

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

FACULTAD DE AGRONOMIA

**BIBLIOTECA CENTRAL-USAC  
DEPOSITO LEGAL  
PROHIBIDO EL PRESTAMO EXTERNO**

EVALUACION DE PRACTICAS AGRONOMICAS Y MECANICAS  
PARA EL APROVECHAMIENTO DEL AGUA DE LLUVIA,  
EN EL CULTIVO DE MAIZ (Zea mays L.),  
EN LA ALDEA EL MAGUEY, ZACAPA



PRESENTADA A LA HONORABLE JUNTA DIRECTIVA DE LA  
FACULTAD DE AGRONOMIA DE LA  
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

P O R

EDVIN RENE VARGAS ALDANA

EN EL ACTO DE INVESTIDURA COMO  
INGENIERO AGRONOMO  
EN EL GRADO ACADEMICO DE  
LICENCIADO

Guatemala, mayo de 1990

PROPIEDAD DE LA UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
Biblioteca Central

DL  
01  
T (1180)

**UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA**

**R E C T O R**

**DR. ALFONSO FUENTES SORIA**

**JUNTA DIRECTIVA DE LA**

**FACULTAD DE AGRONOMIA**

<b>DECANO:</b>	<b>ING. AGR. ANIBAL B. MARTINEZ M.</b>
<b>VOCAL PRIMERO:</b>	<b>ING. AGR. GUSTAVO ADOLFO MENDEZ</b>
<b>VOCAL SEGUNDO:</b>	<b>ING. AGR. EFRAIN MEDINA G.</b>
<b>VOCAL TERCERO:</b>	<b>ING. AGR. WOTZBELI MENDEZ ESTRADA</b>
<b>VOCAL CUARTO:</b>	<b>P. AGR. HERNAN PERLA GONZALEZ</b>
<b>VOCAL QUINTO:</b>	<b>P. AGR. MARCO TULIO SANTOS</b>
<b>SECRETARIO:</b>	<b>ING. AGR. ROLANDO LARA ALECIO</b>

/dydea

Guatemala,  
14 de mayo de 1990

Señores  
Honorable Junta Directiva  
Honorable Tribunal Examinador  
Facultad de Agronomía  
Universidad de San Carlos de Guatemala  
Presente

Señores:

De conformidad con las normas establecidas en la Ley Orgánica de la Universidad de San Carlos de Guatemala, tengo el honor de someter a su consideración el trabajo de tesis titulado: "EVALUACION DE PRACTICAS AGRONOMICAS Y MECANICAS PARA EL APROVECHAMIENTO DEL AGUA DE LLUVIA, EN EL CULTIVO DE MAIZ (Zea mays L.), EN LA ALDEA EL MAGUEY, ZACAPA".

Presentado como requisito previo a optar el título de Ingeniero Agrónomo en Sistemas de Producción Agrícola, en el grado académico de Licenciado.

Atentamente,



P. Agr. Edvin René Vargas Aldana

ACTO QUE DEDICO

A: DIOS TODO PODEROSO

A MIS PADRES: ISAURO VARGAS LEON  
BERTHA ALICIA ALDANA DE VARGAS  
Con todo mi amor y reconocimiento  
a sus múltiples esfuerzos

A MIS HERMANOS: NORMA JUDITH  
EDGAR ROLANDO

## C O N T E N I D O

	PAGINA
RESUMEN	
I INTRODUCCION	1
II HIPOTESIS	2
III OBJETIVOS	3
IV REVISION BIBLIOGRAFICA	4
1. Importancia del agua para las plantas	4
2. Prácticas agronómicas	7
2.1 Barreras vivas	7
2.2 Plantas de cobertura	8
2.3 Sistema de captación de agua de lluvia <u>in situ</u>	8
3. Prácticas mecánicas	8
3.1 Acequias de ladera	9
3.2 Barreras muertas	10
4. Otros sistemas de aprovechamiento de agua	10
5. Antecedentes	12
V MATERIALES Y METODOS	15
1. Localización	15
2. Estudios previos	15
2.1 Prueba de infiltración	15
2.2 Análisis físico del suelo	15
2.2.1 Horizonte A (de 0 a 10 cm)	16
2.2.2 Horizonte B (de 10 a 22 cm)	16
2.2.3 Horizonte C (de 22 a más)	16
2.3 Análisis químico con fines de fertilización	18
2.4 Registro de la precipitación	19
3. Descripción de variedades	19
3.1 ICTA B-1	19
3.2 ICTA B-5	19
3.3 Criollo del agricultor	19

	PAGINA
4. Descripción de prácticas	20
4.1 Acequias de infiltración	20
4.2 Barreras vivas	20
4.3 Aplicación de cobertura vegetal o mulch	20
4.4 Testigo	21
5. Factores evaluados	21
6. Diseño experimental	22
6.1 Modelo estadístico	22
6.2 Manejo del experimento	23
6.3 Variables respuesta	24
6.4 Análisis de resultados	24
VI DISCUSION DE RESULTADOS	25
1. Comportamiento de la humedad	25
2. Rendimiento	25
3. Peso de 100 granos	31
4. Días a floración	34
5. Peso seco de 10 plantas/parcela neta	37
6. Altura de planta	39
7. Longitud de mazorca	40
VII CONCLUSIONES	42
VIII RECOMENDACIONES	43
IX BIBLIOGRAFIA	44
X ANEXO	46

## INDICE DE CUADROS

CUADRO No.		PAGINA
1	Resultados de los análisis físicos y químicos de suelo de las muestras recolectadas en el área experimental	17
2	Cationes intercambiables (en miliequivalentes por 100 gr de suelo seco) de las muestras de suelo recolectadas en el área experimental	18
3	Balance hídrico para el período comprendido entre los meses de agosto a diciembre de 1988	26
4	Medias obtenidas para la variable rendimiento de grano en kg/ha	27
5	Análisis de varianza para los rendimientos de grano en kg/ha	27
6	Resultados obtenidos de la prueba de MDS al 5%, para las medias de rendimiento en kg/ha, de las prácticas evaluadas	28
7	Resultados obtenidos de la prueba de MDS al 5%, para las medias de rendimiento en kg/ha de las variedades evaluadas	29
8	Resultados obtenidos de la prueba de MDS para las medias de los tratamientos con un nivel de significancia del 5%	30
9	Análisis de varianza para el peso de 100 granos	32
10	Resultados obtenidos de la prueba de MDS al 5%, para el peso de 100 granos	32

CUADRO No.		PAGINA
11	Medias obtenidas para la variable peso en gramos de 100 granos	33
12	Medias obtenidas para la variable días a floración	37
13	Análisis de varianza para el peso seco en kg de 10 plantas/parcela neta	37
14	Resultados obtenidos de la prueba de MDS al 5%, para el peso seco de 10 plantas en kg/parcela neta	38
15	Medias obtenidas para la variable peso seco de 10 plantas en kg/parcela neta	39
16	Análisis de varianza para altura de planta	39
17	Medias obtenidas para la variable altura de planta en m	40
18	Análisis de varianza para longitud de mazorca	40
19	Medias obtenidas para la variable longitud de mazorca en cm	41

## INDICE DE GRAFICAS

GRAFICA No.		PAGINA
1	Distribución de la precipitación para los meses de agosto a noviembre de 1988, durante el desarrollo de la variedad Arriquín, de maíz ( <u>Zea mays</u> L.)	34
2	Distribución de la precipitación para los meses de agosto a noviembre de 1988, durante el desarrollo de la variedad ICTA B-5, de maíz ( <u>Zea mays</u> L.)	35
3	Distribución de la precipitación para los meses de agosto a noviembre de 1988, durante el desarrollo de la variedad ICTA B-1, de maíz ( <u>Zea mays</u> L.)	36

## INDICE DEL ANEXO

ANEXO No.		PAGINA
I	Color del suelo húmedo	47
II	Color del suelo seco	47
III	Prueba de infiltración de humedad	48
IV	Lámina de agua infiltrada en el suelo (en mm/minuto)	49
V	Unidad experimental	50
VI	Resultados obtenidos para las variables estudiadas, en la evaluación de prácticas agronómicas y mecánicas para el aprovechamiento del agua de lluvia, en el cultivo - de maíz ( <u>Zea mays</u> L.) en la aldea El Maguey, Zacapa	51

EVALUACION DE PRACTICAS AGRONOMICAS Y MECANICAS  
 PARA EL APROVECHAMIENTO DEL AGUA DE LLUVIA,  
 EN EL CULTIVO DE MAIZ (Zea mays L.),  
 EN LA ALDEA EL MAGUEY, ZACAPA

EVALUATION OF MECHANIC AND AGRONOMICAL PRACTICES  
 TO TAKE ADVANTAGE OF WATER OF RAIN, IN THE CROP OF MAIZ (Zea mays L.),  
 IN THE TOWNSHIP "EL MAGUEY", ZACAPA

**R E S U M E N**

En el presente trabajo se evaluaron prácticas de retención de humedad, como lo son barreras vivas, cobertura vegetal y acequias; con el objeto de determinar su efectividad en el aprovechamiento del agua de lluvia para los cultivos; utilizando las variedades de maíz (Zea mays L.) ICTA B-1, ICTA B-5 y Arriquín (Criollo del agricultor), como indicadores.

El experimento se condujo en la aldea El Maguey, del departamento de Zacapa, zona en la cual se presentan condiciones adversas para la mayoría de los cultivos en lo que a precipitación, temperatura y condiciones de suelo se refiere.

El experimento se llevó a cabo de agosto a noviembre de 1988, utilizando un diseño experimental en bloques al azar, en un arreglo de parcelas divididas con 4 tratamientos y 4 repeticiones. El área experimental fue de 1036 m<sup>2</sup>, la parcela grande (prácticas de retención de humedad), fue de 64.80 m<sup>2</sup>, la parcela pequeña (variedades de maíz) fue de 21.60 m<sup>2</sup>, teniendo una parcela neta de 10.80 m<sup>2</sup>.

A los resultados obtenidos de la parcela neta, se les aplicó un análisis de varianza, utilizando la prueba de medias MDS al 5%, para aquellos casos en que existió diferencia significativa.

La información en base a la cual se evaluaron los resultados fue: rendimiento de grano en kg/ha, días a floración masculina, altura de la planta a la floración, longitud de mazorca, peso de 100 granos y peso seco de 10 plantas en kg/parcela neta.

De las prácticas evaluadas, las que en mejor forma contribuyeron al incremento de la capacidad productiva de las variedades indicadoras, fueron: cobertura vegetal que provocó una retención de humedad suficiente para tener rendimientos mayores en las variedades Arriquín e ICTA B-5, y elaboración de acequias, cuyo efecto de retención fue suficiente únicamente para la variedad Arriquín.

## I. INTRODUCCION

La zona nor-oriental del país, en donde la precipitación pluvial es baja, así como también mal distribuída durante el año, la mayoría de pequeños y medianos agricultores del área utilizan únicamente la época lluviosa para la producción agrícola, por lo que se hace necesario un mejor aprovechamiento del agua en este período.

Este estudio se realizó en la aldea El Maguey, municipio de Zacapa, la cual se encuentra a 300 msnm, contando con una temperatura media anual de 26.25°C y una precipitación promedio anual de 600 milímetros. Se evaluaron dos prácticas agronómicas y una mecánica, y para poder determinar su efectividad en el aprovechamiento del agua de lluvia para los cultivos, se utilizaron tres variedades de maíz (Zea mays L.) ICTA B-1, ICTA B-5 y Arriquín -- (Criollo del agricultor). (19).

Con este estudio se pretende determinar la influencia de las prácticas de manejo del suelo en la retención de humedad, medido a través del comportamiento agronómico del cultivo de maíz, después del período de sequía que ocurre aproximadamente a la mitad de la época lluviosa, entre los meses de julio a agosto, siembra que el agricultor realiza con la idea de obtener si no grano, al menos forraje para sus animales.

## II. HIPOTESIS

1. Al menos una práctica de manejo del suelo presentará mejores resultados, como efecto de la mayor retención del agua de lluvia.
2. Al menos una de las variedades de maíz, en asocio con una determinada - práctica de manejo del suelo, presentará mejor rendimiento.

### III. OBJETIVOS

#### 1. GENERAL

Determinar la efectividad de las prácticas agronómicas y mecánicas, a través del comportamiento de las variedades de maíz evaluadas.

#### 2. ESPECIFICOS

- Determinar cuál de las prácticas de manejo del suelo es más eficiente en la retención del agua de lluvia.
- Determinar cuál de las variedades presenta mejor rendimiento de grano, al asociarse con una determinada práctica de manejo del suelo.

#### IV. REVISION BIBLIOGRAFICA

##### 1. IMPORTANCIA DEL AGUA PARA LAS PLANTAS

La distribución de la vegetación en la superficie de la tierra, está más controlada por la disponibilidad de agua que por cualquier otro factor - aislado. Las regiones que con copiosas lluvias se reportan con bastante regularidad durante el período de crecimiento, tienen vegetación abundante. Se tiene como ejemplo las selvas lluviosas de los trópicos, la vegetación de la península Olímpica en el noreste de los Estados Unidos y las lujuriantes selvas aboveadas son frecuentes y graves, las selvas desaparecen abandonando el terreno a las praderas, como en las estepas asiáticas y las praderas del norte de América. Un descenso más en la cantidad de agua de lluvia tiene por resultado un terreno semi-desértico con matas vegetales dispersas, y finalmente el desierto (12).

Muchos procesos que ocurren en las plantas son afectados por el agua, sin embargo, la relación entre ellos no es simple, varía con las características de la planta, estado de desarrollo, condiciones del suelo y climáticas. Estas relaciones se hacen más complejas bajo condiciones de estrés hídrico. Así por ejemplo, las deficiencias de agua, no solamente reducen el rendimiento, sino que afectan al patrón de crecimiento (11).

En general, la profundidad efectiva de raíces disminuye cuando aumentan los niveles de humedad en el suelo; esas raíces son más gruesas, menos ramificadas y más cortas. La relación raíz/tallo, generalmente aumenta con el estrés hídrico (11).

La falta de agua entre dos semanas antes y dos semanas después de la aparición de los estigmas, puede disminuir más los rendimientos de grano que la falta de agua en cualquier otro período del desarrollo del maíz (11).

La mayor reducción del rendimiento ocurrirá por falta de agua durante la aparición de los estigmas. Esta será menor a medida que la falta de agua o

curra más y más días después de la aparición de los estigmas. Esto es también válido para otros tipos de insuficiencias ambientales, tales como deficiencias nutritivas, altas temperaturas o granizo (18).

En el maíz la asimilación de nutrientes más importantes para el desarrollo de las plantas se verifica alrededor de los 10 días antes de la floración, hasta alrededor de los 26 a los 30 días después de la floración; por lo que en este período es deseable un adecuado abastecimiento de agua (12).

Las plantas muestran síntomas característicos de deficiencias, cuando un elemento esencial es deficitario. Los síntomas pueden ser detectados visualmente, relacionando el tipo de crecimiento, el color y forma de desarrollo de los diferentes órganos de la planta (11).

El agua es un factor formador del suelo y desempeña como disolvente universal, un papel imprescindible en la transferencia de sustancias. Afecta prácticamente cada aspecto de crecimiento y desarrollo de las plantas, debido a que está involucrada en numerosos procesos vitales, tales como la fotosíntesis, respiración, división y alargamiento celular, etc. (12).

Debido a la participación del agua en toda la serie de procesos formadores de las plantas, resulta claro que su adecuada disponibilidad en el suelo para la absorción por las raíces, juega un papel preponderante en el crecimiento, desarrollo y producción de las plantas (12).

La escasez de agua sobre los rendimientos resulta muy importante durante ciertos períodos de crecimiento de algunos cultivos. Para la mayoría de los cultivos las fases más críticas son el establecimiento o germinación y los cambios del estado vegetativo al reproductivo, incluyendo floración y formación de cosecha. En la obtención de rendimientos altos, los cultivos tienen diferentes necesidades en términos de grado de agotamiento de la humedad del suelo que puede tolerar (12).

Según Miller, citado por Saint-Clair (1979), cuando se habla de sequía, se supone que existe una condición de la atmósfera y/o del suelo que impide a

la planta conseguir un abastecimiento suficiente de agua para su buen funcionamiento. Por sequía a nivel de campo puede entenderse también como un período de 15 días o más sin lluvias (14).

La escasez de agua de lluvia y su mala distribución provocan grandes áreas con temporales deficientes para la producción agrícola; aunando a esto, cada año aumentan las áreas con problemas de erosión en diferentes grados y que entre otras, es debido al mal manejo de agua de lluvia (12).

Una alternativa que ha venido usándose últimamente para obtener cosechas aún en condiciones pluviales deficientes, es la captación in situ del agua de lluvia, pues a la vez de aumentar la cantidad de agua disponible para las plantas, puede considerarse como práctica de conservación de suelos al reducir los escurrimientos superficiales y propiciar el desarrollo de la cubierta vegetal ( 2 ).

Algunas prácticas recomendadas para aumentar la captación de retención de humedad son: la incorporación de materia orgánica, la cobertura con residuos orgánicos para reducir la evaporación, pues según experimentos realizados, las pérdidas de agua de lluvia por evaporación excede el 50% anual en tierras secas ( 2 ).

La ausencia de vegetación, cuando la superficie se encuentra expuesta a la insolación, la evaporación de agua ocurre directamente del suelo. Este proceso de evaporación superficial puede consumir cantidades considerables de agua. En regiones áridas y semi-áridas la reducción en la evaporación directa del suelo es uno de los métodos más eficaces para mejorar la eficiencia del uso del agua por el cultivo. En regiones con temperatura muy alta y de lluvias frecuentes pero de poca intensidad, y con cobertura vegetal insuficiente, la pérdida por evaporación puede ser considerable, desperdiciando agua que hubiera podido ser utilizada por el cultivo ( 2 ).

La labranza/cero es particularmente eficaz en aumentar la captación, disponibilidad y eficiencia del uso de agua por los cultivos. La cobertura del suelo por un mantillo vegetal incrementa la infiltración, reduce el escu--

rrimiento, disminuye la evaporación directa, y contribuye a aumentar la disponibilidad de agua. Los cambios en la estructura del suelo también tienden a favorecer la infiltración y el almacenamiento de agua, por la formación de una mejor agregación y porosidad, y por la eliminación de costras superficiales y capas duras en el sub-suelo. ( 2 ).

El contenido de materia orgánica, determina el poder nutritivo del suelo, - la cual actúa como un depósito de los nutrimentos que luego suministra en forma lenta y regular a las plantas en crecimiento; además mejora la estructura y capacidad de retención de agua del terreno (13).

## 2. PRACTICAS AGRONOMICAS

### 2.1 Barreras Vivas:

Las barreras vivas son hileras de plantas perennes y de crecimiento denso dispuestas con determinado distanciamiento horizontal y sembradas a través de la pendiente, casi siempre en contorno o en curvas de nivel (12).

El objeto principal de estas barreras es el reducir la velocidad de agua que corre sobre la superficie del terreno y retener el suelo. Para cumplir con esta finalidad deben utilizarse plantas perennes de crecimiento denso, sembradas en hileras continuas, que en el tiempo más corto posible formen un obstáculo efectivo al paso del suelo (12).

Las barreras vivas pueden emplearse tanto en cultivos limpios como en cultivos densos o de semi-bosques. A medida que se realizan deshierbes en las fajas de terreno comprendidas entre las barreras, el suelo se deposita contra aquellas, va formando bancales, los cuales pueden quedar completos en un período de cuatro a cinco años. Este es el método más sencillo de formar terrazas de banco o bancales y el más económico. Cuando se usan en cultivos limpios como el maíz, la yuca, la papa, el algodón, etc., la separación entre las barreras debe ser me--

nor que cuando se utilizan en cultivos densos o semi-bosques, porque como el agua de lluvia que el terreno no retiene corre muy rápido por la superficie del suelo desnudo, es necesario establecer obstáculos a distancias cortas. Es evidente que en terrenos de excesiva pendiente el ideal es no sembrar cultivos limpios pero como en muchos casos es imposible lograr ésto en regiones muy quebradas y con gran densidad de población, la siembra de barreras aminora el daño de la erosión (12).

En regiones de mucha lluvia, en donde caen aguaceros, muy fuertes, y con suelos arcillosos o poco permeables, es conveniente darles a las barreras una inclinación del 0.5 al 1% hacia un desague lateral protegido con el fin de evitar encharcamiento (12).

## 2.2 Plantas de Cobertura:

Las plantas de cobertura se utilizan para proteger el suelo contra la acción directa de las lluvias y de mejorar sus condiciones físicas y químicas para el crecimiento del cultivo posterior. Cuando estas plantas se entierran se denomina abonos verdes; su acción se verifica entonces a través del aumento en el contenido de materia orgánica del suelo (12).

En suelos con mantillo, la evaporación superficial, se reduce considerablemente al disminuir la insolación y la energía incidente debio al aislamiento del suelo. Todos estos factores interactúan para reducir notablemente la evaporación superficial y maximizar la eficiencia del uso de agua por el cultivo ( 2 ).

## 2.3 Sistema de captación de agua de lluvia "In Situ":

El sistema de captación de agua de lluvia in situ, consiste en la modificación de la superficie del suelo, de manera que el terreno entre las filas del cultivo sirva de área de captación. Esta área presenta una inclinación que intensificará la producción de escurrimiento, al mismo tiempo en que lo conduce para la porción del suelo explotada por el sistema radicular del cultivo (16).

La capacidad de retención de humedad del suelo, es un factor extremadamente importante para el éxito de esta tecnología, pues de nada vale producir un excedente de agua si éste no es absorbido por el suelo, por lo tanto textura, estructura, porosidad del suelo y profundidad alcanzada por el sistema radicular, son características indispensables en el planteamiento de este sistema (16).

Por otro lado la adición de algunos productos en el área explotada por el sistema radicular, tales como abono verde, estiércol, residuos culturales compuestos y vermiculita, puede ser hecho con la finalidad de mejorar la capacidad de retención de humedad del suelo (16).

### 3. PRACTICAS MECANICAS

#### 3.1 Acequias de Ladera:

Son estructuras mecánicas utilizadas especialmente en regiones de mucha lluvia y terrenos con pendientes entre el 10 y 30% en los cuales no es factible construir terrazas de base ancha (12).

Consisten en canales de 30 cm de ancho en el fondo, con taludes de 1:1 y de profundidad y desnivel variables, los cuales se construyen a distancias regulares, de acuerdo con la pendiente y con el uso del terreno. A 15 cm del borde superior de la acequia y a todo lo largo de ella, se siembra una barrera viva con objeto de filtrar el agua que llegue al canal y en esa forma disminuir la cantidad de material que en él se deposita (12).

Las acequias de ladera no deben construirse en terrenos con cultivos limpios o potreros de más de 30% de pendiente o con cultivo de semibosques de más del 40% (12).

Son aconsejables en zonas con lluvias intensas y en áreas con suelo pesado, poco permeable. Las acequias actúan en forma similar a una terraza de desagüe: al dividir la longitud de la pendiente en tramos,

cortan la escorrentía o agua de escurrimiento antes que de la misma - adquiera velocidades perjudiciales y sacan lentamente de los terrenos excesos de agua llevándolos a desagües bien protegidos. Estas ace-- quias o canales van subdividiendo el volumen total de la escorrentía en porciones pequeñas fáciles de manejar. El distanciamiento de las ace-- quias varía con la pendiente del terreno y con la clase de cultivo - que en éste se tenga (12).

### 3.2 Barreras Muertas:

Las barreras muertas son hileras de piedra con un distanciamiento ho-- rizontal determinado a través de la pendiente, casi siempre en contor-- no o en curvas a nivel. Se construye con el objeto de retener y acu-- mular algunas cantidades de suelo y humedad que corren sobre la super-- ficie del terreno que permita el crecimiento de la vegetación (12).

## 4. OTROS SISTEMAS DE APROVECHAMIENTO DE AGUA

4.1 En el Centro de Investigación Agropecuaria del Trópico Semi-árido del Brasil (CIATSA, 1988), han implementado este sistema para lograr un - mejor aprovechamiento del agua de escurrimiento superficial, para la explotación agrícola en regiones áridas y semi-áridas donde no existe una fuente de agua permanente.

El sistema está constituido de tres elementos básicos: área de capta-- ción, tanque de almacenamiento y área de plantío, dichos componentes pueden variar conforme la situación socioeconómica del productor y a las características edafo-climáticas de la propiedad rural (16).

El área de captación, es la destinada a captar agua de lluvia con pen-- dientes variables, limitada por un dique de tierra natural o artifi-- cial que funciona como divisor de agua. Esta área forma una micro-- cuenca hidrográfica, cuya área media es de 3 ha, pudiendo ser varia-- ble, siempre y cuando se guarde la relación: área de captación/área -

de plantío/tanque de almacenamiento ( 16 ).

El tanque de almacenamiento o barrera, es el área destinada a almacenar el agua captada en el área de captación. Dicho tanque podrá tener diferentes capacidades, siempre que se mantenga la proporcionalidad entre los elementos básicos del sistema (16).

El área de plantío, es la destinada a la explotación de los cultivos propios de la zona. Debe ser preparada con el sistema de surcos y camellones que permite la aplicación de las irrigaciones de salvación y explotación de cultivos asociados, como también facilita las prácticas agrícolas de manejo y tracción animal. El área de plantío está localizada a la proximidad del tanque de almacenamiento, el tamaño de deber ser sugerido por el productor, conforme a las necesidades, de su familia y a las características del suelo, clima y topografía (16).

Para aumentar la eficiencia del agua almacenada, a través del sistema de aprovechamiento de agua de lluvia del escurrimiento superficial, - en aproximadamente un 50%, sin costos adicionales para la tecnología, en el Centro de Investigación Agropecuaria del Trópico Semi-árido del Brasil (CIATSA, 1988), sugieren las siguientes modificaciones: a) Introducción de una pared que divida el tanque de almacenamiento en dos compartimientos iguales; b) Construcción de diques divisores de agua con acceso apenas a un compartimiento; c) Instalación de un tubo colector de agua, con acceso a la utilización del agua almacenada en los dos compartimientos (16).

En el mismo sentido el Centro de Investigación Agropecuaria del Trópico Semi-árido del Brasil (CIATSA, 1988), ha desarrollado otra tecnología con el fin de lograr el máximo aprovechamiento posible de las precipitaciones existentes en la zona; siendo una variante de este sistema al anteriormente descrito, el que aquí se pretende realizar un mayor aprovechamiento del agua "in situ", lo cual podría contribuir para la disminución del número de riesgos de salvación, pues existiría una mayor acumulación de agua.

Básicamente este sistema lo que pretende es una modificación del trazo de surcos y camellones, en cuanto distanciamiento y lugar de siembra se refiere (16).

En el sistema de aprovechamiento de agua de lluvia de escurrimiento superficial, los camellones deben tener una superficie plana de 1.20 m de ancho y son limitados lateralmente por surcos de 0.20 m de profundidad y 0.30 m de ancho, siendo el espaciamiento entre surcos de 1.50 m, cuya finalidad es la aplicación de agua a los cultivos, durante las irrigaciones de salvación. La siembra se debe realizar en los dos bordes del mismo surco (16).

El sistema de surcos modificados para la captación de agua de lluvia in situ, consiste en surcos igualmente espaciados, siendo que entre surcos consecutivos existen dos planos inclinados, donde el primero es formado por la borda propia del surco con una altura de 0.20 m a 0.30 m, y el segundo que es más extenso, une la parte más alta del primer plano al fondo del segundo surco. En este sistema se crea un plano más extenso que sirve de área de captación al menor (plano), que sirve de área de plantío, mientras que los surcos propiamente dichos sirven como área de almacenamiento (16).

## 5. ANTECEDENTES

García (1987), en la evaluación de seis frecuencias de riego en el Valle de La Fragua, concluye que las etapas fenológicas de mayor consumo de agua en la planta de maíz, son floración y fructificación, pues la deficiencia de este factor, en dichas etapas, causa una reducción irreversible en el rendimiento (9).

Amaya, citado por Peñate (1980), manifiesta que para generar el desarrollo tecnológico de la población rural dedicada a la agricultura de temporal, se debe crear tecnologías y conocimientos acordes a las condiciones sociales y económicas de los agricultores que aseguran la producción de granos bási-

cos para su alimentación, poniendo énfasis en establecer un plan de acción para detener el proceso de erosión y degradación de las tierras, lograr una máxima eficiencia en el uso de las lluvias, mantener un óptimo nivel de fertilidad del suelo y contar con especies adaptadas a este tipo de manejo y principalmente estudiar sistemas de captación de agua de lluvia con fines de producción agrícola bajo condiciones de temporal deficientes (13).

Fión (1981), en los municipios de Jalpatagua, Quezada y Asunción Mita, del departamento de Jutiapa, realizó un análisis de la precipitación para la determinación de épocas de siembra de maíz, con el objeto de determinar si el cultivo no es afectado por sequía severa. En dicho trabajo hace mención que la sequía influirá en el rendimiento de grano de maíz, dependiendo de su duración, y la edad del cultivo. Así en los primeros 32 días después de la germinación, cuando las raíces no van más allá de los 32 cm, el efecto de la sequía es mínimo; pero a partir de los 35 días hasta la aparición de la espiga que es cuando la planta logra su altura máxima y la mitad de su peso total, la deficiencia del agua afectará la producción hasta el 15%. El lapso comprendido entre la aparición de la espiga hasta la fecundación es el período de mayor demanda de agua (7).

Fuentes (1981), evaluó la tecnología recomendada para el cultivo del maíz en dos condiciones del suelo: suelo plano (0-12% de pendiente), suelo de ladera (con un 40% de pendiente), en la aldea Petapilla del departamento de Chiquimula; concluyendo que la tecnología recomendada para el cultivo del maíz en la región oriente del país, es efectiva sólo para tierras planas, menos del 12% de pendiente y no así para tierras marginadas o de ladera, con pendientes mayores del 40%, lo cual nos indica que el factor más limitante en la producción del maíz en el oriente del país es el uso de tierras marginales (8).

Acevedo (1989), en la aldea La Laguna del departamento de Chiquimula, evaluó prácticas agronómicas y mecánicas para la conservación de la humedad en el cultivo del maíz, concluyendo que las prácticas de acequia y cobertura vegetal, provocan la mayor retención de humedad de suelo, obteniendo por ello los mayores rendimientos de grano por unidad de área (1).

En dicho estudio se evaluaron además, barreras muertas, barreras vivas y el testigo, comportándose en forma muy similar en cuanto a los valores de humedad registrados a lo largo del desarrollo del cultivo, así como para la producción obtenida (1).

Díaz (1989), evaluó tres estructuras de conservación de suelos y dos variedades de maíz, en la aldea Nochan del departamento de Chiquimula; tomando en dicho estudio lecturas de humedad retenida en el área afectada por las diferentes prácticas; manifestando mayor humedad aquellos tratamientos influenciados por acequia, permitiendo con ello un mejor desarrollo de las variedades de maíz (Zea mays L.), que se vieron beneficiadas con dicha práctica. Terrazas y acequia con camellones, presentaron valores de humedad retenida similares, siendo el testigo el que manifestó los valores más bajos (6).

## V. MATERIALES Y METODOS

### 1. LOCALIZACION

La investigación se llevó a cabo en la aldea El Maguey, del municipio de Zacapa, en el departamento del mismo nombre, la cual se encuentra localizada a 15°02' Latitud Norte y 89°31' Longitud Oeste; a una elevación de 300 msnm, una temperatura media anual de 26.25°C, una precipitación media de 600 milímetros. La aldea limita al norte con las aldeas El Fruttillo, al oeste con la aldea La Majada y el Jumpú y al este con la aldea El Terrero (19).

Según el estudio realizado por De La Cruz (1976), basado en el sistema Holdridge, sobre la clasificación de zonas de vida de Guatemala, esta aldea se encuentra localizada en una zona de Monte Espinoso Sub-tropical (5).

Según la clasificación de Simmons (15), los suelos para esta región son de la serie de los valles no diferenciados, siendo éstos una clase de terrenos que describen los valles grandes en los cuales ningún tipo de suelo es dominante. Las condiciones presentadas por los suelos son buenas para realizar cultivos anuales y establecimiento de especies forestales.

### 2. ESTUDIOS PREVIOS

#### 2.1 Prueba de Infiltración:

Primeramente se analizó la infiltración del agua del suelo, utilizando el sistema de infiltración de doble cilindro (Anexo III y IV).

#### 2.2 Análisis Físico del Suelo:

Seguidamente se realizó una calicata de 1.00 m de profundidad, ha-

biéndose detectado en su perfil tres diferentes horizontes, descritos a continuación:

2.2.1 Horizonte A (de 0 a 10 cm):

Arcilla, estructura de bloques sub-angulares, moderadamente desarrollados; consistencia suelta, firme y ligeramente adherente, ligeramente plástica, abundantes poros. Café amarillento oscuro (10 YR 4/4) en estado húmedo y café amarillento (10 YR 5/6) en estado seco; escasas raíces finas y medias, límite gradual de forma irregular; pH 6.92.

2.2.2 Horizonte B (de 10 a 22 cm):

Arcilla; estructura de bloques sub-angulares finos y débilmente definidos; consistencia ligeramente dura, firme, plástica y adherente, poros frecuentes. Pardo amarillento oscuro (10 YR 4/4) en estado húmedo y café amarillento (10 YR 5/6) en estado seco; raíces pocas y muy finas, límite inferior neto de forma plana; pH 6.96.

2.2.3 Horizonte C (de 22 a más):

Franco arenoso con tendencia a franco arcillo arenoso; estructura de bloques sub-angulares medios y débilmente definidos; consistencia muy dura, muy firme, ligeramente plástica y adherente, abundantes poros. Café amarillento oscuro (10 YR 4/6) en estado húmedo y café muy pálido (10 YR 7/4) en estado seco; raíces pocas y muy finas, límite inferior irregular; pH 6.77.

A los mismos horizontes, se les tomó una muestra de suelo de 500 g los cuales se enviaron al laboratorio de la Dirección Técnica de Riego y Avenamiento, para la determinación de densidad aparente, porcentaje de materia orgánica, textura, capacidad de campo, punto de marchitez permanente, cationes intercambiables (Cuadro 1).

Además a los mismos horizontes se les determinó el color del suelo

Cuadro 1. Resultados de los análisis físicos y químicos de suelo de las muestras recolectadas en el área experimental

HORIZONTE	TEXTURA	COMP. TEXT.			HUMEDAD			% M.O.	pH
		% ARC.	% L.	% AR.	1/3 ATM.	15 ATM	DAP		
A	Franco Arenoso	16.90	20.60	62.50	17.95	6.99	1.2	2.15	6.92
B	Franco Arenoso	17.56	23.07	59.37	15.83	6.89		1.81	6.96
C	F.A. Tend. F.Ar.A.	19.89	14.15	65.96	16.30	8.18		0.42	6.77

FUENTE: Análisis efectuados en el laboratorio de Suelos de DIRYA.

en estado húmedo y seco, comparado con el matíz, según tabla de Munsell (Anexo I y II).

### 2.3 Análisis Químico con fines de Fertilización:

Se tomó una muestra compuesta, representativa del área experimental, la cual fue enviada al laboratorio de Suelos del Instituto de Ciencia y Tecnología Agrícolas (ICTA), para determinación de Ca, Mg, Na, H y K. Dicho análisis (cuadro 2), indicó que éste posee una baja capacidad de intercambio catiónico (CIC), debido a su bajo contenido de arcillas, encontrándose conformada la proción de suelo en su mayor parte por arena.

En el cuadro 2, se aprecian los resultados obtenidos para los cationes intercambiables en el suelo, y en base a los niveles críticos establecidos por el Instituto de Ciencia y Tecnología Agrícolas (ICTA) para los granos básicos, éstos a excepción del K que en el horizonte B y C se encuentra deficiente, están dentro de los niveles adecuados.

Cuadro 2. Cationes intercambiables (en miliequivalentes por 100 gr de suelo seco) de las muestras de suelo recolectadas en el área experimental.

HORIZONTE	CAPACIDAD TOTAL DE INTERCAMBIO	CATIONES				SATURACION EN BASES		CATIONES
		Ca	Mg	Na	K	H	%	
A	12.40	7.52	2.45	0.10	0.67	1.66	86.61	10.74
B	10.99	6.82	2.88	0.08	0.39	0.82	92.54	10.17
C	12.55	7.44	3.03	0.08	0.18	1.82	85.50	10.73

FUENTE: Análisis efectuados en el laboratorio de Suelos de DIRYA.

#### 2.4 Registro de la Precipitación:

Se instaló un pluviómetro en el área de estudio, para poder llevar un registro de la precipitación, logrando así tener datos puntuales para el área experimental (Gráfica 1, 2 y 3).

### 3. DESCRIPCION DE VARIEDADES

#### 3.1 ICTA B-1:

Variedad cuya altura no excede de los 2.20 m el tipo de planta, así como su desarrollo radicular, la hacen resistente a los vientos fuertes. Tiene un ciclo de 120 días, su rendimiento comercial oscila alrededor de 60 qq/mz, sus mazorcas son bien formadas de tipo cilíndrico con granos blancos y dentados. Se recomienda para las áreas que cuentan con riego, inferiores a los 1,000 msnm (10).

#### 3.2 ICTA B-5:

Es recomendada para áreas con limitantes de humedad en el invierno. Es una planta precoz, cuyo ciclo oscila de 90 a 100 días a la cosecha; su baja altura (2 m) y poco follaje, le permiten sembrarse en asocio con otros cultivos como el frijol y sorgo, su rendimiento comercial oscila alrededor de los 55 qq/mz, se adapta a la zona tropical (0 a 1,000 msnm). Se recomienda que sea cosechado al estar de punto, ya que si se deja mucho tiempo en el campo, podrían presentarse mermas en el rendimiento por daño de gorgojo y otras plagas (10).

#### 3.3 Criollo del Agricultor:

Es el llamado Arrequín\*, el cual es también precoz, con un período vegetativo de 75 a 90 días a la cosecha, resistente a la sequía,

---

\* Arrequín: nombre utilizado por el agricultor para la variedad que han utilizado y que ha recolectado de las cosechas anteriores.

se caracteriza por ser de color blanco, el grano es pequeño; su altura es de 2.30 m, reportándose rendimientos alrededor de 18 a 20 qq/mz\*.

#### 4. DESCRIPCION DE PRACTICAS

##### 4.1 Acequias de Infiltración:

Consisten en canales de 30 x 30 cm, y se construyeron en la cabecera de la parcela, a una distancia de 7.50 m entre una y otra, protegiéndose con una barrera viva, constituida por 2 surcos del sorgo forrajero ICTA HF-88 (17).

##### 4.2 Barreras Vivas:

Se establecieron 2 surcos de sorgo forrajero ICTA HF-88 a una distancia de 40 cm entre surco, pretendiéndose con ésto, reducir la velocidad del agua que corre sobre la superficie del terreno y evitar la pérdida de suelo. El distanciamiento entre una y otra barrera fue de 7.50 m.

Se utilizó como barrera viva, el sorgo forrajero ICTA HF-88, que es un material de crecimiento rápido, que se adapta bien a la poca disponibilidad de humedad, dá como beneficio adicional, el disponer de forraje destinado para la alimentación de semovientes.

##### 4.3 Aplicación de Cobertura Vegetal o Mulch:

Con esta práctica se pretende proteger el suelo contra la acción directa de la gota de agua, así como también disminuir las pérdi--

---

\* Información proporcionada por agricultores de la zona.

das por evaporación, aplicando entre los surcos una capa de material vegetal, proveniente de restos de cosecha de maíz, y otros materiales.

#### 4.4 Testigo:

El manejo que se le dió a esta parcela, fué siguiendo la forma tradicional del área, coincidiendo con las demás en lo que se refiere al trazo de surcos, siembra, limpiezas, control de plagas y enfermedades.

### 5. FACTORES EVALUADOS

#### Factor A: Prácticas Agronómicas:

Modalidades:

$a_1$  = Acequia de infiltración

$a_2$  = Aplicación de cobertura vegetal o mulch

$a_3$  = Barrera viva

$a_4$  = Testigo.

#### Factor B: Variedades de Maíz:

Modalidades:

$b_1$  = ICTA B-1

$b_2$  = ICTA B-5

$b_3$  = Arriquín

## 6. DISEÑO EXPERIMENTAL

El experimento se llevó a cabo utilizando el diseño experimental de Bloques al Azar, en un arreglo de Parcelas Divididas con 12 tratamientos y 4 repeticiones. El área total utilizada fué de  $1036.80 \text{ m}^2$ , el área bruta de las parcelas grandes fué de  $64.80 \text{ m}^2$  ( $9 \times 7.20$ ), y la de las parcelas pequeñas de  $21.60 \text{ m}^2$  ( $3 \times 7.20$ ). El área para la parcela neta fué de  $10.80 \text{ m}^2$ , ya que para la toma de datos no se tomaron en cuenta los dos surcos exteriores de cada parcela, ni las dos plantas que estaban en los extremos de los surcos, tomándose lecturas de las cuatro posturas centrales; ésto nos dió un área útil para la parcela grande de  $32.40 \text{ m}^2$  (ver anexo).

Entre los bloques se dejaron calles de 1 m de ancho, lo que significa que el área bruta total del ensayo fué de  $1144.80 \text{ m}^2$ .

En las parcelas grandes se evaluaron las prácticas de manejo del suelo, siendo éstos los tratamientos y en las pequeñas se sembraron las variedades de maíz, indicando la funcionalidad de los diferentes tratamientos.

### 6.1 Modelo Estadístico:

El modelo estadístico utilizado fue el siguiente:

$$Y_{ijk} = M + B_i + A_k + Z_{ij} + C_j + A C_{kj} + E_{ijk}$$

#### Referencias:

$Y_{ijk}$  = Variable respuesta de la  $ijk$ -ésima unidad experimental

$M$  = Efecto de la media general

$B_i$  = Efecto del  $i$ -ésimo bloque

$A_k$  = Efecto del  $k$ -ésimo nivel del factor A

$Z_{ij}$  = Error experimental asociado a la parcela grande

$C_j$  = Efecto del  $j$ -ésimo nivel del factor C

$ACKj$  = Efecto debido a la interacción del k-ésimo nivel del factor A con los j-ésimos niveles del factor C.

$Eijk$  = Error experimental asociado a la parcela pequeña.

$i$  = 1, 2...4 bloques

$j$  = 1.....3 variedades de maíz

$k$  = 1, a...4 prácticas agronómicas.

## 6.2 Manejo del Experimento:

Para realizar dicho ensayo fué necesario en primer lugar, la eliminación de las malezas presentes, para lo cual se dieron dos pasos de aradura, luego se procedió a trazar líneas guías para el levantamiento de curvas a nivel sobre las cuales se orientaron los surcos, luego se dividieron las parcelas en tratamientos y repeticiones.

Seguidamente se procedió a la aleatorización de las prácticas agronómicas de conservación de humedad, para luego poder ubicarlas en el área experimental, utilizando el nivel en "A" para su adecuada orientación.

La desinfección del suelo se hizo aplicando Phoxim al 2.5% incorporado al momento de la siembra, a razón de 52 kg/ha. La siembra fue directa, colocando cada postura a una distancia de 90 cm entre surcos y entre plantas de 50 cm.

Se efectuaron dos fertilizaciones durante el ciclo del cultivo, la primera a los 8 días de la emergencia utilizando la fórmula 15-15-15, aplicando 194.8 kg por hectárea; la segunda aplicación se hizo con 46-0-0 a razón de 97.4 kg por hectárea a los 45 días después de la siembra. Se hicieron 2 limpieas con azadón, a los 10 y 30 días respectivamente después de la siembra.

Para el control del barrenador del tallo (Pyrausta nubilalis) se hicieron 2 aplicaciones de Metasistox a razón de 37.5 cc por bomba de

4 galones, además hubo ataque de gusano cogollero (Spodoptera frugiperda), utilizando para su control Phoximin al 2.5% a razón de 10 kg por hectárea.

Para determinar el rendimiento se cosechó únicamente la parcela neta de cada unidad experimental, tomando los resultados en kg por hectárea.

### 6.3 Variables Respuesta:

En el experimento no se midió la cantidad de agua retenida por el suelo, sino que la respuesta a la utilización de una u otra práctica de retención de humedad, se midió indirectamente utilizando las siguientes variables respuesta:

- a. Rendimiento en kg/ha
- b. Días a floración masculina (50% de la población de la parcela esté floreando)
- c. Altura de la planta a la floración
- d. Longitud de mazorca
- e. Peso de 100 granos
- f. Peso seco de 10 plantas (kg/parcela neta).

### 6.4 Análisis de Resultados:

A las medias obtenidas se les aplicó un análisis de varianza --- (ANDEVA) utilizando la prueba de medias MDS al 5%, para aquellos casos en que existió diferencia significativa entre tratamientos.

## VI. DISCUSION DE RESULTADOS

### 1. COMPORTAMIENTO DE LA HUMEDAD

En el presente estudio, el desarrollo de las diferentes variedades de maíz (Zea mays L.), que funcionaron como indicadores de la efectividad de las prácticas en la retención de humedad, no fué el representativo para dichas variedades; pues debido a las condiciones ambientales que se presentaron, las plantas no pudieron expresar todo su potencial genético. Durante el desarrollo del experimento se presentó un déficit de agua (cuadro 3 y gráficas 1, 2 y 3), que coincidió con las etapas en que las plantas de maíz tienen la mayor demanda de este recurso, - siendo éstas la de floración y llenado de grano, dando como resultado una reducción del rendimiento bien marcada, de acuerdo a la media de producción para cada variedad reportada por la literatura. Sin embargo, de acuerdo a los datos obtenidos sobre los diferentes componentes del rendimiento, se aprecia una respuesta positiva hacia la utilización de determinada práctica.

### 2. RENDIMIENTO

En el cuadro 4, se pueden observar los rendimientos de grano obtenidos en kg/ha, en los que existe diferencia significativa según el análisis de varianza (cuadro 5), para las prácticas evaluadas y variedades, manifestando un efecto interactivo entre éstas.

CUADRO 3. Balance hídrico para el período comprendido entre los meses de agosto a diciembre de 1988.

MESES	EV/DIA mm	DIAS DEL MES	EV/MES mm	K	EVP/MES mm	$\bar{P}_p$ MENSUAL mm	IA mm	BALANCE GARANTIA/PERDIDA
Agosto	5.00	31	155.00	0.80	124.00	192.00	60.80	+ 68.00
Septiembre	5.00	30	150.00	0.80	120.00	257.00	125.44	+ 137.00
Octubre	6.00	31	186.00	0.80	148.80	40.50	34.91	- 108.3
Noviembre	5.80	30	174.00	0.80	139.20	----	--	--
Diciembre	6.40	31	198.40	0.80	158.72	----	--	--

De donde:

EV = Evaporación

K = Coeficiente de ajuste del cultivo

EVP = Evapotranspiración

IA = Infiltración acumulada

Cuadro 4. Medias obtenidas para la variable rendimiento de grano en kg/ha.

VARIEDAD	PRACT. COBERTURA VEGETAL	ACEQUIA	BARRERA VIVA	TESTIGO	$\bar{X}$
ICTA B-1	136.65	152.78	124.02	84.84	124.58
ICTA B-5	395.53	184.26	170.02	169.43	229.81
Arriquín	771.81	580.29	281.96	228.23	465.58

Cuadro 5. Análisis de varianza para los rendimientos de grano en kg/ha

F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	F.C.	F.T.	
					0.05	0.01
Bloques	3	6154.00				
A	3	423820.50	141273.50	4.982	3.86*	6.99
Error (A)	9	255219.30	28537.70			
Sub-Total	15	685193.80				
B	2	975680.80	487840.40	30.596	3.40	5.61**
A, B	6	521225.50	86870.91	5.448	2.51	3.50**
Error (B)	24	382664.30	15944.34			
TOTAL	47	2569764.00				

\* Significancia al 5%

\*\* Significancia al 1%



Cuadro 6. Resultados obtenidos de la prueba de MDS al 5%, para las medias de rendimiento en kg/ha, de las prácticas evaluadas.

PRACTICA	$\bar{X}$	PRESENTACION
Cobertura Vegetal	771.82	a
Acequia	581.27	a
Barrera Viva	282.96	b
Testigo	228.96	b

Tratamientos con igual letra son estadísticamente iguales.

De acuerdo a las medias (cuadro 6), se observa que los tratamientos que presentaron el mejor rendimiento fueron, la aplicación de cobertura vegetal y las acequias. Las barreras vivas ocuparon el tercer lugar y por último el testigo.

Tomando el rendimiento como medida indirecta del efecto de las prácticas sobre la capacidad de almacenar agua, permitiendo con ello el escape de las plantas a la sequía, en las etapas más críticas de su desarrollo. En cuanto a disponibilidad de agua se refiere, se dió un comportamiento notoriamente diferente entre dichas prácticas, ello se observa en las medias de producción por unidad de área (cuadro 4), obtenidas con la aplicación de cobertura vegetal y elaboración de acequias, - las cuales superaron a las barreras vivas y el testigo.

De donde se deduce que la aplicación de cobertura vegetal distribuída - en forma homogénea sobre el suelo y la elaboración de acequias, contribuyen a disminuir la pérdida de humedad y posibilita un mayor aprovechamiento de ésta. La primera práctica disminuye la velocidad de escorrentía, como el impacto de la gota de agua al caer, disminuye la evaporación, dando mayor oportunidad al suelo a absorber el agua caída; con la segunda se capta el agua "in situ", dándose una mayor acumulación, dismi

nuye la escorrentía y retiene el agua con el fin de dar mayor tiempo para absorción.

Se pudo observar que las barreras vivas disminuyen la velocidad de la escorrentía, dando mayor tiempo para absorción de agua en el suelo, disminuyendo además la pérdida de éste; dicha situación no se dió en las parcelas testigo, en las que se formaron pequeñas carcavas.

Cuadro 7. Resultados obtenidos de la prueba de MDS al 5%, para las medias de rendimiento en kg/ha de las variedades evaluadas.

VARIEDAD	$\bar{X}$	PRESENTACION
Arriquín	465.574	a
ICTA B-5	229.812	a
ICTA B-1	124.574	b

Tratamientos con igual letra son estadísticamente iguales.

Las pruebas de MDS efectuadas a las medias de rendimiento, mostraron -- que las prácticas de cobertura vegetal y acequias no tienen diferencias significativas entre sí y que el testigo tuvo un comportamiento similar a barrera viva; y las variedades Arriquín e ICTA B-5, tuvieron un comportamiento similar en rendimientos (cuadro 7). Hay que hacer notar que - estas variedades son de período vegetativo más corto que ICTA B-1 y que ello permitió que el período crítico de floración se presentara justo - cuando se inician las deficiencias de lluvias, siendo menos afectada la etapa de llenado de grano en comparación con la variedad ICTA B-1 de período vegetativo largo (120 días).

Cuadro 8. Resultados obtenidos de la prueba de MDS para las medias de los tratamientos con un nivel de significancia del 5%.

TRATAMIENTO	MEDIA kg/ha	PRESENTACION
Cobertura vegetal x Arriquín	771.81	a
Acequia x Arriquín	580.28	b
Cobertura vegetal x ICTA B-5	395.53	c
Barrera viva x Arriquín	281.96	d
Testigo x Arriquín	228.23	e
Barrera viva x ICTA B-5	184.26	f
Testigo x ICTA B-5	170.02	g
Acequia x ICTA B-5	169.43	h
Testigo x ICTA B-1	152.78	i
Acequia x ICTA B-1	136.64	j
Barrera viva x ICTA B-1	124.02	k
Cobertura vegetal x ICTA B-1	84.84	l

Tratamientos con diferente letra son estadísticamente diferentes.

De acuerdo a la prueba de medias (cuadro 8), se observa que prácticamente todos los tratamientos son estadísticamente diferentes. Asimismo, nos indica que el tratamiento que presenta el mayor rendimiento, fue la combinación de cobertura vegetal con Arriquín.

Se puede observar que a pesar de ser estadísticamente diferentes los tratamientos en los cuales se combinó: cobertura vegetal con Arriquín, acequias con Arriquín y cobertura vegetal con ICTA B-5, poseen rendimientos muy superiores a los demás, o sea que cobertura vegetal provocó una retención de humedad suficiente para tener rendimientos aceptables en las variedades Arriquín e ICTA B-5, mientras que el efecto de retención provocado por acequia, fue suficiente únicamente para la variedad Arriquín.

En los cuadros 6 y 7, en los cuales se presenta un análisis particular a las prácticas y variedades, se puede observar la misma tendencia; manifestando los mejores rendimientos para cobertura vegetal y acequias, así como para variedades.

Lo anterior está íntimamente relacionado con el ciclo vegetativo de las variedades evaluadas, siendo lógico que las más precoces (Arriquín e - ICTA B-5), presenten una respuesta positiva como efecto de la utiliza-- ción de prácticas de retención mencionadas, permitiendo con ello la pre-- sencia de humedad en las etapas más críticas de desarrollo.

Los tratamientos en los cuales se aplicó barrera viva y testigo, de acuer-- do a las medias (cuadro 8), manifiestan un comportamiento similar entre ellas.

### 3. PESO DE 100 GRANOS

En base a la prueba de medias efectuada para el peso de 100 granos, a-- sí como para el rendimiento de grano obtenido en kg/ha (cuadros 9,10,7) se pudo observar que la variedad mejorada ICTA B-5 y el Arriquín, para ambas variables muestran valores superiores que la variedad ICTA B-1; situación que se puede atribuir al hecho de que las dos primeras varie-- dades son más precoces (90 y 80 días respectivamente), permitiendo és-- to, como se puede observar en las gráficas 1, 2 y 3, una mayor asimila-- ción de agua retenida por las prácticas evaluadas. Como se puede apre-- ciar en dichas gráficas, cada variedad tuvo en sus distintas fases de - desarrollo un volumen de agua proveniente de la precipitación, ilustran-- do una mayor factibilidad del escape a la sequía, de las variedades -- ICTA B-5 y Arriquín en su etapa reproductiva, por su corto período vege-- tativo.

Cuadro 9. Análisis de varianza para el peso de 100 granos.

F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	F.C.	F.T.	
					0.05	0.01
Bloques	3	5.577				
A	3	3.298	1.766	0.814	3.86	6.99 NS
Error (A)	9	19.534	2.170			
Sub-total	15	30.407				
B	2	11.361	5.681	5.740	3.40	5.61 *
A, B	6	11.338	1.890	1.909	2.51	3.50 NS
Error (B)	24	23.753	0.990			
TOTAL	47	76.861				

\* Significancia al 1%.

Cuadro 10. Resultados obtenidos de la prueba de MDS al 5%, para el peso de 100 granos.

VARIEDAD	$\bar{x}$ gr	PRESENTACION
ICTA B-5	14.431	a
Arriquín	14.294	a
ICTA B-1	13.338	b

Tratamientos con igual letra son estadísticamente iguales.

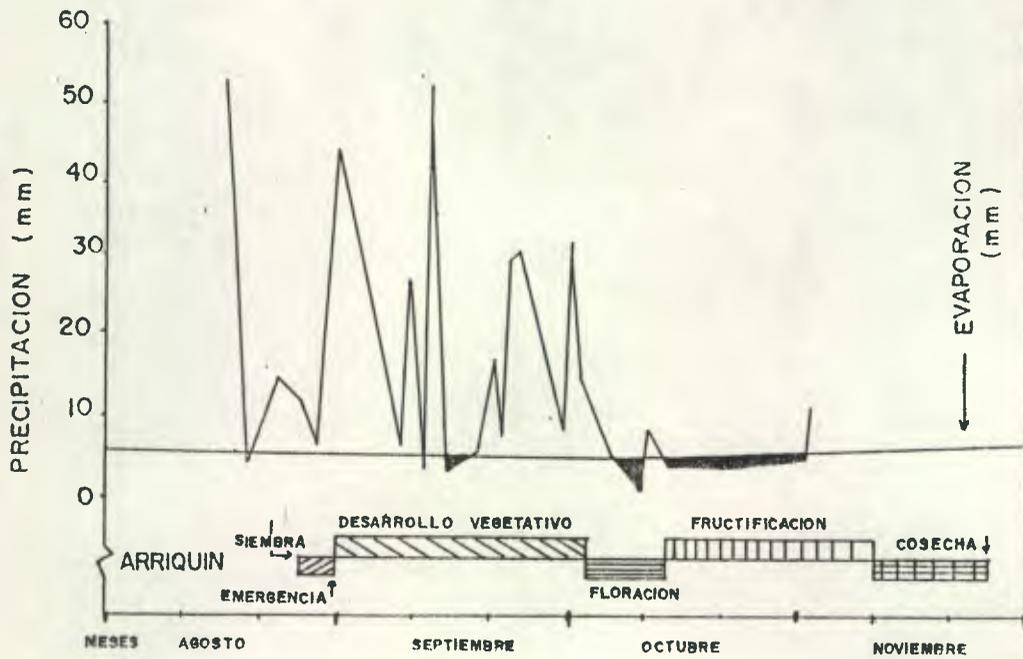
ICTA B-1 es una variedad de ciclo largo (120 días), por lo que para cubrir sus demandas de humedad, se hizo difícil aún con la utilización de prácticas de retención, pues en el mes de septiembre, cuando se inicia su fase reproductiva, como se puede apreciar en la gráfica 3, la disponibilidad de agua no fué suficiente. Lo anterior puede sugerir que la deficiencia hizo efecto sobre la etapa de llenado de grano, los cuales se formaron pero no existió humedad suficiente para el transporte de elementos del suelo en dicha etapa y el grano alcanzó tal peso con las sustancias acumuladas hasta el inicio de la deficiencia de humedad en la planta.

Cuadro 11. Medias obtenidas para la variable peso en gramos de 100 granos.

VARIEDAD	PRACT.	COBERTURA			$\bar{x}$	
		VEGETAL	ACEQUIA	BARRERA VIVA		
ICTA B-1		13.47	13.32	13.22	13.32	13.33
ICTA B-5		14.95	14.07	15.12	13.57	14.43
Arriquín		14.37	13.02	14.57	15.20	14.29

#### 4. DIAS A FLORACION

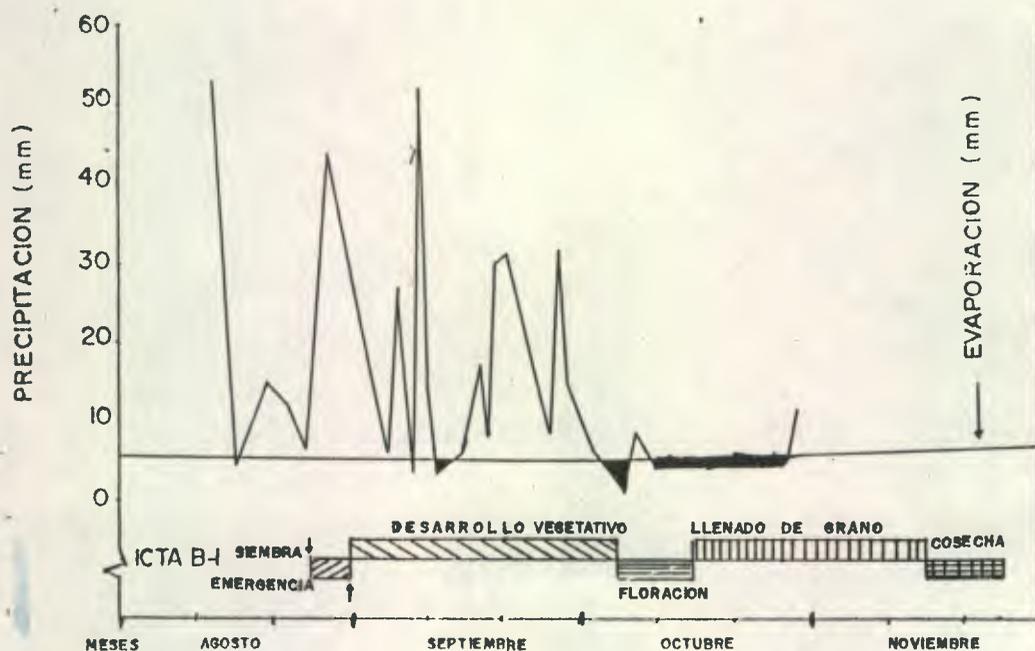
El déficit de humedad que se presentó en el experimento, coincidió con el inicio de las etapas reproductivas de las variedades indicadoras, afectando éste en mayor medida a la variedad ICTA B-1.



Gráfica 1.- Distribución de la precipitación para los meses de agosto a noviembre de 1988, durante el desarrollo de la variedad ARRIQUIN, de maíz (Zea mays L.)

El Arriquín (criollo del agricultor), floreció a los 47 días, presentándose el déficit de humedad 10 días antes (gráfica 1), dándose una floración prácticamente bajo condiciones de estrés. Dicho déficit afectó las etapas más críticas de desarrollo de la planta (floración y llenado de grano), por esto mismo y a pesar de ser una variedad precoz (80 días), no se dió una formación de cosecha normal.





Gráfica 3. Distribución de la precipitación para los meses de agosto a noviembre de 1988, durante el desarrollo de la variedad ICTA B-1, de maíz (Zea mays L.)

ICTA B-1 es una variedad de ciclo largo (120 días), se reporta que su floración se efectúa de los 58 a 60 días, sin embargo, en este ensayo este período se acortó a 50 días, el déficit de humedad se dió a partir de los 12 días anteriores a la floración (gráfica 3). Pudiendo apreciar por esto mismo en el cuadro 5, rendimientos de grano muy bajos.

Según Steven (18), la falta de humedad en las etapas más críticas de crecimiento de la planta de maíz, que comprende 10 días antes a la floración hasta alrededor de 26 a 30 días después de la floración, causa una reducción irreversible en el rendimiento.

En base a los comentarios anteriores, se puede decir que las variedades mejoradas al verse afectadas por la sequía, aceleraron sus etapas reproductivas, siendo lógicamente más afectada por su largo ciclo de vida ICTA B-1 que ICTA B-5, pues esta última al igual que Arriquín, son más precoces, permitiendo con ello una mayor asimilación del agua acumulada por las prácticas de retención de humedad.

Cuadro 12. Medias obtenidas para la variable días a floración.

VARIEDAD	PRACT.	COBERTURA VEGETAL	ACEQUIA	BARRERA VIVA	TESTIGO	$\bar{X}$
ICTA B-1		50.15	53.25	50.05	49.00	50.60
ICTA B-5		47.75	50.25	48.00	48.25	48.56
Arriquín		48.00	47.00	48.15	47.00	47.53

5. PESO SECO DE 10 PLANTAS/PARCELA NETA

Cuadro 13. Análisis de varianza para el peso seco en kg de 10 plantas/ parcela neta.

F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	F.C.	0.05	F.T.	0.01
Bloques	3	0.037					
A	3	0.448	0.149	6.443	3.86	6.99 *	
Error (A)	9	0.208	0.023				
Sub-total	15	0.692					
B	2	0.091	0.046	1.803	3.40	5.61 NS	
A, B	6	0.343	0.057	1.004	2.51	3.50 NS	
Error (B)	24	1.365	0.057				
TOTAL	47	2.491					

\* Significancia al 1%.

De acuerdo al análisis de varianza efectuado para el peso seco de 10 - plantas/parcela neta (cuadro 13), se puede apreciar que existe diferencia significativa para las diferentes prácticas de conservación de humedad evaluadas.

Cuadro 14. Resultados obtenidos de la prueba de MDS al 5%, para el peso seco de 10 plantas en kg/parcela neta.

PRACTICAS	$\bar{X}$ kg	PRESENTACION
Cobertura vegetal	0.778	a
Acequias	0.644	a
Barrera viva	0.582	b
Testigo	0.517	b

Tratamientos con igual letra son estadísticamente iguales.

Indicando la prueba de medias realizada (cuadro 14), valores superiores de peso seco, en las parcelas que se aplicó cobertura vegetal y acequias, por lo que se deduce que el área afectada por estas prácticas de retención de humedad contó con mayor disponibilidad de agua, traduciéndose a una mayor producción de materia seca por unidad de área. Se puede además observar en la prueba de medias efectuada a las prácticas, que tanto cobertura vegetal, como acequia, tuvieron similares efectos sobre la acumulación de peso seco en la planta, teniendo también la barrera viva un similar efecto con el testigo; es necesario además, mencionar que no hubo asociación entre las variedades y la acumulación de peso seco.

Cuadro 15. Medias obtenidas para la variable peso seco de 10 plantas en kg/parcela neta.

VARIEDAD	PRACT.	COBERTURA VEGETAL	ACEQUIAS	BARRERA VIVA	TESTIGO	$\bar{X}$
ICTA B-1		0.62	0.67	0.49	0.51	0.57
ICTA B-5		0.81	0.79	0.51	0.45	0.64
Arriquín		0.90	0.55	0.55	0.59	0.67

6. ALTURA DE PLANTA

Cuadro 16. Análisis de varianza para altura de planta.

F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	F.C.	F.T.	
					0.05	0.01
Bloques	3	0.033				
A	3	0.186	0.062	0.165	3.86	6.99 NS
Error (A)	9	0.604	0.067			
Sub-total	15	0.823				
B	2	0.355	0.178	2.714	3.40	5.61 NS
A, B	6	0.623	0.104	1.587	2.5	3.50 NS
Error (B)	24	0.571	0.065			
TOTAL	47	3.372				

NS = No existe significancia.

En ANDEVA para altura de planta (cuadro 16), indica que no existió diferencia significativa entre prácticas ni entre variedades, presentando un coeficiente de variación de 18.40%. Para las variedades mejoradas

ICTA B-1 e ICTA B-5, se reportan alturas de 2.20 m, presentando en este ensayo medias de 1.54 y 1.58 m respectivamente (cuadro 17), mientras que el Arriquín presenta una media de 1.73, habiéndose podido observar que esta variedad se eleva más rápidamente, pero tiene el inconveniente de ser susceptible al acame. Sin embargo, ninguna de las variedades mostraron las alturas determinadas por ser características genéticas, donde se demuestra que el efecto de la sequía se observó en forma general en todo el ensayo y que la altura es un componente que se afectó indistintamente de los tratamientos aplicados.

Cuadro 17. Medias obtenidas para la variable altura de planta en m.

PRACT. VARIEDAD	COBERTURA VEGETAL	ACEQUIA	BARRERA VIVA	TESTIGO	$\bar{X}$
ICTA B-1	1.72	1.67	1.30	1.48	1.54
ICTA B-5	1.70	1.64	1.53	1.42	1.58
Arriquín	1.77	1.89	1.56	1.71	1.73

7. LONGITUD DE MAZORCA

Cuadro 18. Análisis de varianza para longitud de mazorca.

F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	F.C.	F.T.	
					0.05	0.01
Bloques	3	33.378				
A	3	7.948	2.649	0.797	3.86	6.99 NS
Error (A)	9	29.913	3.324			
Sub-Total	15	71.239				
B	2	20.449	10.225	0.020	3.40	5.61 NS
A, B	6	34.682	5.780	1.142	2.51	3.50 NS
Error (B)	24	121.502	5.063			
TOTAL	47	247.872				

NS = No existe significancia.

En el cuadro 18, aparece el análisis de varianza para longitud de mazorca en cm lineales, indicando que no existió diferencia significativa - entre prácticas ni entre variedades evaluadas, por lo que los tratamientos no influyeron directamente sobre el tamaño de mazorca.

De acuerdo al comportamiento de la distribución de la precipitación pluvial en el área de estudio, la cual fué muy escasa (como se aprecia en las gráficas anteriores), afectando el déficit de humedad a cada variedad en forma diferente, pues para Arriquín, ICTA B-1 e ICTA B-5, se presentó a partir de los 10, 11 y 12 días anteriores al período de floración respectivamente. Afectando en forma más drástica a aquellas variedades de ciclo más largo (ICTA B-1 e ICTA B-5) y más levemente a Arriquín; además podemos decir que ni los tratamientos probados lograron acumular una lámina de agua suficiente para que el potencial genético de cada una de estas variedades, se hiciera manifiesto. Sin embargo, sí podemos apreciar de acuerdo a los resultados expuestos, de los diferentes componentes del rendimiento, una respuesta positiva como efecto de la utilización de cobertura vegetal sobre el suelo y la elaboración de acequias.

Cuadro 19. Medias obtenidas para la variable longitud de mazorca en cm.

VARIEDAD	PRACT.	COBERTURA VEGETAL	ACEQUIA	BARRERA VIVA	TESTIGO	$\bar{X}$
ICTA B-1		9.47	10.71	7.15	7.75	8.77
ICTA B-5		9.77	10.90	10.01	9.05	9.93
Arriquín		10.54	9.81	9.83	11.00	10.29

## VII. CONCLUSIONES

- De las prácticas evaluadas, las que en mejor forma contribuyeron al incremento de la capacidad productiva de las variedades indicadoras, fueron: la utilización de cobertura vegetal y elaboración de acequias, demostrando ser más eficientes en la conservación de la humedad del suelo, así como evitan la pérdida del mismo.
  
- En las condiciones en que se efectuó el estudio, la causa de mayor pérdida de humedad, fué la evaporación, pues se observa en los resultados evaluados que la práctica de aplicación de cobertura vegetal tiene efectos mejores que las acequias, es decir, que la capacidad de acumular un volumen de agua necesario para el desarrollo de la planta, de una acequia es limitada y que éste es menor que el agua evaporada por la superficie de suelo expuesto.
  
- De las variedades evaluadas se observó que el período vegetativo fué determinante en la posibilidad de producir un rendimiento aceptable, y específicamente en el período comprendido entre los 40 y 60 días, pues dependiendo del año y fecha de siembra las variedades pueden desarrollar su primera etapa y período de floración sin deficiencias de humedad, pero mientras más largo es el período vegetativo, mayor riesgo de que exista deficiencias de humedad.
  
- La variedad ICTA B-5 y el Arriquín, presentaron los mejores rendimientos, debido a su ciclo vegetativo más corto, las prácticas de retención de humedad pudieron contribuir en mejor forma a su escape a los períodos de sequía.
  
- El bajo rendimiento obtenido en las tres variedades, se debió a que el déficit de humedad ocurrido a partir del mes de octubre, coincidió con las etapas reproductivas de la planta (10 a 12 días antes de la floración), afectando finalmente el llenado de grano.

### VIII. RECOMENDACIONES

- Evaluar cobertura vegetal y acequias conjuntamente, pudiendo lograr así un mayor aprovechamiento del agua de lluvia, y una menor pérdida por evaporación directa.
  
- Bajo condiciones y época, en que se desarrolló el presente estudio, de las variedades, se recomienda el criollo del agricultor (Arriquín), por su ciclo corto y adaptabilidad a condiciones adversas, utilizando indis-  
tintamente cobertura vegetal o acequias, pretendiendo con ello un mayor aprovechamiento del agua de lluvia.
  
- Además de las variables respuesta, evaluadas en el presente estudio, tomar en cuenta en investigaciones posteriores, como indicadores de aprove-  
chamiento de humedad: tamaño de entrenudos y profundidad radicular.

IX. BIBLIOGRAFIA

1. ACEVEDO, J.R. 1989. Evaluación de prácticas agronómicas y mecánicas - para la conservación de humedad del suelo y su aprovechamiento por tres variedades de maíz (Zea mays L.) en la aldea La Laguna, Chiquimula. Programa de E.P.S.A. Guatemala, Universidad de San Carlos - de Guatemala, Facultad de Agronomía. 45 p.
2. BARRETO, H. et al. 1988. Labranza de conservación en maíz. El Batán, México, CIMMYT. 195 p.
3. BERGER, T. 1962. Maize production and the manuring of maize. Trad. por Helmer Ayala Vargas y Olivia Jurado Paniagua. Switzerland, Suiza, - Centro D'Estude de L'Azte. p. 67-72  
  
Solo sumario.
4. COLEGIO DE POS-GRADUADOS DE CHAPINGO (México). 1977. Manual de conservación del suelo y del agua. México, Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos. 248 p.
5. CRUZ, J.R. DE LA. 1976. Clasificación de zonas de vida de Guatemala, basado en el sistema Holdridge. Guatemala, Instituto Nacional de Forestación. 23 p.
6. DIAZ, C.E. 1989. Evaluación preliminar de tres estructuras de conservación de suelos y dos variedades introducidas de maíz (Zea mays L.) en Nochan, Olopa, Chiquimula. Programa de E.P.S.A. Guatemala, Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Agronomía. 53 p.
7. FION, D.A. 1980. Análisis de la precipitación pluvial en tres municipios de Jutiapa, para la determinación de época de siembra de maíz (Zea mays L.). Tesis Ing. Agr. Guatemala, Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Agronomía. 41 p.
8. FUENTES, C.A. 1981. Evaluación de ocho genotipos de maíz (Zea mays L.) en dos condiciones topográficas de suelo (plano y ladera), utilizando paquetes tecnológicos similares en Petapilla, Chiquimula. Tesis Ing. Agr. Guatemala, Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Agronomía. 53 p.
9. GARCIA, M.R. 1987. Efecto de tres frecuencias de riego en el rendimiento y la evapotranspiración del maíz (Zea mays L.) en el valle de La Fragua, Zacapa. Tesis Ing. Agr. Guatemala, Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Agronomía. 58 p.
10. GUATEMALA. INSTITUTO DE CIENCIA Y TECNOLOGIA AGRICOLAS. 1984. Maíces de Guatemala para el trópico. Guatemala, ICTA. Folleto Técnico no. 30. 24 p.

11. JIMENEZ, F. 1988. Necesidades hídricas de los cultivos. Turrialba, Costa Rica, CATIE, Programa Manejo Integrado de Recursos Naturales. 32 p.
12. KRAMER, P.J. 1974. Relaciones hídricas de suelo y planta. México, Edu-tex. p. 91-95.
13. PEÑATE, C.B. 1980. Prácticas agronómicas tendientes a aprovechar el agua de lluvia en condiciones de temporal deficiente, para la producción de frijol (*Phaseolus vulgaris* L.) y sorgo (*Sorghum* sp.). Tesis Ing. Agr. Guatemala, Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Agronomía. 54 p.
14. SAIN-CLAIR, P.M. 1979. Resistencia de las plantas a la sequía. Turrialba, Costa Rica, IICA. 114 p.
15. SIMMONS, CH.; TARANO, J.M.; PINTO, J.H. 1959. Clasificación de reconocimiento de los suelos de la república de Guatemala. Trad. por Pedro Tirado Sulsona. Guatemala, José de Pineda Ibarra. 1000 p.
16. SOUZA, A.; ROCHA, E. 1982. Utilizacao e conservacao dos recursos hidricos em areas rurais do tropico semi-arido du Brasil; tecnologias de - baixo custo. EMBRAPA. Documentos no. 14. 128 p.
17. SUAREZ DE CASTRO, F. 1982. Conservación de suelos. 3 ed. San José, Costa Rica, IICA. 53 p.
18. STEVEN, W.; RITCHIE, S.; HANWAY, J. 1982. Cómo se desarrolla la planta de maíz. Traducción de How a corn Plant Devolops. Universidad de Ciencia y Tecnología del Estado de Iowa. Reporte no. 48. 56 p.
19. VARGAS, E. 1988. Diagnóstico general de las actividades productivas de la aldea El Maguey, Zacapa. Programa de E.P.S.A. Guatemala, Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Agronomía. 52 p.

Vo. Co.

*Petualke*



X. ANEXO

Anexo I. Color del suelo húmedo.

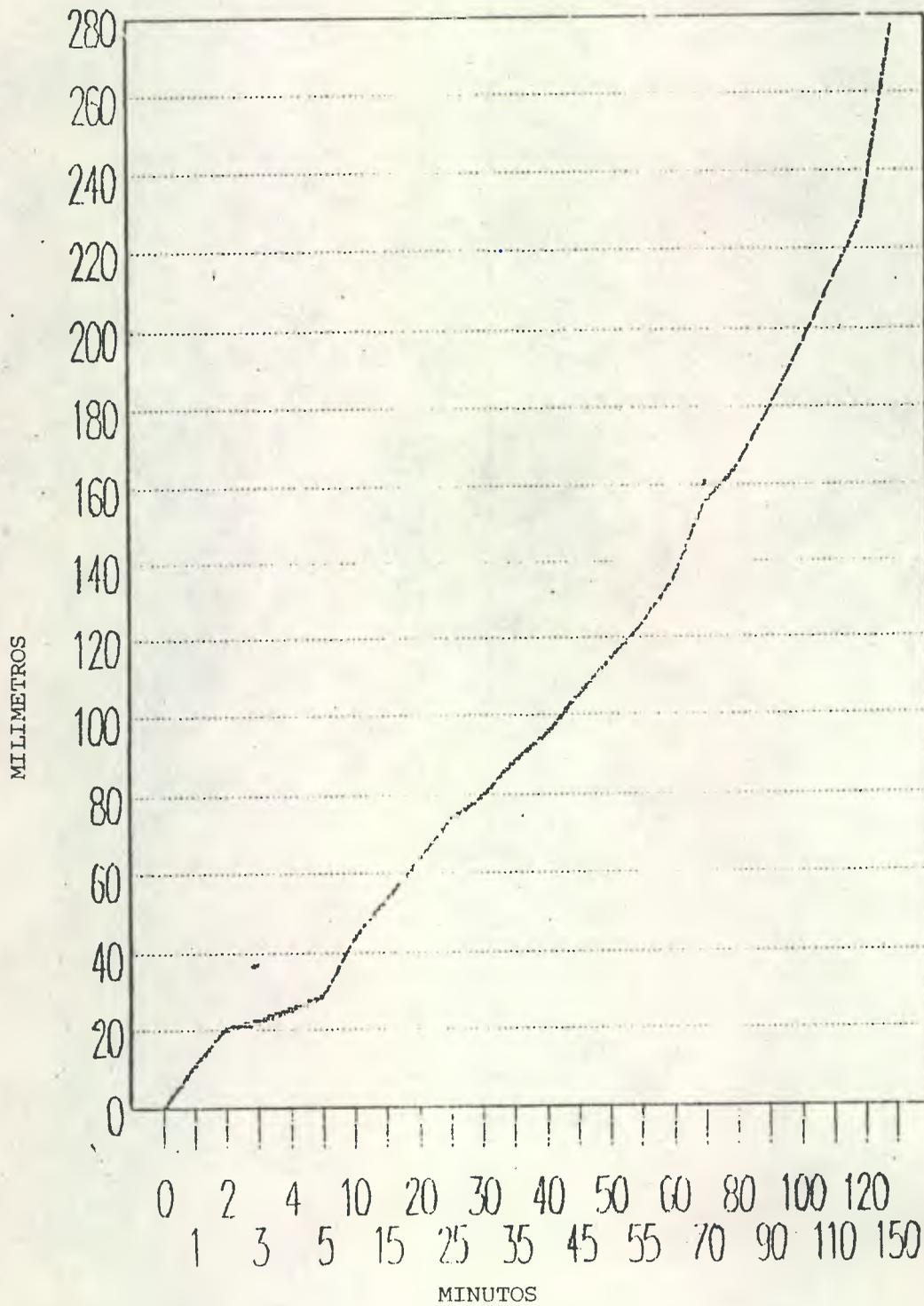
HORIZONTE PROFUNDIDAD EN cm	SIMBOLO SEGUN TABLA DE MUNSELL	TRADUCCION A COLOR
0 - 10	10 YR 4/4	Café amarillento oscuro
10 - 22	10 YR 4/4	Café amarillento oscuro
22 - 100	10 YR 4/6	Pardo amarillento oscuro

Anexo II. Color del suelo seco

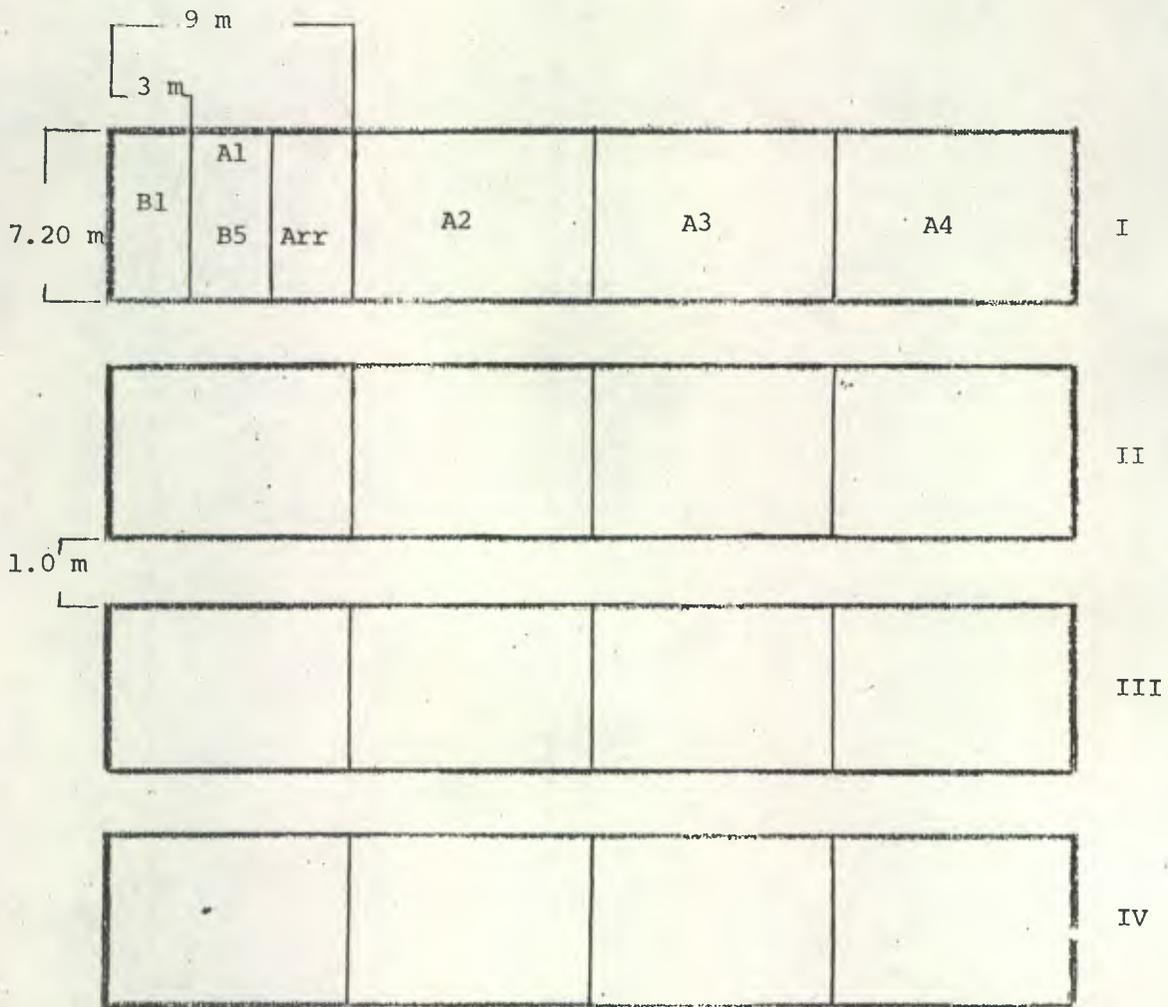
HORIZONTE PROFUNDIDAD EN cm	SIMBOLO SEGUN TABLA DE MUNSELL	TRADUCCION A COLOR
0 - 10	10 YR 5/6	Café amarillento
10 - 22	10 YR 5/6	Café amarillento
22 - 100	10 YR 7/4	Café muy pálido

Anexo III. Prueba de infiltración de humedad

HORA	TIEMPO EN MINUTOS	H. cm	HUMEDAD ACUMULADA cm	VELOCIDAD DE INFIL. Ab/At * 60
3: 45	-	12	-	-
3:46	1	11.0	1.0	60.0
3:47	2	10.0	2.0	60.0
3:48	3	9.8	2.2	12.0
3:49	4	9.5	2.5	18.0
3:50	5	9.0	2.8	18.0
3:55	10	7.5	4.3	18.0
4:00	15	6.5	5.3	12.0
4:05	20	5.5	6.3	12.0
4:10	25	4.5	7.3	12.0
4:15	30	3.9	7.9	7.2
4:20	35	3.0	8.8	10.8
4:25	40	11.3	9.5	8.4
4:30	45	10.3	10.5	12.0
4:35	50	9.4	11.4	10.8
4:40	55	8.5	12.3	10.8
4:45	60	7.3	13.5	14.4
4:55	70	5.3	15.5	12.0
5:05	80	4.2	16.4	5.4
5:15	90	2.8	17.8	8.4
5:25	100	10.3	19.5	10.2
5:35	110	8.7	21.1	9.6
5:45	120	7.0	22.8	10.2
6:00	135	4.5	55.3	15.0
6:15	150	2.1	27.7	14.0



Anexo IV. Lámina de agua infiltrada en el suelo (en mm/minuto)



Anexo V. Unidad experimental.

ANEXO VI. Resultados obtenidos para las variables estudiadas, en la evaluación de prácticas agronómicas y mecánicas para el aprovechamiento del agua de lluvia, en el cultivo de maíz (*Zea mays* L.) en la aldea El Maguey, Zacapa

PRACTICAS VARIABLE	VARIEDAD REP.	COBERTURA VEGETAL			ACEQUIA			BARRERA VIVA			TESTIGO		
		B-1	B-5	Arr.	B-1	B-5	Arr.	B-1	B-5	Arr.	B-1	B-5	Arr.
Rendimiento en kg/ha	I	66.48	192.78	745.92	70.57	53.70	149.53	86.76	307.50	295.92	230.21	128.98	713.42
	II	131.39	462.96	836.67	136.76	326.94	454.63	105.55	243.15	119.63	189.44	96.48	291.30
	III	50.65	462.41	487.50	147.69	226.30	442.13	82.41	107.60	230.63	39.35	365.15	727.63
	IV	90.83	463.98	1008.15	256.11	73.15	81.57	221.39	78.80	266.76	87.59	91.11	588.80
Peso de 100 granos en gr	I	13.20	14.40	11.40	14.70	12.80	10.50	13.30	13.40	12.0	14.40	14.30	12.30
	II	14.90	15.20	14.80	15.30	13.40	14.90	14.20	15.60	14.80	12.30	13.40	13.00
	III	14.20	15.60	13.80	13.40	14.60	12.80	15.80	14.30	14.90	15.10	12.80	14.60
	IV	13.90	14.50	15.30	14.60	10.90	13.80	14.40	15.30	13.70	16.10	15.90	14.20
Peso seco de 10 plantas kg/parcela neta	I	0.57	0.87	0.64	0.86	0.34	0.48	0.82	0.80	0.58	0.57	0.44	0.66
	II	0.41	0.94	0.47	1.06	0.43	0.59	0.98	0.81	1.24	0.38	0.52	0.15
	III	0.68	1.13	0.32	0.52	0.50	0.56	0.56	0.99	0.69	0.41	0.70	0.69
	IV	0.36	0.77	0.53	0.68	0.56	0.42	0.77	0.79	0.28	0.71	0.37	0.56
Altura de planta a la floración en m	I	0.97	1.27	1.58	1.81	1.55	1.86	1.39	1.66	1.82	1.10	1.54	1.80
	II	1.18	1.40	1.80	1.14	1.57	1.67	1.65	1.71	1.83	1.47	1.49	1.63
	III	1.33	1.82	1.70	1.57	1.42	2.00	1.08	1.46	1.62	1.65	2.03	2.21
	IV	1.57	1.65	1.91	1.49	2.02	2.05	1.57	1.68	1.94	1.55	1.65	1.70
Longitud de mazorca en cm	I	8.98	9.21	10.13	0	8.75	9.71	8.63	11.70	11.19	0	10.60	11.00
	II	9.56	11.38	9.60	10.18	10.92	11.60	11.32	10.47	11.52	9.42	9.68	9.15
	III	8.37	9.75	9.64	10.17	10.92	9.38	9.71	8.64	10.42	7.25	10.13	10.16
	IV	9.63	11.40	11.49	10.81	9.16	9.90	10.59	8.90	9.42	13.00	10.14	10.70
Días a floración	I	45	51	48	54	51	42	51	56	46	51	45	52
	II	59	45	45	60	46	52	60	49	50	51	50	59
	III	43	58	59	52	51	46	53	52	46	59	41	49
	IV	49	42	50	48	52	58	43	51	55	48	53	50



LA TESIS TITULADA: EVALUACION DE PRACTICAS AGRONOMICAS Y MECANICAS PARA EL APROVECHAMIENTO DEL AGUA DE LLUVIA, EN EL CULTIVO DE MAIZ ( Zea mays L ) EN LA ALDEA EL MAGUEY, ZACAPA.

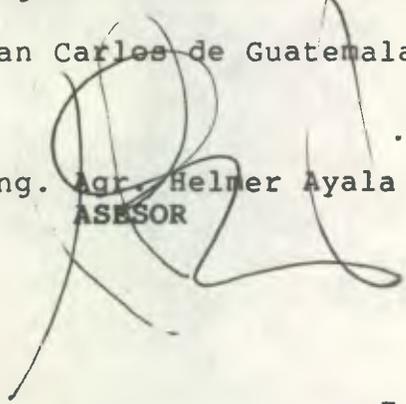
DESARROLLADA POR EL ESTUDIANTE: EDVIN RENE VARGAS ALDANA.

CARNET No. 84-15402.

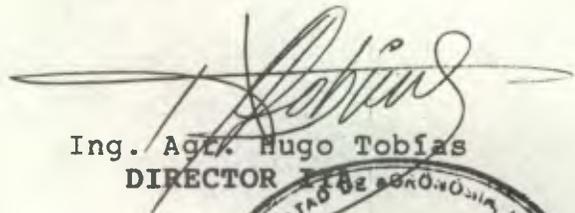
Ha sido evaluada por los siguientes profesionales: Ingenieros José Jesús Chonay, Salvador Castillo y la Licenciada Olga Leticia Mena marinelli.

Los Asesores y Autoridades de la Facultad de Agronomía hacen constar que ha cumplido con las normas Universitarias y Reglamentos de la Facultad de Agronomía de la Universidad de San Carlos de Guatemala.

Ing. Agr. Helmer Ayala  
 ASESOR

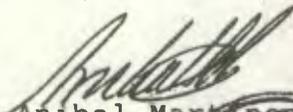


Ing. Agr. Hugo Tobias  
 DIRECTOR




I M P R I M A S E;

Ing. Agr. Anibal Marín  
 DECANO




dydea

c.c. Control académico