendo lo contrario con las restantes distancias, donde las plantas dispusieron de mayores volúmenes de agua al área de raíces y sus usos consuntivos fueron más altos por la evapotranspiración, el cultivo utilizó una cantidad mayor de humedad para producir la misma cantidad de materia seca con respecto a la distancia de 45 cm.

Lo anterior indica que se puede acortar el espaciamiento entre matas para duplicar la cantidad de plantas y así utilizar más eficientemente el agua.

7.3.1.3. Interacción.

La eficiencia del uso del agua para los tratamientos de las variables; distancia entre hileras, distancia entre matas, se observa en el cuadro 40, donde se aprecia una tendencia bien definida, a disminuir la eficiencia de la misma cuando se incrementa la superficie por mata, encontrándose que la interacción más eficiente en el uso del agua fue en la distancia entre hile--

ras de 60 cm con la distancia entre matas de 45 cm, en la que se consumió un volumen de .64 litros para producir un gramo de materia seca, con respecto a la interacción menos aceptable que se estableció en la distancia entre hileras de 140 cm y la distancia entre matas de 75 cm, donde se dispuso de 3.26 litros para producir la misma cantidad de materia seca.

Esto se debe al comportamiento que mostró el régimen pluviométrico (del que se hace mención en el rendimiento de grano), en el que se obtuvo una buena cantidad de lluvia durante el tiempo que duró el ciclo del cultivo, propiciando con ello que en las distancias de ambas variables al contar con mayor número de plantas y menores volúmenes de agua disponible en el suelo, aprovecharan mejor dicho recurso, sucediendo lo inverso al aumentar las distancias de las dos variables en estudio.

De lo anterior se deduce que si se reducen la distancia entre matas en la distancia entre hileras mayores, el agua se aprovecha más eficientemente, porque aumenta la cantidad de plantas por hilera y por superficie total.

7.3.2 Experimento B.

7.3.2.1 Distancia entre Hileras.

La eficiencia del uso del agua para la distancia entre hileras, se reporta en el cuadro 41, donde se aprecia que las plantas que se manejaron en la distancia de 140 cm, fueron las más eficientes. debido a que para producir un gramo de materia seca consumieron un volumen de 0.56 litros, en comparación con las demás distancias, donde las plantas aumentaron su consumo de agua a 0.92, 0.94, 0.85 y 0.88 litros para producir la misma cantidad de materia seca en las distancias de 60, 80, 100 y 120 cm. respectivamente, considerándose a dichos volúmenes de agua de estas distancias iguales por la poca variación entre ellos.

Estos resultados no coinciden con los obtenidos en el experimento A, de

CUADRO 41 EFICIENCIA DEL USO DEL AGUA, PARA CADA TRATAMIENTO DEL EXPERIMENTO B. VALORES EXPRESADOS EN LITROS.

D P D/H	50,000	75,000	100,000	\bar{X}
60	1.08	1.04	0.77	0.92
80	1.30	0.78	0.74	0.94
100	1.23	0.88	0.49	0.85
120	1.09	0.82	0.83	0.88
140	0.74	0.60	0.36	0.56
\bar{X}	1.00	0.81	0.63	

DH = Distancia entre hileras DP = Densidad de población. bido a que en el presente experimento, los mejores rendimientos de materia seca por planta se obtuvieron en la distancia de 140 cm, cuadro 11 del apéndice, con respecto al A, donde el mejor rendimiento de materia seca se produjo en la distancia testigo. Esto se debe a la cantidad de agua aportada por las lluvias en el tiempo que duró el ciclo del cultivo, la cual cubrió las exigencias hídricas de las plantas, como se discutió en el experimento A.

CUADRO 42 EFICIENCIA DEL USO DEL AGUA PARA CADA DISTANCIA ENTRE HILERAS. VALORES COMPARATIVOS PARA LOS EXPERIMENTOS A Y B, EXPRESADOS EN LITROS.

DIST/HIL.	EXP. A	EXP. B.
60	0.87	0.92
80	1.14	0.94
100	1.78	0.85
120	2.18	0.88
140	2.88	0.56

En éste cuadro 42, se observa que al aumentar la distancia entre hileras en el experimento A, la cantidad de agua requerida por las plantas para pro-

ducir un gramo de materia seca aumenta en relación al testigo; en el experimento B, se aprecia un efecto inverso, es decir que al aumentar las distancias entre hileras de 60 a 140 cm, la cantidad de agua requerida por las plantas para producir la misma cantidad de materia seca decrece.

Estos comportamientos se deben a que en el experimento A, al aumentar las distancias entre hileras la superficie por planta aumenta y la cantidad de plantas por superficie total decrece disponiendo las mismas de mayores volúmenes de agua; en el experimento B, al aumentar las distancias entre hileras de 60 a 140 cm. la cantidad de plantas se incrementa por hilera, disminuyendo los volúmenes de agua para las mismas donde hubo mayor concentración de éstas, lo que hizo que fueran más eficientes en el aprovechamiento de la misma.

7.3.2.2. Densidad de Población.

En lo que respecta a las densidades de población, que se observan en el cuadro 41, se aprecia que al aumentar las mismas de menor a mayor (de 50,000 a 100,000 plantas por hectárea), los promedios de los volúmenes de agua de las eficiencias disminuyen, indicándonos esta disminución un incremento en el uso eficiente del agua, llegando a utilizar las plantas de la densidad de población más alta un volumen de agua de 0.63 litros para producir un gramo de materia seca, en relación con las plantas de las densidades de 50,000 y 75,000 plantas por hectárea, que dispusieron de un volumen de agua de 1.0 y 0.81 litros respectivamente para producir la misma cantidad de materia seca.

Esto se debe a que las lluvias fueron bien distribuidas provocando con ello que la humedad disponible en el suelo fuera suficiente para cubrir las necesidades hídricas de las plantas, y como se manejaron diferentes superficies por planta para cada densidad de población, esto originó que en la densidad más alta las plantas dispusieran de los menores volúmenes de agua y los aprovecharan al máximo, sucediendo lo inverso en las demás poblaciones, donde las plantas dispusieron de mayor cantidad de agua, por contar con mayor superficie.

De lo anteriormente mencionado se deduce que la mejor eficiencia en el

uso del agua se obtiene en las más altas densidades debido a que las plantas aprovechan más adecuadamente la humedad disponible en el área de raíces. Indicando con ello que se puede disminuir el espaciamiento entre matas para duplicar la población y así utilizar más eficientemente el agua.

En comparación con la densidad de población observada a partir de la -- distancia entre matas en el experimento A, se tiene que la mejor eficiencia se encuentra en la distancia entre matas menor que es la que genera la mayor cantidad de plantas por hectárea, existiendo una relación con el experimento B, en que la mejor eficiencia del uso del agua se obtuvo también en la mayor densidad de población

7.3.2.3 Interacción.

La interacción establecida entre la variable distancia entre hileras, - densidad de población, se reporta en el cuadro 41, donde se observa que la - tendencia mostrada por las plantas en la eficiencia del uso del agua se defi- ne más claramente por la densidad de población que por la distancia entre hi- leras; encontrándose que los mejores tratamientos se establecieron en la den- sidad más alta (100,000 plantas por hectárea), con la distancia entre hile-- ras de 140 cm, en donde las plantas consumieron un volumen de agua de 0.36 - litros para producir un gramo de materia seca, con respecto a la interacción menos aceptable en el uso eficiente del agua, la que necesitó de 1.30 litros para producir la misma cantidad de materia seca, que se encontró con la den- sidad de 50,000 plantas por hectárea con la distancia entre hileras de 80 cm.

Estos resultados no coinciden con los discutidos en el experimento A, - en lo que respecta a distancias entre hileras, pero sí en que la mejor efi-- ciencia del uso del agua se obtiene con la superficie por planta menor y con el mayor número de plantas por superficie total.

Esta tendencia mostrada por las plantas en la eficiencia del uso del -- agua, se explica porque en los mejores tratamientos antes descritos, los vo- lúmenes de agua aportados por los escurrimientos originados por la precipita- ción pluvial lograron satisfacer las necesidades hídricas de las plantas.

VIII VALIDEZ DE LAS HIPOTESIS

1. La hipótesis planteada en el sentido de que no existen diferencias en los rendimientos de grano, materia seca y vainas con respecto a los diferentes espaciamientos entre hileras se rechaza para el experimento A; porque la distancia entre hileras de 60 cm, fue donde se obtuvieron los más altos rendimientos con respecto a las demás distancias. Para el experimento B dicha hipótesis no se rechaza, porque no hubo diferencias significativas en cuanto a los rendimientos de grano, materia seca y vainas, para las diferentes distancias entre hileras bajo estudio.

2. La hipótesis en relación de que no existen diferencias significativas en el rendimiento de grano, materia seca y vainas con respecto a las variables: distancia entre matas y densidad de población para el experimento A y B respectivamente, se rechaza en ambos casos porque al disminuir el espaciamiento entre matas se genera una mayor densidad de población y sus rendimientos aumentan así mismo la variable densidad de población en sus rendimientos de grano, materia seca y vainas también se incrementan.

3. La hipótesis formulada de que no existen diferencias significativas en los rendimientos de grano, materia seca y vainas entre las interacciones: distancia entre hileras, distancia entre matas para el experimento A; y distancia entre hileras, densidad de población para el experimento B, no se rechazan debido a que la producción de los mismos en todos los tratamientos para ambos experimentos resultaron iguales estadísticamente.

4. La hipótesis planteada en el sentido de que no existen diferencias significativas en los diferentes tamaños de microcuencas para captación de agua de lluvia se rechaza, porque cada microcuenca captó diferentes volúmenes de agua precipitada.

IX CONCLUSIONES GENERALES

1. La precipitación pluvial registrada durante el ciclo del cultivo no fue limitante para el desarrollo y producción del mismo; por la cantidad y frecuencia de las lluvias entre sus eventos.

2. Las lluvias con láminas menores de cinco milímetros tuvieron escasa influencia en el aporte de agua al área de raíces debido a que no generaron escurrimientos.

3. Las láminas mayores a cinco milímetros y menores de 20 milímetros se consideran las más importantes en los aportes adicionales de agua a el área de siembra, debido a que ocurrieron con más frecuencia durante el régimen pluviométrico registrado en el ciclo del cultivo.

4. Las láminas mayores a 20 milímetros se consideran de poca importancia porque aunque generaron mayor escurrimiento éstas ocurrieron con menor frecuencia durante el desarrollo de las plantas.

5. La exigencia hídrica (Uso Consuntivo) total de las plantas fue similar a la cantidad de agua precipitada durante el ciclo del cultivo.

6. En el período en que las plantas necesitaron de mayor cantidad de agua para satisfacer sus requerimientos hídricos, la concentración de humedad en el suelo aumentó, debido a la frecuencia de la lluvia entre sus eventos.

7. El balance hídrico calculado para el cultivo en los diferentes tamaños de microcuencas fue positivo, porque la precipitación pluvial total logró cubrir en un 100% del agua requerida por las plantas en todo su ciclo; presentándose excedentes de humedad para cada distancia entre hileras, incre

mentándose éstos a mayor tamaño de la microcuenca.

8. Cuando se incrementa la distancia entre hileras se induce la concentración de humedad en el área de siembra por influencia de los escurrimientos provocados en algunos casos por la cantidad y continuidad de la lluvia.

NOTA: En cuanto a los rendimientos de grano, vainas y materia seca, -- por no estar dentro del contexto de análisis general se presentarán en las conclusiones particulares para cada experimento sin-- que por ello sean excluyentes de las generales.

9.1 Conclusiones Particulares a el Experimento A

1. A medida que la distancia entre hileras así como el espaciamiento - entre matas es menor los rendimientos de grano, materia seca y vainas por -- hectárea, tienden a aumentar y viceversa, por efecto de la cantidad de plantas por superficie total.

2. El rendimiento de grano, materia seca y vainas por planta aumenta - al incrementarse la distancia entre hileras así como la distancia entre ma-- tas.

3. La eficiencia del uso del agua se incrementa a medida que disminuye la distancia entre hileras y la distancia entre matas.

9.2 Conclusiones Particulares a el Experimento B

1. Los rendimientos de grano, materia seca y vainas en los diferentes tamaños de microcuencas, fueron iguales, por que la humedad disponible en el suelo provocada por las lluvias fue suficiente para cubrir las necesidades - hídricas de las plantas.

2. Al aumentar la distancia entre hileras los rendimientos de grano, materia seca y vainas por planta se incrementan

3. A medida que aumenta la densidad de población se incrementan los rendimientos de grano, materia seca y vainas por superficie total.

4. Los rendimientos de grano, materia seca y vainas por planta se incrementan al disminuir la densidad de población.

5. La eficiencia del uso del agua se incrementa a medida que se aumenta la distancia entre hileras y/o la densidad de población.

9.3 Comparaciones de los Experimentos A y B

1. En ambos experimentos se captaron los mismos volúmenes de agua para cada microcuenca, pero los volúmenes de la misma para cada planta fueron diferentes en los experimentos, porque el número de plantas manejado en cada distancia entre hileras fue diferente.

2. Los resultados obtenidos en los rendimientos de grano, materia seca y vainas en las diferentes distancias entre hileras en ambos experimentos, no se deben únicamente a esta variable, sino a otros factores que se manejaron en los experimentos, como fueron la distancia entre matas o la densidad de población.

3. Bajo las condiciones del régimen pluviométrico registrado en la zona de estudio, se considera que es mejor utilizar densidades de población que distancia entre matas porque se puede incrementar la cantidad de plantas por microcuenca ya que el agua no es limitante para la producción.

4. En zonas con menor precipitación pluvial con respecto a la obtenida en el lote experimental, se considera mejor utilizar distancia entre matas que densidad de población porque se le proporciona mejor disponibilidad de agua al cultivo y las plantas no sufren déficit de la misma.

Tanto para la variable distancia entre matas, como la variable densidad de población y para las mismas distancias entre hileras se puede disminuir - el espaciamiento entre matas para multiplicar la población y así aumentar la eficiencia en el uso del agua.

X. RECOMENDACIONES

Se recomienda volver a repetir el experimento con las mismas variables y niveles, y con otros cultivos, en zonas donde la precipitación pluvial sea menor para observar si se obtienen los mismos resultados o hay variación en ellos.

Para zonas donde la precipitación pluvial sea similar a la obtenida en el lote experimental se recomienda utilizar en frijol densidades de población mayores de 100,000 plantas por hectárea, dado que la humedad disponible en las microcuencas producida por las lluvias es suficiente para el desarrollo del cultivo.

Es conveniente incorporar al estudio la eficiencia en el uso del agua a los demás trabajos que se desarrollan bajo las técnicas de captación de agua de lluvia " in situ ".

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

1. Aguilar, M.I. 1975. Efecto de la competencia entre plantas y su eliminación sobre el rendimiento y sus componentes, en (Phaseolus vulgaris L), variedad michoacana 12-A-3. Tesis de Maestro en Ciencias, C.P. Chapingo, Méx.
2. Anaya, G.M., Tovar, S.J.L. y Macías, L.A. 1976. Métodos de captación de lluvia para zonas agrícolas con temporal deficiente, C.P., Chapingo, Méx.
3. Anaya, G.M. 1977. Optimización del aprovechamiento del agua de lluvia para la producción agrícola bajo condiciones de temporal deficiente. Reunión sobre "Análisis de Agrosistemas de México" C.P. Chapingo, Méx.
4. Antezana, T.J. 1978. Influencia de la captación "in situ" del agua de lluvia, coberturas de rastrojo y fechas de siembra en la producción de maíz de temporal. Tesis de Maestros en Ciencias, C.P. - Chapingo, Méx.
5. Arias, M.F.R. 1973. Efecto de la distancia de siembra sobre el rendimiento y expansión de maíz palomero N.L. V.S. 100 (Zea mays L subespecie evenita), en Apodaca N.L. Tesis Profesional del ITESM. N.L.
6. Ballivian, P.G. 1979. Modificación del microambiente para la producción de maíz forrajero bajo condiciones de temporal en Chapingo, Méx. Tesis de Maestro en Ciencias del C.P. Chapingo.
7. Barrera, S.J. 1977. Influencia de la densidad de siembra sobre el rendimiento, pudriciones radicales y componentes de rendimiento en 3 variedades de frijol. Tesis profesional de U.A.CH., Chapingo, - Méx.

8. Bayens, J. 1973. Nutrición de las plantas de cultivo. Ed Lemos. Madrid, España. pp. 320-395
9. Brown, C.B. 1970. Significance of Small Watershed programs to American - Association for the advancement of Science. Washington, D.C.
10. Cachón, A.L.E., Nery, G.H., y Cuanalo, C.H., 1974. Los suelos del área - de influencia de Chapingo, C.P., Chapingo, Méx.
11. Campos de J.S. 1982. Efecto de la captación de lluvia, estiercol y ras-- trojo sobre la humedad del suelo y producción de la asociación maíz-frijol, Tesis de Maestro en Ciencias, del CEDAF, C.P., Cha pingo, Méx.
12. Castilla, P.O. 1966. Determinación práctica del uso consuntivo, Memorán- dum Técnico No. 231, S.R.H. Méx.
13. Castro, R.V.M., 1971. Estudio de 2 variedades de maíz de temporal en dos anchuras de surco, en tres años. Tesis profesional de la E.N.A. Chapingo, Méx.
14. C.I.A.T., 1980. Informe del Centro Internacional de Agricultura Tropical Calí, Colombia.
15. Colegio de Postgraduados, 1976. Manual de conservación del suelo y agua, S.R.H., Chapingo, Méx.
16. C.O.N.A.P.O., 1982. México demográfico, Breviario 1980-81, Consejo Nacio- nal de Población, México, D.F.
17. C.O.N.A.Z.A., (SF), Comisión Nacional de las Zonas Áridas. Boletín Cactus No. 10, Méx. D.F., pp. 2-5

18. Escalante, E.L.E. 1982. Efecto de la densidad de población sobre el rendimiento de grano y sus componentes en frijol. Tesis profesional de la U.A.CH., Chapingo, Méx.
19. Espino, Q.D. 1972. Efecto de la densidad de siembra, sobre el rendimiento, cuateo y características agronómicas en cuatro variedades de maíz, en Apodaca, N.L. Tesis profesional del ITESM. N.L.
20. Fangmeir, D.D. et al. 1974. Crop production by water harvesting Water -- Harvesting Symposium. Phoenix, Arizona. pp. 269-276.
21. F.A.O., 1972. Prácticas y máquinas de labranza y siembra para el cultivo de secano en zonas semi-áridas. Cuadernos de fomento agropecuario No. 92. Roma, Italia.
22. F.A.O., 1977. Informe sobre el censo agropecuario mundial de 1970. Resultado del Censo por países. Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y Alimentación.
23. Fernández, M.O. 1977. Evaluación de 8 tratamientos de captación de lluvia en la producción de maíz variedad H-30 en Chiconautla, Méx. Tesis profesional de la U.A.CH., Chapingo, Méx.
24. Florescano, M.E. 1980. Análisis histórico de las sequías en México. Comisión Plan Nacional Hidráulico, SARH.
25. García, E. 1973. Modificaciones al sistema de la clasificación climática de Koppen, C.P., E.N.A., Chapingo, Méx.
26. Holy, M. 1974. El agua y el medio ambiente; Folleto riego y clima, No. 8 FAO Roma, Italia.
27. Huerta, N.R. 1929. Influencia de la densidad de población, distancia entre surcos y dosis de Nitrógeno sobre el rendimiento y otras características de los híbridos H- 129 y H- 125. Tesis profesional de la E.N.A., Chapingo, Méx.

28. I.N.I.A., SARH. 1977. El cultivo del frijol en México. Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas. Folleto de divulgación No. 53 Méx. D.F., pag. I
29. Kramer, J.L. 1974. Relaciones hídricas del suelo y plantas, una síntesis moderna. Ed. EDUTEX, S.A. impreso en México.
30. Leakey, C.L.A. 1972. The effect of plant population and fertility level in yield and its components in two determinate cultivar off Phaseolus vulgaris L. Savi. J. Agric. Sce., Camb., 79: 259, 267.
31. López, M. 1972. Estudio de 4 sistemas de surcos apareados y tres niveles de fertilización en maíz de temporal. Tesis profesional E.N.A. Chapingo, Méx.
32. Mendoza, O.L. 1970. Influencia del espaciamiento entre surcos, población de plantas y fertilización sobre el rendimiento y características agronómicas en los híbridos de maíz bajo condiciones de riego. Tesis profesional E.N.A. Chapingo, Méx.
33. Nuñez, A.R. 1982. Captación de lluvia y conservación de la humedad del suelo en la producción de cebada bajo condiciones de temporal. Tesis de Maestro en Ciencias CEDAF del C.P., Chapingo, Mex.
34. Ortiz, M.S. 1975. Efecto de las microcuencas para la captación "in situ" de la lluvia sobre el régimen de humedad del suelo y la producción de maíz (*Zea mays* L) y girasol (*heliantus annum* L) Tesis de Maestro en Ciencias, CEDAF del C.P. Chapingo, Méx.
35. Palacios, V.D. 1979. Efecto de la población, fertilización y separación entre surcos, en 7 maíces de planta baja, en el valle de Culiacán. Tesis profesional de E.N.A. Chapingo, Méx.
36. Ritcher, G. 1979. Fisiología del metabolismo de las plantas. Ed. CECOSA. México, D.F.

37. Reyes, C.P. 1978. Diseño de experimentos agrícolas. Ed. Trillas, impreso en México, p. 218-224
38. Russell, J.C., Russell, E.V. 1978. Las condiciones del suelo y el crecimiento de las plantas. Ed. Aguilar, Madrid, España.
39. Sánchez, E.R. 1983. Producción de forraje verde de maíz en áreas de temporal mediante técnicas de captación "in situ" de agua de lluvia. Tesis profesional U.A.CH., Chapingo, Méx.
40. S.A.R.H., 1980. Noti-SARH. No. 12, diciembre 31, Méx. D.F.
41. Terrazas, J.L. 1973. Captación y conservación "in situ" del agua de lluvia para el cultivo del girasol en la zona Oriental del Edo. de Méx. Tesis profesional de la E.N.A. Chapingo, Méx.
42. Tovar, S.J.L. 1975. Captación "in situ" del agua de lluvia bajo 5 diferentes tratamientos al suelo para la producción de rábano. Tesis profesional de la E.N.A. Chapingo, Méx.
43. Tovar, S.J.L. 1977. Captación y aprovechamiento del recurso lluvia como una alternativa para la producción de grano y forraje de maíz en zonas de temporal deficiente. Tesis de Maestro en Ciencias - CEDAF del C.P. Chapingo, Méx.
44. Villarreal, F.E. 1971. Trabajos de fertilización y cosecha de agua en -- maíz, frijol y girasol en la zona temporalera de Durango. III Reunión de Investigación Agrícola en Zonas de Temporal y de Riego. Dgo., CIANE-INIA-SAG.

XII A P P E N D I C E

Cuadro 1, Temperatura media mensual durante el período 1973-1982. Valores expresados en °C
A Ñ O

MES	1973	1974	1975	1976	1977	1978	1979	1980	1981	1982
Ene.	12.3	12.4	11.3	10.9	12.5	15.0	10.2	----	12.4	15.9
Feb.	14.3	13.0	13.4	11.1	15.3	15.3	12.2	----	15.7	16.5
Mar.	17.0	14.7	16.3	15.6	19.8	17.3	16.0	----	18.4	19.2
Abr.	17.8	16.4	18.5	16.1	17.9	20.9	16.3	19.0	19.1	----
May.	18.3	17.8	17.3	16.7	19.8	21.0	16.3	21.1	20.4	----
Jun.	17.3	16.1	16.7	16.7	18.4	17.8	17.3	19.7	18.5	----
Jul.	15.6	14.7	15.0	15.5	17.6	17.5	15.8	19.0	17.6	17.9
Ago.	15.4	15.5	15.4	14.9	18.1	18.1	17.4	17.9	18.1	18.2
Sep.	16.2	15.3	14.4	15.6	17.7	17.1	16.3	17.5	17.5	18.5
Oct.	14.6	13.5	14.2	14.9	17.4	16.1	17.9	17.6	17.4	16.8
Nov.	13.1	12.3	12.4	12.9	15.6	16.5	15.8	15.3	15.1	16.0
Dic.	10.0	12.5	10.8	13.2	14.8	15.9	14.7	13.6	15.2	14.8
X	15.2	14.5	14.6	14.5	17.1	17.4	15.6	17.8	17.1	17.0

Fuente: Estación Meteorológica de la U.A.CH Chapingo, México.

Cuadro 2. Evaporación mensual durante el período de 1973-1982. Valores expresados en mm.

A Ñ O

MES	1973	1974	1975	1976	1977	1978	1979	1980	1981	1982
Ene.	167.4	207.7	125.1	158.1	160.9	129.4	149.9	----	97.6	134.7
Feb.	162.4	145.6	184.8	168.0	176.8	140.5	136.4	----	119.4	134.7
Mar.	260.4	189.1	248.0	144.9	232.8	203.0	217.5	----	177.2	179.7
Abr.	216.0	213.0	237.0	286.0	212.2	217.0	198.0	----	170.6	-----
May.	229.4	232.5	158.1	192.2	202.7	216.8	197.3	162.4	181.7	-----
Jun.	180.0	150.0	156.0	174.0	165.3	121.2	146.6	164.3	105.9	-----
Jul.	136.4	145.7	139.5	139.5	187.7	120.0	129.7	144.1	118.7	122.4
Ago.	117.8	139.5	142.6	120.9	151.6	130.1	101.9	110.6	109.9	142.6
Sep.	132.2	156.0	144.0	129.0	113.4	117.8	95.1	86.2	106.0	144.4
Oct.	127.1	161.2	161.2	133.3	123.1	113.7	140.1	126.2	94.3	130.7
Nov.	126.0	141.0	162.0	132.0	105.6	114.3	107.6	95.0	114.1	122.2
Dic.	114.7	158.1	151.9	130.2	101.7	124.0	92.7	93.6	113.1	123.20
TOTAL	1969.6	2039.4	2010.2	2008.1	1933.8	1747.8	1762.8	962.4	1506.7	1220.21

Fuente: Estación Meteorológica de la U.A.CH. Chapingo, México.

Cuadro 3 Precipitación pluvial mensual durante el período 1973-1982. Valores expresados en mm.

A Ñ O

MES	1973	1974	1975	1976	1977	1978	1979	1980	1981	1982
Ene.	0.5	0.2	37.8	0.0	0.7	0.9	1.3	37.0	19.7	0.0
Feb.	3.5	1.8	5.5	3.0	5.3	2.4	24.1	----	6.3	6.3
Marz.	2.8	8.1	8.6	6.1	0.0	10.8	26.3	----	7.8	31.8
Abr.	16.6	67.0	31.2	49.7	4.7	6.1	5.5	23.9	44.5	----
May.	68.4	63.2	70.6	74.0	47.8	7.0	42.6	25.1	65.6	----
Jun.	59.3	115.2	124.7	42.1	71.2	122.4	100.9	70.1	168.2	----
JuI.	135.5	158.6	108.1	153.8	134.3	87.1	95.3	73.4	136.9	69.4
Ago.	146.2	84.2	77.9	83.4	60.5	57.1	104.9	112.4	97.8	46.1
Sep.	59.9	101.9	43.7	81.4	111.0	67.8	173.9	54.4	89.4	14.3
Oc.	42.0	17.1	14.9	66.2	32.2	37.1	0.6	48.0	53.9	47.8
Nov.	19.3	1.6	0.0	3.8	23.7	14.4	1.2	28.0	0.0	6.4
Dic.	1.3	0.0	0.0	22.2	3.5	1.1	26.0	0.0	2.0	2.0
Total	565.1	618.9	523.0	563.5	494.9	424.2	605.3	472.3	384.6	217.7

Fuente: Estación Meteorológica de la U.ACH, Chapingo, México.

Cuadro 4. Valores de los coeficientes de escurrimiento, por rango de lluvia para diferentes tamaños de microcuenca.

INTERVALO	DISTANCIA ENTRE HILERAS (CM)					
	80	90	110	120	140	150
0.0-2.49	----	----	----	----	----	----
2.5-4.99	0.40	0.54	0.36	0.58	0.26	0.49
5.0-7.49	0.20	0.43	0.30	0.35	0.31	0.40
7.5-9.99	0.25	0.63	0.31	0.50	0.30	0.54
10.0-12.49	----	0.43	----	0.45	----	0.57
12.5-14.49	0.52	0.60	0.43	0.55	0.46	0.54
15.0-17.49	----	0.50	----	0.41	----	0.45
17.5-19.99	0.63	0.66	0.60	0.66	0.48	0.61
20.0-22.49	----	0.63	----	0.81	----	0.61
22.5-25.00	0.37	----	0.30	----	0.40	----
40.0	0.55	0.80	0.76	0.60	0.63	0.71
45.5	0.42	0.60	0.44	0.54	0.41	0.55

Fuente: Antezana (1978) y Ballivian (1979).

CUADRO 5. LAMINAS PRECIPITADAS (LAM. PREC.), ESCURRIDA (LAM. ESC.), ADICIONAL AL AREA DE SIEMBRA (L.A.) Y DISPONIBLE EN EL AREA DE SIEMBRA (L.D.) PARA CADA EVENTO DE PRECIPITACION REGISTRADO EN EL CICLO DEL CULTIVO EN 1983. VALORES EXPRESADOS EN mm.

FECHA	LAM.PRE.	LAM.ESC.	DISTANCIA ENTRE HILERAS (CM)									
			60		80		100		120		140	
			L.A.	L.D.	L.A.	L.D.	L.A.	L.D.	L.A.	L.D.	L.A.	L.D.
7-06-83	6.11	1.54	0.0	6.11	0.51	6.62	0.66	6.77	1.54	7.65	2.05	8.16
17-06-83	1.27	0.0	0.0	1.27	0.0	1.27	0.0	1.27	0.0	1.27	0.0	1.27
18-06-83	5.59	1.41	0.0	5.59	0.47	6.02	0.94	6.53	1.41	7.00	1.88	7.47
22-06-83	12.70	6.17	0.0	12.70	2.05	14.75	4.11	16.81	6.17	13.57	8.22	20.92
24-06-83	8.64	2.86	0.0	8.64	0.95	9.59	1.90	10.54	2.86	11.50	3.81	12.45
25-06-83	2.29	0.0	0.0	2.29	0.0	2.29	0.0	2.29	0.0	2.29	0.0	2.29
26-06-83	4.32	0.76	0.0	4.32	0.25	4.57	0.50	4.82	0.76	5.08	1.01	5.33
27-06-83	20.32	14.59	0.0	20.32	4.30	25.12	9.72	30.04	14.59	34.91	19.45	37.77
30-06-83	13.72	6.66	0.0	13.72	2.22	15.94	4.44	18.16	6.66	20.38	8.88	22.64
01-07-83	12.70	6.17	0.0	12.70	2.05	14.75	4.11	16.81	6.17	18.87	8.20	20.90
02-07-83	5.08	1.28	0.0	5.08	0.64	5.72	0.85	5.93	1.28	6.36	1.70	6.78
05-07-83	3.05	0.53	0.0	3.05	0.17	3.22	0.35	3.40	0.53	3.58	0.70	3.75
06-07-83	4.31	0.75	0.0	4.31	0.25	4.56	0.50	4.81	0.75	5.06	1.00	5.31
07-07-83	3.04	0.53	0.0	3.04	0.17	3.21	0.35	3.39	0.53	3.57	0.70	3.74
11-07-83	2.54	0.20	0.0	2.54	0.60	2.60	0.13	2.67	0.20	2.74	0.26	2.80
12-07-83	9.14	3.02	0.0	9.14	1.00	10.14	2.01	11.15	3.02	12.16	4.02	13.16
13-07-83	1.78	0.0	0.0	1.78	0.0	1.78	0.0	1.78	0.0	1.78	0.0	1.78
14-07-83	8.13	2.69	0.0	8.13	0.89	9.02	1.79	9.92	2.69	10.82	3.58	11.71
15-07-83	1.78	0.0	0.0	1.78	0.0	1.78	0.0	1.78	0.0	1.78	0.0	1.78
16-07-83	5.08	1.28	0.0	5.08	0.42	5.50	0.85	5.93	1.28	6.36	1.70	6.78
17-07-83	1.78	0.0	0.0	1.78	0.0	1.78	0.0	1.78	0.0	1.78	0.0	1.78

CONTINUACION CUADRO CINCO.

FECHA	LAM.PRE.	LAM.ESC.	DISTANCIA ENTRE HILERAS (CM)									
			60		80		100		120		140	
			L.A.	L.D.	L.A.	L.D.	L.A.	L.D.	L.A.	L.D.	L.A.	L.D.
18-07-83	10.16	4.15	0.0	10.16	1.38	11.54	2.76	12.92	4.15	14.31	5.53	15.69
19-07-83	20.82	14.96	0.0	20.82	4.90	35.72	9.97	30.79	14.96	35.78	19.94	40.76
20-07-83	1.52	0.0	0.0	1.52	0.0	1.52	0.0	1.52	0.0	1.52	0.0	1.52
21-07-83	1.27	0.0	0.0	1.27	0.0	1.27	0.0	1.27	0.0	1.27	0.0	1.27
27-07-83	0.76	0.0	0.0	0.76	0.0	0.76	0.0	0.76	0.0	0.76	0.0	0.76
28-07-83	23.03	18.32	0.0	23.03	6.10	29.13	12.21	35.24	18.32	41.35	24.42	27.35
29-07-83	2.79	0.49	0.0	2.79	0.16	2.95	0.32	3.11	0.41	3.28	0.65	3.44
30-07-83	2.29	0.0	0.0	2.29	0.0	2.29	0.0	2.29	0.0	2.29	0.0	2.29
03-08-83	24.38	19.40	0.0	24.38	6.46	30.84	12.93	37.31	19.14	43.78	25.86	50.24
04-08-83	12.19	4.98	0.0	12.19	1.66	13.85	3.32	15.51	4.98	17.17	6.64	18.53
05-08-83	7.11	1.80	0.0	7.11	0.60	7.71	1.20	8.31	1.80	8.91	2.40	9.51
06-08-83	5.08	1.28	0.0	5.08	0.42	5.50	0.85	5.93	1.28	6.36	1.70	6.78
07-08-83	1.52	0.0	0.0	1.52	0.0	1.52	0.0	1.52	0.0	1.52	0.0	1.52
08-08-83	6.60	1.67	0.0	6.60	0.55	7.15	1.11	7.71	1.67	8.27	2.22	8.82
11-08-83	0.51	0.0	0.0	0.51	0.0	0.51	0.0	0.51	0.0	0.51	0.0	0.51
12-08-83	8.89	2.94	0.0	8.89	0.98	9.87	1.96	10.85	2.94	11.83	3.92	12.81
13-08-83	2.54	0.44	0.0	2.54	0.14	2.68	0.29	2.83	0.44	2.98	0.58	3.12
14-08-83	12.70	6.17	0.0	12.70	2.05	14.75	4.11	16.81	6.17	18.87	8.22	20.92
15-08-83	2.79	0.49	0.0	2.79	0.16	2.95	0.32	3.11	0.49	3.28	0.65	3.44
16-08-83	3.30	0.58	0.0	3.30	0.19	3.49	0.38	3.68	0.58	3.88	0.77	4.07
21-08-83	10.67	4.35	0.0	10.67	1.45	12.12	2.90	13.57	4.35	15.02	5.80	16.47
22-08-83	8.64	2.86	0.0	8.64	0.95	9.59	1.90	10.54	2.86	11.50	3.81	12.45
23-08-83	3.81	0.67	0.0	3.81	0.22	4.03	0.44	4.25	0.67	4.48	0.89	4.70
27-08-83	2.03	0.0	0.0	2.03	0.0	2.03	0.0	2.03	0.0	2.03	0.0	2.03
30-08-83	11.68	4.77	0.0	11.68	1.59	13.27	3.18	14.86	4.97	16.45	6.36	17.04
31-08-83	4.15	0.76	0.0	4.15	0.25	4.40	0.50	4.65	0.76	4.91	1.01	5.16

CONTINUACION CUADRO CINCO

DISTANCIA ENTRE HILERAS (CM)

FECHA	LAM. PRE.	LAM. ESC.	60		80		100		120		140	
			L.A.	L.D.	L.A.	L.D.	L.A.	L.D.	L.A.	L.D.	L.A.	L.D.
01-09-83	4.06	0.71	0.0	4.06	0.23	4.29	0.47	4.53	0.71	4.77	0.94	5.0
04-09-83	6.35	1.61	0.0	6.35	0.53	6.88	1.07	7.42	1.61	7.96	2.14	8.49
06-09-83	1.27	0.0	0.0	1.27	0.0	1.27	0.0	1.27	0.0	1.27	0.0	1.27
07-09-83	3.81	0.67	0.0	3.81	0.22	4.03	0.44	4.25	0.67	4.48	0.89	4.70
08-09-83	9.65	3.19	0.0	9.65	1.06	10.71	2.12	11.77	3.19	12.84	4.25	13.90
09-09-83	3.05	0.53	0.0	3.05	1.17	3.22	0.35	3.40	0.53	3.58	0.70	3.75
10-09-83	6.35	1.61	0.0	6.35	0.53	6.88	1.07	7.42	1.61	7.96	2.14	8.49
11-09-83	7.62	2.52	0.0	7.62	0.84	8.46	1.68	9.30	2.52	10.14	3.36	10.98
12-09-83	0.76	0.0	0.0	0.76	0.0	0.86	0.0	0.86	0.0	0.86	0.0	0.86
13-09-83	0.76	0.0	0.0	0.76	0.0	0.36	0.0	0.76	0.0	0.76	0.0	0.76
14-09-83	3.81	0.67	0.0	3.81	0.22	4.03	0.44	4.25	0.67	4.38	0.89	4.70
15-09-83	1.78	0.0	0.0	1.78	0.0	1.78	0.0	1.78	0.0	1.78	0.0	1.78
16-09-83	9.14	3.02	0.0	9.14	1.00	10.14	2.01	11.15	3.02	12.16	4.02	13.16
17-09-83	2.54	0.44	0.0	2.54	0.14	2.68	0.29	2.83	0.44	2.98	0.52	3.12
18-09-83	11.68	4.77	0.0	11.68	1.59	13.27	3.18	14.86	4.97	16.45	6.36	18.40
19-09-83	2.29	0.0	0.0	2.29	0.0	2.29	0.0	2.29	0.0	2.29	0.0	2.29
20-09-83	7.87	2.60	0.0	7.87	0.86	8.73	1.73	9.60	2.60	10.47	3.46	11.33
23-09-83	9.65	3.19	0.0	9.65	1.06	10.71	2.12	11.77	3.19	12.84	4.25	13.90
27-09-83	6.60	1.67	0.0	6.60	0.55	7.25	1.11	7.71	1.67	8.27	2.22	8.82
28-09-83	2.54	1.49	0.0	2.54	0.16	2.70	0.32	2.86	0.49	3.03	0.65	3.19
TOTALES (mm)	426.18		0.0	426.18	56.27	482.45	121.26	538.44	169.21	595.09	227.16	650.86

CUADRO 6 CALCULO DEL USO CONSUNTIVO DIARIO MENSUAL CORRESPONDIENTE AL MES DE JUNIO

DIA	1 T °C	2 VALOR DE P	3 FACTOR KT	4 VALOR DE F P x KT(2x3)	5 VALOR KC	6 U.C. DIARIO (mm) (4x5)
0	18.8	0.299	1.385	0.414	.50	2.07
1	22.5	0.299	1.738	0.519	.51	2.65
2	23.3	0.299	1.819	0.543	.52	2.82
3	24.15	0.299	1.903	0.568	.53	3.01
4	23.05	0.299	1.840	0.550	.54	2.97
5	24.45	0.299	1.935	0.578	.55	3.17
6	23.85	0.299	1.871	0.559	.56	3.13
7	23.9	0.299	1.882	0.562	.57	3.20
8	18.6	0.299	1.385	0.414	.58	2.40
9	19.9	0.299	1.485	0.444	.59	2.61
10	26.0	0.299	2.108	0.630	.60	3.78
11	18.25	0.299	1.331	0.397	.61	2.42
12	20.0	0.299	1.495	0.447	.62	2.77
13	20.75	0.299	1.561	0.466	.63	2.93
14	19.5	0.299	1.448	0.432	.64	2.76
15	20.75	0.299	1.561	0.466	.65	3.02
16	20.90	0.299	1.580	0.472	.66	3.12
17	19.9	0.299	1.485	0.444	.67	2.98
18	17.65	0.299	1.279	0.382	.68	2.6
19	20.75	0.299	1.561	0.466	.69	3.24
20	18.5	0.299	1.357	0.405	.70	2.86
21	20.20	0.299	1.513	0.452	.71	3.25
22	21.65	0.299	1.648	0.492	.72	3.59

Total = 67.36 mm.

CALCULO DEL USO CONSUNTIVO DIARIO MENSUAL CORRESPONDIENTE AL MES DE
JULIO

DIA	1 T ^a °C	2 VALOR DE P	3 FACTOR KT	4 VALOR DE F P x KT(2x3)	5 VALOR KC	6 U.C. DIARIO (mm) (4x5)
23	20.2	.307	1.513	.464	.744	3.45
24	20.2	.307	1.513	.464	.758	3.51
25	20.15	.307	1.505	.462	.772	3.56
26	20.2	.307	1.513	.464	.786	3.64
27	20.0	.307	1.495	.458	.800	3.66
28	17.1	.307	1.235	.379	.814	3.08
29	19.35	.307	1.430	.439	.826	3.63
30	18.2	.307	1.331	.408	.842	3.43
31	19.35	.307	1.430	.439	.857	3.76
32	18.8	.307	1.385	.425	.871	3.70
33	17.65	.307	1.279	.392	.885	3.46
34	18.2	.307	1.331	.408	.900	3.77
35	19.05	.307	1.403	.430	.911	3.91
36	19.05	.307	1.403	.430	.923	3.96
37	19.05	.307	1.403	.430	.936	4.02
38	17.15	.307	1.270	.389	.946	3.67
39	17.7	.307	1.237	.379	.958	3.63
40	17.7	.307	1.237	.379	.970	3.67
41	16.85	.307	1.210	.371	.981	3.63
42	16.85	.307	1.210	.371	.992	3.68
43	16.55	.307	1.185	.363	1.00	3.63
44	17.1	.307	1.235	.379	1.01	3.82
45	15.45	.307	1.095	.336	1.02	3.42
46	15.75	.307	1.119	.343	1.03	3.53
47	17.1	.307	1.235	.379	1.05	3.97
48	18.25	.307	1.331	.408	1.058	4.31
49	18.5	.307	1.357	.416	1.066	4.43
50	18.75	.307	1.375	.422	1.075	4.53
51	17.95	.307	1.305	.400	1.080	4.32
52	19.05	.307	1.403	.430	1.090	4.68
53	17.95	.307	1.305	.400	1.100	4.40

Total = 117.76 mm

CALCULO DEL USO CONSUNTIVO DIARIO MENSUAL CORRESPONDIENTE AL MES
DE AGOSTO.

DIA	1 T °C	2 VALOR DE P	3 FACTOR KT	4 VALOR DE F P x KT(2x3)	5 VALOR KC	6 U.C. DIARIO (mm) (4x5)
54	18.5	.297	1.357	.403	1.103	4.44
55	19.35	.297	1.430	.424	1.106	4.69
56	20.15	.297	1.542	.457	1.119	5.07
57	19.35	.297	1.430	.424	1.113	4.72
58	17.1	.297	1.235	.366	1.116	4.08
59	19.95	.297	1.305	.387	1.12	4.33
60	17.95	.297	1.305	.387	1.12	4.33
61	16.55	.297	1.185	.351	1.12	3.93
62	18.25	.297	1.331	.395	1.12	4.42
63	18.80	.297	1.385	.411	1.12	4.60
64	20.2	.297	1.513	.449	1.12	5.02
65	17.15	.297	1.235	.366	1.12	4.09
66	19.05	.297	1.403	.416	1.12	4.65
67	18.75	.297	1.375	.408	1.116	4.55
68	17.7	.297	1.237	.367	1.13	4.08
69	19.09	.297	1.403	.416	1.110	4.61
70	18.5	.297	1.357	.403	1.106	4.45
71	19.35	.297	1.430	.424	1.103	4.67
72	19.05	.297	1.403	.424	1.100	4.66
73	19.5	.297	1.458	.433	1.091	4.72
74	19.65	.297	1.458	.433	1.083	4.68
75	18.5	.297	1.357	.403	1.075	4.33
76	17.95	.297	1.305	.387	1.066	4.12
77	17.65	.297	1.279	.379	1.058	4.00
78	18.2	.297	1.331	.395	1.05	4.14
79	17.4	.297	1.262	.374	1.045	3.90
80	17.95	.297	1.305	.387	1.040	4.02
81	18.5	.297	1.357	.403	1.035	4.17
82	18.2	.297	1.331	.395	1.030	4.06
83	18.8	.297	1.385	.411	1.025	4.21
84	18.8	.297	1.385	.411	1.020	4.19

Total = 135.93 mm

CALCULO DEL USO CONSUNTIVO DIARIO MENSUAL CORRESPONDIENTE AL
MES DE SEPTIEMBRE.

DIA	1 T °C	2 VALOR DE P	3 FACTOR KT	4 VALOR DE F P x KT(2x3)	5 VALOR KC	6 U.C. DIARIO (mm) (4x5)
85	18.75	.276	1.375	.379	1.01	3.82
86	17.4	.276	1.262	.348	1.00	3.48
87	19.05	.276	1.403	.387	.99	3.83
88	16.25	.276	1.160	.320	.98	3.13
89	17.65	.276	1.279	.353	.97	3.42
90	19.05	.276	1.403	.387	.96	3.71
91	19.9	.276	1.485	.409	.95	3.88
92	18.75	.276	1.375	.379	.93	3.52
93	17.4	.276	1.262	.348	.92	3.20
94	16.55	.276	1.185	.327	.91	2.97
95	18.75	.276	1.375	.379	.89	3.37
96	17.1	.276	1.235	.340	.88	2.99
97	19.3	.276	1.430	.394	.87	3.42
98	20.75	.276	1.561	.430	.85	3.65
99	19.3	.276	1.430	.394	.84	3.30
100	17.65	.276	1.279	.353	.83	2.92
101	16.55	.276	1.185	.327	.82	2.68
102	18.75	.276	1.375	.379	.81	3.06
103	17.70	.276	1.237	.341	.80	2.72
104	17.1	.276	1.235	.340	.78	2.65
105	19.05	.276	1.403	.387	.77	2.97
106	18.5	.276	1.357	.374	.76	2.84
107	17.95	.276	1.305	.360	.75	2.70
108	16.85	.276	1.210	.333	.74	2.46
109	15.2	.276	1.079	.297	.73	2.16
110	17.15	.276	1.235	.340	.72	2.44
111	18.75	.276	1.375	.379	.71	2.69
112	16.85	.276	1.210	.333	.71	2.36
113	17.4	.276	1.262	.348	.71	2.47
114	16.55	.276	1.185	.327	.70	2.28

Total = 91.09 mm

CALCULO DEL USO CONSUNTIVO DIARIO MENSUAL CORRESPONDIENTE AL
MES DE OCTUBRE

OCTUBRE

DIA	T °C	VALOR DE P	FACTOR KT	VALOR DE F P x KT(2x)	VALOR KC	U.C. DIARIO (mm) (4x5)
115	17.1	.273	1.235	.337	.70	2.36
116	18.5	.273	1.357	.370	.70	2.59
117	17.95	.273	1.305	.356	.68	2.42
118	16.85	.273	1.210	.330	.67	2.21
119	17.1	.273	1.235	.337	.66	2.22
120	16.85	.273	1.210	.330	.64	2.11
121	17.4	.273	1.262	.344	.63	2.16
122	18.25	.273	1.331	.363	.62	2.25
123	17.95	.273	1.305	.356	.61	2.17
124	18.7	.273	1.375	.375	.60	2.25
125	17.5	.273	1.270	.346	.59	2.04
126	17.7	.273	1.237	.337	.58	1.95

Total = 26.73 mm

PARA EL CALCULO DEL USO CONSUNTIVO DIARIO MENSUAL SE HICIERON LAS SIGUIENTES CONSIDERACIONES.

1. La temperatura en grados centígrados, se obtiene a partir de los datos - registrados en la estación metereorologica (T)
2. Los valores de esta columna se obtienen de la tabla A, de Castilla (1966) y corresponden al porcentaje de horas luz en el día para cada mes del -- año en relación al número total en un año.

(Factor P), en este cuadro se presentan únicamente los valores correspondientes a la latitud norte comprendida entre 15° y 32° en que se encuen--tra la República Mexicana.

3. Los valores de esta columna se obtienen de la tabla 1A, en la que se pre--sentan los valores de Kt equivalentes a la temperatura media en °C con -- aproximación de un décimo de grado.
4. Valores de esta columna (F), se calculan multiplicando el valor de P (co--lumna 2) por el valor de Kt (columna 3), de cada mes.
5. De la tabla 3A de Castilla (1966), se obtienen los valores del coeficien--te de desarrollo (Kc), para cada mes del ciclo del cultivo.
6. En esta columna se reportan los valores de Uso Consuntivo mensual para -- el mes correspondiente, dichos resultados se obtienen al multiplicar los valores de las columnas 4 y 5 o sea F por Kc.

Estos valores también se pueden expresar en forma acumulativa.

CUADRO 7 BALANCE HIDRICO DIARIO CALCULADO PARA CADA DISTANCIA ENTRE HILERAS. VALORES EXPRESADOS EN mm.

DIAS	U.C. DIARIO	60 cm		80 cm		100 cm		120 cm		140 cm	
		L.D.T.	B.H.								
0	2.07	6.11	4.94	6.62	4.55	6.77	4.70	7.65	5.50	8.16	6.09
1	2.65	----	1.39	----	1.90	----	2.05	----	2.93	----	3.44
2	2.82	----	-1.43	----	-1.92	----	-0.77	----	0.11	----	0.62
3	3.01	----	-3.01	----	-3.01	----	-3.01	----	-2.9	----	-2.39
4	2.97	----	2.97	----	2.97	----	2.97	----	2.97	----	2.97
5	3.17	----	-3.17	----	-3.17	----	-3.17	----	-3.17	----	-3.17
6	3.13	----	-3.13	----	-3.13	----	-3.13	----	-3.13	----	-3.13
7	3.20	----	-3.20	----	-3.20	----	-3.20	----	-3.20	----	-3.20
8	2.40	----	-2.40	----	-2.40	----	-2.40	----	-2.40	----	-2.40
9	2.61	1.27	-1.34	1.27	-1.34	1.27	-1.34	1.27	-1.34	1.27	-1.34
10	3.78	5.59	1.81	6.06	2.28	6.53	2.75	7.00	3.22	7.47	3.69
11	2.42	----	-0.61	----	-0.14	----	0.33	----	0.8	----	1.27
12	2.77	----	-2.77	----	-2.77	----	-2.44	----	1.9	----	1.50
13	2.93	----	-2.93	----	-2.93	----	-2.93	----	-2.93	----	-2.93
14	2.76	12.70	9.94	14.75	11.99	16.81	14.05	18.57	15.81	20.92	18.16
15	3.02	----	6.92	----	8.97	----	11.03	----	12.79	----	15.14
16	3.12	8.64	12.44	9.59	15.44	10.54	18.45	11.50	21.17	12.45	24.47
17	2.98	2.29	11.75	2.29	14.75	2.29	17.76	2.29	20.48	2.29	23.78
18	2.61	4.32	13.46	4.57	16.71	4.82	19.27	5.08	22.95	5.33	26.50
19	3.24	20.32	30.54	25.12	38.59	30.04	46.07	34.91	54.62	39.77	63.03
20	2.86	----	27.68	----	35.73	----	43.21	----	51.76	----	60.17
21	3.25	----	24.43	----	32.48	----	39.96	----	48.51	----	56.92
22	3.59	13.72	34.56	15.94	44.83	18.16	54.43	20.38	65.30	22.64	73.41
23	3.45	12.70	43.31	14.75	56.13	16.81	67.89	18.87	73.55	20.90	73.55
24	3.51	5.08	45.38	5.72	58.34	5.93	70.32	6.36	73.49	6.78	73.49
25	3.56	----	41.82	----	54.78	----	66.75	----	69.93	----	69.93
26	3.64	----	38.18	----	51.14	----	63.11	----	66.24	----	66.29
27	3.66	3.05	37.57	3.22	50.70	3.40	62.85	3.58	66.21	3.75	66.38
28	3.08	4.31	38.80	4.56	52.18	4.81	64.98	5.06	68.19	5.31	68.61
29	3.63	3.04	38.21	3.21	51.76	3.39	64.34	3.57	68.13	3.74	68.72
30	3.43	----	34.78	----	48.33	----	60.98	----	64.70	----	65.29
31	3.76	----	31.02	----	44.57	----	57.45	----	60.94	----	61.53
32	3.70	----	27.32	----	40.87	----	53.45	----	57.24	----	57.83
33	3.46	2.54	26.40	2.6	40.01	2.67	52.60	2.74	56.12	2.8	57.17

CONTINUACION CUADRO SIETE

DIAS	U.C. DIARIO	60 cm		80 cm		100 cm		120 cm		140 cm	
		L.D.T.	B.H.								
34	3.67	9.14	31.87	10.14	46.48	11.15	60.14	12.16	65.01	13.16	66.66
35	3.91	1.78	29.74	1.78	44.35	1.78	58.01	1.78	62.88	1.8	64.55
36	3.96	8.13	33.91	9.02	49.41	9.92	65.97	10.82	69.74	11.71	72.30
37	4.02	1.78	31.67	1.78	47.17	1.78	61.73	1.78	67.50	1.78	70.06
38	3.67	5.08	33.08	5.50	49.00	5.93	63.99	6.36	70.19	6.78	73.17
39	3.63	1.78	31.23	1.78	47.15	1.78	62.14	1.78	68.34	1.78	77.32
40	3.67	10.16	37.72	11.54	55.02	12.92	72.39	14.31	73.33	15.69	73.33
41	3.63	20.82	54.91	25.72	73.37	30.79	73.37	35.78	73.37	40.76	73.37
42	3.68	1.52	52.75	1.52	71.21	1.52	71.21	1.52	71.21	1.52	71.21
43	3.63	1.27	50.39	1.27	68.85	1.27	68.85	1.27	68.85	1.27	68.85
44	3.82	----	46.57	----	65.03	----	65.03	----	65.03	----	65.03
45	3.42	----	43.15	----	61.61	----	61.61	----	61.61	----	61.61
46	3.53	----	39.62	----	58.08	----	58.08	----	58.08	----	58.08
47	3.97	----	35.65	----	54.11	----	54.11	----	54.11	----	54.11
48	4.31	----	31.34	----	49.80	----	49.80	----	49.80	----	49.80
49	4.43	0.76	27.67	0.76	46.13	0.76	46.13	0.76	46.13	0.76	46.13
50	4.53	23.03	46.17	29.13	70.73	35.24	72.47	41.35	72.47	47.35	72.47
51	4.32	2.79	44.64	2.95	69.36	3.11	71.26	3.28	71.43	3.44	71.59
52	4.68	2.29	42.25	2.29	66.97	2.29	68.87	2.29	69.04	2.29	69.20
53	4.40	----	37.85	----	62.57	----	64.47	----	64.64	----	64.80
54	4.44	----	33.41	----	58.13	----	60.03	----	60.20	----	60.36
55	4.69	----	28.72	----	53.44	----	55.94	----	55.51	----	55.67
56	5.07	24.38	48.03	30.84	71.93	37.31	71.96	43.78	71.93	50.24	71.93
57	4.72	12.19	55.50	13.85	72.28	15.51	72.28	17.17	72.28	18.83	72.28
58	4.08	7.11	58.53	7.71	72.92	8.31	72.92	8.91	72.92	9.51	72.92
59	4.33	5.08	59.28	5.5	72.67	5.93	72.67	6.36	72.67	6.78	72.67
60	4.33	1.52	56.47	1.52	69.86	1.52	69.86	1.52	69.86	1.52	69.86
61	3.93	6.60	59.14	7.15	73.08	7.71	73.03	8.27	73.07	8.82	73.07
62	4.42	----	54.72	----	68.66	----	68.65	----	68.65	----	68.65
63	4.60	----	50.12	----	64.06	----	64.05	----	64.05	----	64.05
64	5.02	0.51	45.61	0.51	59.55	0.51	59.54	0.51	59.54	0.51	59.54
65	4.09	8.89	50.41	9.87	65.33	10.85	66.30	11.83	67.28	12.81	68.26
66	4.65	2.54	48.30	2.68	63.36	2.83	64.48	2.98	65.61	3.12	66.73
67	4.55	12.70	56.45	14.75	72.45	16.81	72.45	18.87	72.45	20.92	72.45
68	4.08	2.79	55.16	2.95	71.32	3.11	71.48	3.28	71.65	3.44	71.31
69	4.61	3.30	53.85	3.49	70.20	3.68	70.55	3.88	70.92	4.07	71.21
70	4.45	----	49.40	----	65.75	----	66.10	----	66.47	----	66.82
71	4.67	----	44.73	----	61.08	----	61.43	----	61.80	----	62.15

CONTINUACION CUADRO SIETE

DIAS	U.C. DIARIO	60 cm		80 cm		100 cm		120 cm		140 cm	
		L.D.T.	B.H.								
72	4.66	----	40.07	----	56.42	----	56.77	----	57.14	----	57.49
73	4.72	----	35.35	----	51.70	----	52.05	----	52.42	----	52.77
74	4.68	10.67	41.34	12.12	59.14	13.57	60.94	15.02	62.76	16.47	64.56
75	4.33	8.64	45.65	9.59	64.40	10.54	67.15	11.50	69.93	12.45	72.67
76	4.12	3.81	45.34	4.03	64.31	4.25	67.28	4.48	70.29	4.7	72.88
77	4.00	----	41.34	----	60.31	----	63.28	----	66.29	----	68.88
78	4.14	----	37.20	----	56.17	----	59.14	----	62.15	----	64.74
79	3.90	----	33.30	----	52.27	----	55.24	----	58.25	----	60.84
80	4.02	2.03	31.31	2.03	50.28	2.03	53.25	2.03	56.26	2.03	58.85
81	4.17	----	27.14	----	46.11	----	49.08	----	52.09	----	54.68
82	4.06	----	23.08	----	42.05	----	45.02	----	48.03	----	50.62
83.	4.21	11.68	30.55	13.27	51.11	14.86	55.67	16.45	60.27	17.04	63.45
84	4.19	4.15	30.51	4.40	51.32	4.65	56.13	4.91	60.99	5.16	64.42
85	3.82	4.06	30.75	4.29	51.79	4.53	56.84	4.77	61.94	5.00	65.60
86	3.48	----	27.27	----	48.31	----	53.36	----	58.46	----	62.12
87	3.83	----	23.44	----	44.48	----	49.53	----	54.63	----	58.29
88	3.13	6.35	26.66	6.88	48.23	7.42	53.82	7.96	59.46	8.49	63.65
89	3.42	----	23.24	----	44.81	----	50.40	----	56.04	----	60.23
90	3.71	1.27	20.80	1.27	42.37	1.27	47.96	1.27	53.60	1.27	57.79
91	3.88	2.81	20.73	4.03	42.52	4.25	48.33	4.48	54.20	4.70	58.61
92	3.52	9.65	26.86	10.71	49.71	11.77	56.58	12.84	63.52	13.90	68.99
93	3.20	3.05	26.71	3.22	49.73	3.40	56.78	3.58	63.90	3.75	69.54
94	2.97	6.35	30.09	6.88	53.64	7.42	61.23	7.96	68.89	8.49	74.03
95	3.37	7.62	34.34	8.46	58.73	9.30	67.16	10.14	73.63	10.98	73.63
96	2.99	0.76	32.11	0.76	56.60	0.76	64.93	0.76	71.40	0.76	71.40
97	3.42	0.76	29.45	0.76	53.84	0.76	62.27	0.76	68.74	0.76	68.74
98	3.65	3.81	29.61	4.03	54.22	1.25	62.87	4.48	69.57	4.70	69.79
99	3.30	1.78	28.09	1.78	52.70	1.78	61.35	1.78	68.05	1.78	68.27
100	2.92	9.14	34.31	10.14	59.92	11.11	69.54	12.16	74.08	13.16	74.08
101	2.68	2.54	34.17	2.68	59.92	2.83	69.69	2.98	74.32	3.12	74.32
102	3.06	11.68	42.79	13.27	70.13	14.86	73.94	16.45	73.94	18.40	73.94
103	2.72	2.29	42.36	2.29	69.70	2.29	73.51	2.29	73.51	2.29	73.51
104.	2.65	7.87	47.58	8.73	74.35	9.60	74.35	10.47	74.35	11.33	74.35
105	2.97	----	44.61	----	71.38	----	71.38	----	71.38	----	71.38
106	2.84	----	41.77	----	68.54	----	68.54	----	68.54	----	68.54
107	2.70	9.65	48.72	10.71	74.30	11.77	74.30	12.84	74.30	13.90	74.30
108	2.46	----	46.26	----	71.84	----	71.84	----	71.84	----	71.84

CONTINUACION CUADRO SIETE.

DIAS	U.C. DIARIO	60 cm		80 cm		100 cm		120 cm		140 cm	
		L.D.T.	B.H.								
109	2.16	----	44.10	----	69.68	----	69.68	----	69.68	----	69.68
110	2.44	----	41.66	----	67.24	----	67.24	----	67.24	----	67.24
111	2.69	6.6	45.57	7.15	71.70	7.71	72.26	8.27	72.82	8.82	73.37
112	2.36	2.54	45.75	2.70	72.04	2.86	72.76	3.03	73.49	3.19	74.20
113	2.47	----	43.28	----	69.57	----	70.29	----	71.02	----	71.73
114	2.28	----	41.00	----	67.29	----	68.01	----	68.74	----	69.45
115	2.36	----	38.64	----	64.93	----	65.65	----	66.38	----	67.09
116	2.59	----	36.05	----	62.34	----	63.06	----	63.79	----	64.50
117	2.42	----	33.63	----	59.92	----	60.64	----	61.37	----	62.08
118	2.21	----	31.42	----	57.71	----	58.43	----	59.16	----	59.87
119	2.22	----	29.20	----	55.49	----	56.21	----	56.94	----	57.65
120	2.11	----	27.09	----	53.38	----	54.10	----	54.83	----	55.54
121	2.16	----	24.93	----	51.22	----	51.94	----	52.67	----	53.38
122	2.25	----	22.68	----	48.97	----	49.69	----	50.42	----	51.13
123	2.17	----	20.51	----	46.80	----	47.52	----	48.25	----	48.96
124	2.25	----	18.26	----	44.55	----	45.27	----	46.00	----	46.71
125	2.04	----	16.22	----	42.51	----	43.23	----	43.93	----	44.67
126	1.95	----	14.27	----	40.56	----	41.28	----	42.01	----	42.72

L.D.T. = Lámina disponible total

B.H. = Balance Hídrico.

CUADRO 8 RENDIMIENTO DE GRANO DE FRIJOL AL 14% DE HUMEDAD CORRESPONDIENTE A CADA TRATAMIENTO Y POR REPETICION DEL EXPERIMENTO
A. VALORES EXPRESADOS EN Kg/ha.

TRATAMIENTOS #	R E P E T I C I O N		
	I	II	III
1	2504.98	2965.52	2229.43
2	2032.35	1805.62	2094.88
3	1487.96	1222.69	1969.59
4	1928.23	2086.86	1836.75
5	1769.29	1443.30	1673.22
6	1163.14	1103.08	1472.99
7	1275.14	1914.52	1571.63
8	1852.56	1131.92	1294.43
9	1005.56	1380.21	1247.55
10	1247.95	1648.40	1358.99
11	1011.00	1292.96	1120.30
12	772.65	772.10	654.74
13	1164.99	1178.40	1074.42
14	1246.03	923.63	1204.25
15	828.03	1126.36	747.63
\bar{X}	1419.33	1466.37	1436.72

CUADRO 9 RENDIMIENTO DE GRANO DE FRIJOL AL 14% DE HUMEDAD CORRESPONDIENTE A CADA TRATAMIENTO Y POR REPETICION DEL EXPERIMENTO
B. VALORES EXPRESADOS EN Kg/ha.

TRATAMIENTOS #	R E P E T I C I O N		
	I	II	III
1	1608.65	3015.64	1317.04
2	1568.26	1867.82	1060.04
3	1236.55	1345.09	1249.70
4	2038.48	2558.73	1083.66
5	2276.42	1906.52	1200.04
6	1491.97	1208.40	1179.26
7	2465.30	2047.02	1488.84
8	1692.20	1784.55	1660.83
9	1045.93	1029.91	831.84
10	2157.64	3133.21	2439.01
11	1543.79	1827.01	1252.36
12	1313.13	1245.66	1030.43
13	1256.80	3149.48	2106.62
14	2206.92	2406.81	1959.94
15	1691.19	1660.91	1248.79
\bar{X}	1706.21	2012.50	1407.26

CUADRO 10 RENDIMIENTO DEL NUMERO DE VAINAS DE FRIJOL CORRESPONDIENTE A CADA TRATAMIENTO Y POR REPETICION DEL EXPERIMENTO A. VALORES EXPRESADOS EN Miles /ha.

TRATAMIENTOS #	R E P E T I C I O N		
	I	II	III
1	1.364,090	1'703,923	1'168,806
2	1'036,667	1'125,567	1'246,607
3	801,983	666,358	1'186,500
4	1'145,052	1'165,692	1'049,431
5	951,660	818,974	845,656
6	514,769	581,993	1'054,233
7	602,273	1'541,517	870,877
8	943,254	613,519	732,760
9	606,779	824,521	771,963
10	797,827	912,374	772,970
11	589,854	649,045	606,955
12	459,274	424,773	372,405
13	531,112	591,538	523,572
14	622,391	581,236	707,607
15	479,855	508,755	399,065
\bar{x}	763,177	853,958	820,632

CUADRO 11 RENDIMIENTO DEL NUMERO DE VAINAS DE FRIJOL CORRESPONDIENTE A CADA TRATAMIENTO Y POR REPETICION DEL EXPERIMENTO B. VALORES EXPRESADOS EN Miles /ha.

TRATAMIENTOS #	R E P E T I C I O N		
	I	II	III
1	811,237	1'806,527	753,098
2	959,807	828,857	665,985
3	629,255	572,664	727,163
4	964,088	1'470,275	708,170
5	1'226,336	839,618	602,704
6	814,814	654,062	654,300
7	1'179,446	1'026,057	722,145
8	862,653	770,620	814,699
9	568,009	567,493	464,125
10	1'415,170	1'765,306	1'476,112
11	960,240	902,228	695,156
12	686,418	633,139	531,385
13	603,964	1'407,188	1'165,546
14	1'106,293	1'157,899	993,840
15	838,189	855,528	497,089
\bar{x}	908,394	1'017,164	764,767

CUADRO 12 RENDIMIENTO DE MATERIA SECA DE FRIJOL CORRESPONDIENTE A CADA TRATAMIENTO Y POR REPETICION DEL EXPERIMENTO A. VALORES EX PRESADOS EN Kg/ ha

TRATAMIENTOS #	R E P E T I C I O N		
	I	II	III
1	6873.88	6139.48	6782.21
2	5259.56	5255.39	4429.98
3	3651.29	3309.96	4279.62
4	5612.89	6253.30	3480.81
5	3613.37	3430.88	5018.35
6	5055.89	3166.25	2764.69
7	4240.62	2770.30	3049.30
8	3087.93	3779.67	3425.93
9	1840.75	1805.35	2261.34
10	4618.56	3004.69	2328.03
11	2429.33	2990.78	2640.99
12	1956.98	2762.30	1657.31
13	3608.32	3774.75	3434.99
14	2560.51	1721.41	2504.44
15	2125.25	2079.82	1771.68

CUADRO 13° RENDIMIENTO DE MATERIA SECA DE FRIJOL CORRESPONDIENTE A CADA TRATAMIENTO Y POR REPETICION DEL EXPERIMENTO B. VALORES EX PRESADOS EN Kg/ ha

TRATAMIENTOS #	R E P E T I C I O N		
	I	II	III
1	6889.00	5425.50	4155.50
2	3725.25	5322.00	3140.62
3	3305.75	4582.50	3915.50
4	6589.50	3347.00	4395.00
5	4494.75	6384.75	2981.25
6	3077.50	2060.00	3078.58
7	6617.00	7765.00	5330.50
8	3302.62	3688.50	4612.50
9	2831.25	2596.75	1962.75
10	5186.50	6434.50	3308.00
11	2742.37	5025.75	3214.50
12	2906.25	2901.75	2339.00
13	7916.00	8466.00	6981.50
14	4891.12	5328.75	3479.25
15	4690.75	3711.00	3055.25

CUADRO 14 RENDIMIENTOS MEDIO DE MATERIA SECA DE FRIJOL CORRESPONDIENTE A CADA TRATAMIENTO DEL EXPERIMENTO A. VALORES EXPRESADOS EN Grs / planta

D M D H	45	60	75	\bar{X}
60	59.3	59.7	56.1	58.36
80	61.3	64.2	73.2	66.23
100	50.2	68.5	49.2	55.96
120	64.5	69.2	63.7	65.80
140	65.6	62.7	70.0	69.43
\bar{X}	62.18	64.86	62.44	63.15

D/H = Distancia entre hileras

D/M = Distancia entre matas

CUADRO 15 RENDIMIENTO MEDIO DE MATERIA SECA DE FRIJOL CORRESPONDIENTE A CADA TRATAMIENTO DEL EXPERIMENTO B. VALORES EXPRESADOS EN Grs / planta

D/P D/H	50,000	75,000	100,000	\bar{X}
60	78.6	54.1	54.7	62.40
80	54.7	61.5	47.7	54.63
100	49.2	51.5	65.6	55.40
120	54.2	48.7	49.6	50.83
140	76.3	60.8	77.8	71.63
\bar{X}	62.60	55.32	59.08	

D/P = Densidad de población